

Э. А. АТАЯН

## О ВАРИАЦИИ СТОКА РЕК АРМЯНСКОЙ ССР

Изменчивость годового стока и его вероятные колебания зависят от ряда факторов, как-то: от осадков и их распределения как в течение года, так и по поверхности водосбора, от термического режима в бассейне в данном году, так как он в основном обуславливает испарение и от факторов, влияющих на подземный сток. Иными словами, колебания стока являются результатом изменчивости ежегодного водного баланса, который пишется следующим образом:

$$Y = X - Z - U \quad (1)$$

где:  $Y$  — сток,  $X$  — осадки,  $Z$  — испарение и  $U$  — изменение запаса влаги в бассейне. Так как последний член уравнения из года в год изменяется в незначительных пределах, то можно заключить, что вариация стока в основном зависит от вариации осадков и испарения — климатических факторов.

Изменчивость стока находится в обратной связи с величиной водосбора, так как, чем больше бассейн, тем меньше влияние случайных колебаний осадков и испарения. Очевидно, что на больших пространствах значительное превышение нормы осадков на одной части территории может совпасть с осадками меньше нормы на других ее частях. Таким образом колебания стокообразующих факторов по отношению к норме могут быть разных знаков и взаимно компенсировать.

Наличие такой взаимосвязи между вариацией стока и площадью водосбора отмечено многими авторами. Д. Л. Соколовским предложена эмпирическая зависимость [8]:

$$C_v = a + b(lgF + 1) \quad (2)$$

С. Н. Крицким и М. Ф. Менкелем [6] предложена формула, также выражающая связь коэффициента вариации с площадью водосбора:

$$C_v = \frac{A}{F^n} \quad (3)$$

где  $F$  — площадь водосбора;  $n$  — параметр, определяющий редукцию коэффициента изменчивости стока в зависимости от площади водосбора;  $A$  — значение характеристики колебания расхода воды, приведенное к единице площади.

Для условий Средней Азии В. Л. Шульц [10] показывает, что влияние высоты водосбора на вариацию стока значительно больше, чем влияние размера ее площади, поэтому в частности для высотных зон от 1500 до 3800 м Средней Азии им получена формула:

$$C_v = \frac{4600}{1,56 H_{cp}} \quad (4)$$

Такая зависимость действительно может иметь место в тех областях, где значительная часть стока складывается из талых вод, в основном ледниковых, в противном случае высотные характеристики имеют второстепенное значение. В развитие этой формулы И. В. Соседов [9] предлагает увязать колебания стока как со средней высотой водосбора, так и с его площадью. Предложенная им формула имеет вид:

$$C_v = \frac{E}{H^m E^n} \quad (5)$$

Это сочетание не всегда может быть приемлемо, так как средняя высота и площадь водосбора по длине реки между собой находятся в обратной связи, поэтому не могут одинаково влиять на вариацию стока, если одна из них будет в прямой, то другая будет в обратной связи с коэффициентом вариации. По мнению Б. Д. Зайкова [5], закономерность уменьшения коэффициента стока с увеличением площади водосбора в условиях Кавказа является исключением, так как на наиболее крупных реках — Кубань, Кура, Терек, Риони коэффициенты вариации по длине рек остаются постоянными или даже увеличиваются.

Постоянство стока и малая величина коэффициента вариации в верховьях рек можно объяснить неоднородностью условий стокообразования по их длине. В верховьях эти реки питаются талыми водами ледников, которые как бы являются громадными водохранилищами, регулирующими сток на протяжении многих лет. Это явление (в значительно меньшей степени) наблюдается и в Армении — напр. речки Гехи и Гехарот, водосборные бассейны которых находятся в зоне вечных снегов, имеют постоянный сток и малый коэффициент вариации.

Б. Д. Зайков исследовал также зависимости коэффициентов вариации годового стока от средней высоты бассейнов. В частности, по территории Армянской ССР им получены две кривые зависимости  $C_v$  от средней высоты водосборных бассейнов, одна из них относится к северной части территории — притокам реки Куры, другая — к южной части — притокам реки Аракс. Первая кривая построена по 19 точкам, из них 5 по рекам Армении. В настоящее время представляется возможным уточнить положение этих точек на графике и еще дополнить двадцатью точками, при этом связь между коэффициентом вариации и высотой водосбора очень слабая. Почти такое же положение имеется по южной части территории. Здесь из имевшихся в его распо-

ражении тридцати точек, Б. Д. Зайков использовал только 9, таким образом, более значительные реки Касах, Севджур, Аргичи, Гавартег, Азат, Мегри, Арпа и другие вовсе исключены из графика, поэтому он не может характеризовать колебания стока всех притоков Аракса в пределах Армянской ССР.

В. П. Валесян, исходя из формулы Л. К. Давыдова

$$C_{\text{гг}} = \frac{C_{\text{вх}} A}{\gamma} \quad (6)$$

где  $\gamma$  — коэффициент стока, остальные обозначения прежние, пользуясь определенной зависимостью  $\gamma = f(H)$ , получил для северной части Армении —  $C_{\text{с}} = \frac{0,08}{\gamma}$  и для южной  $C_{\text{ю}} = \frac{0,12}{\gamma}$ . Следует учесть,

что осадки на территории Армении не всегда распределяются закономерно. Кроме того, значительные территории, в особенности горные хребты, совершенно не исследованы, поэтому коэффициент стока сам по себе не совсем определенная величина и пользоваться им для определения колебаний стока нецелесообразно. На наш взгляд, гораздо проще установить закономерности распределения самого коэффициента вариации стока, чем найти его посредством закономерностей распределения коэффициента стока и вариации осадков.

А. Н. Важновым [2] предложен способ расчета коэффициента вариации, основанный на учете естественной зарегулированности рек. Им для двух частей территории Армении (северная и южная) предлагаются формулы вида:

$$C_v = d - blg\left(\frac{Q_{\text{мин}}}{Q_0} + 1\right) \quad (7)$$

В выражение (7) в качестве аргумента включено отношение минимального и среднего расходов. Как показано на рис. 1, естественная зарегулированность рек хорошо увязывается с  $C_v$ , однако расчет для невзученного пункта по этой формуле сильно затруднен, так как, кроме среднего расхода, необходимо еще рассчитать величину минимального расхода, а последний является одной из неустойчивых характеристик стока, особенно в тех районах, где значительная часть летнего стока забирается на орошение, а учет забранной воды вовсе не ведется или ведется очень плохо.

Анализ данных колебаний среднего стока рек Армении показал, что эта характеристика главным образом зависит от площади водосбора, с которой колебание стока имеет обратную связь; от средней высоты водосборного бассейна, кото-

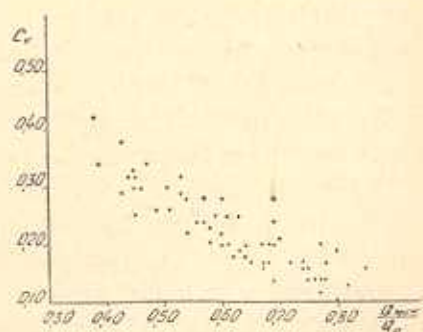


Рис. 1. Связь между коэффициентом естественной зарегулированности и коэффициентом стока.

рая обуславливает режим осадков, непосредственно формирующих сток, температуры, влияющей на его распределение, и ряда других факторов (озерности, геологии, растительного покрова и др.).

Для выявления закономерностей колебаний стока на территории Армении были использованы данные 70 пунктов, имеющих продолжительность от 10 до 33 лет наблюдений. При обработке материалов, как правило, восстановлены только пропуски отдельных меженных месяцев, как например декабрь-1944 г. по посту Налбанд; январь 1927 года, январь—март 1936 года, октябрь 1937 г. по посту Мегрут на реке Памбак и т. д. Отдельные годы восстанавливались только в том случае, когда отсутствующий год являлся экстремным для имеющегося ряда и его ввод мог существенно изменить результаты подсчетов (например, 1940 г. по посту Тандзут—Хндзурт; 1940 и 1946 гг. по р. Дзорагет у Лорплемсовхоза). По всем рекам, используемым на орошение, восстановлены истинные расходы, прибавлен сток забираемый на орошение выше данного пункта.

По рекам Ахурян и Раздан за все годы наблюдений, полностью исключены озерные составляющие, так как сток из озер Арпилич и Севан искусственно регулировался и тем самым искажался естественный режим этих рек.

В условиях Армянской ССР реки по их гидрологическим характеристикам можно разделить на три основные группы: первая—северные реки, в основном притоки реки Куры и речки северного побережья оз. Севан; вторая—южная часть Армении, куда входят притоки реки Аракс, за исключением северного побережья оз. Севан и тех рек и частей речных бассейнов, где сток сильно зарегулирован. К числу этих рек относятся Гехарот и Гехи и реки, стекающие со склонов Гегамского и Варденисского хребтов, бассейны которых сложены из сильно трещиноватых горных пород.

Первая группа характерна сравнительно более слабой зарегулированностью стока. Здесь большая роль принадлежит дождевому стоку. Аккумуляция снега в этих районах происходит только в верхних зонах речных бассейнов; а на большей части территории в течение зимы снег неоднократно сходит и даже вовсе не лежит.

Горные хребты северной части Армении сравнительно низкие, обтекаемые, поэтому проникновение влажных воздушных масс с Черного моря через долины рек Риони и Куры происходит без особых препятствий в течение всего года, поэтому здесь летняя межень почти незаметна. Слабая зарегулированность внутри года приводит также к значительным колебаниям годового стока.

Южная часть Армении характерна более длительным снеговым половодьем, четко выраженной летней меженью, незначительными осенними паводками. Горные цепи Севанского, Варденисского, Гегамского, Загезурского хребтов и г. Арагац с высотами более 3000 метров мешают свободному доступу влажных воздушных масс. Они перевали-

вают хребты уже значительно обедненные влагой. В этих районах основным составляющим в стоке половодья являются талые воды.

Третий район в основном охватывает вершинные части горных хребтов, где по геологическому строению бассейнов сток сильно зарегулирован.

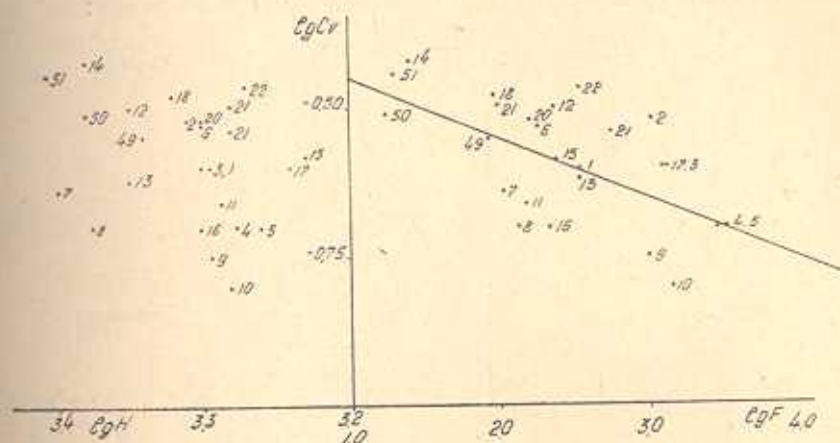


Рис. 2. График зависимости  $C_v$  от площади и средней высоты водосбора первого района.

Здесь колебания стока больше зависят от температурного режима, чем от количества осадков данного года.

Вариации стока рек Армении были подсчитаны по 70 пунктам,

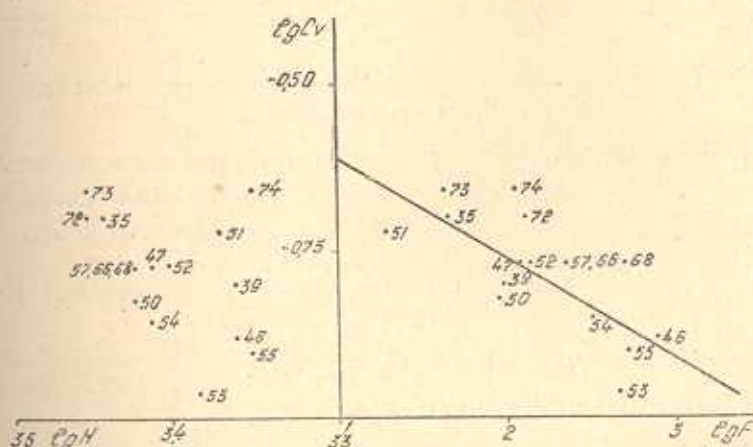


Рис. 3. График зависимости  $C_v$  от площади и средней высоты водосбора второго района.

из них 24, входящие в бассейн р. Куры, 30—во вторую группу и 16—в третью. Продолжительность наблюдений составляет от 10 до 39 лет, в среднем 23 года. Коэффициенты вариации стока показаны на рис. 2, 3 и 4. Аналитическое выражение этих кривых, полученное по способу наименьших квадратов, следующее:

северные реки:  $C_v = \frac{0,45}{F^{0,1}}$  при  $r = -0,65$ ,  $E_r = \pm 0,02$ ;

южные реки:  $C_v = \frac{1,05}{F^{0,23}}$  при  $r = -0,82$ ,  $E_r = \pm 0,06$ ;

сильно зарегулированные реки и высокогорные речки:

$$C_v = \frac{0,35}{F^{0,15}} \text{ при } r = -0,75, E_r = \pm 0,07.$$

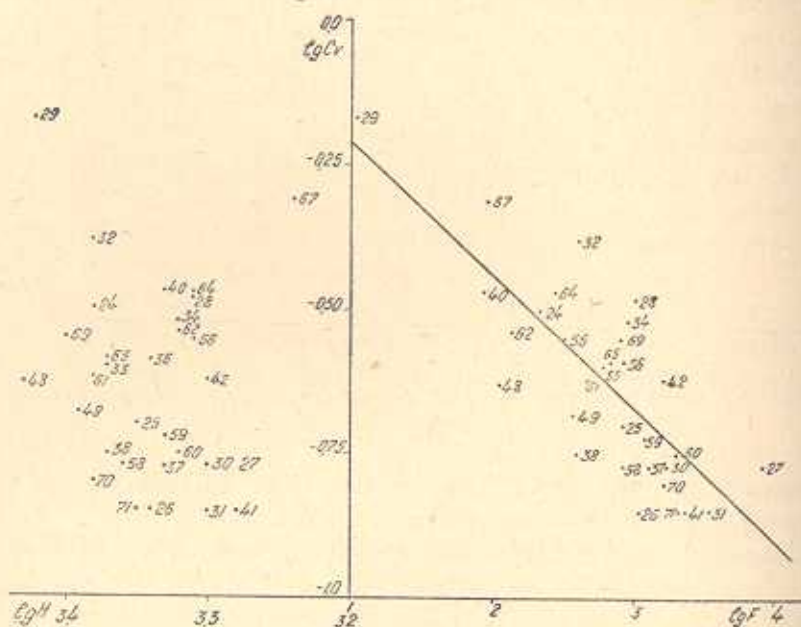


Рис. 4. График зависимости  $C_v$  от площади и средней высоты водосбора третьего района.

Следует отметить, что в результате тщательного анализа установлено, что связь между многолетними колебаниями стока и высотой водосбора весьма слабая. Коэффициенты регрессии между указанными двумя факторами получились для:

первого района  $rC_v^H = 0,27$   $E_r = \pm 0,13$ ;

второго района  $rC_v^H = 0,002$   $E_r = \pm 0,12$ ;

третьего района  $rC_v^H = -0,51$   $E_r = \pm 0,12$ .

Полученные по способу наименьших квадратов формулы имеют следующий вид для:

$$\text{первого района } C_v = 0,29 \frac{H^{0,9}}{F^{0,14}} \cdot$$

$$\text{второго района } C_v = 1,1 \frac{H^{0,08}}{F^{0,25}} \cdot$$

$$\text{третьего района } C_v = 0,09 \frac{H^{1,4}}{F^{0,13}} \cdot$$

где средняя взвешенная высота бассейна  $H$  дана в километрах.

Как усматривается из приведенных выше формул, утверждение, что высота водосбора с изменчивостью стока находится в обратной связи, не подтверждается. По-видимому, ввод высоты водосбора в корреляционную зависимость, по первому и третьему районам несколько уточняет величину коэффициента вариации. Районирование территории Армянской ССР по распределению коэффициентов вариации стока показано на рис. 5 римскими цифрами.



Рис. 5. Районирование территории Армянской ССР по распределению коэффициента вариации стока.

Институт водных проблем  
АН Армянской ССР

Поступило 15.XI.1961 г.

Է. Ա. ԱԹԱՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԵՏԵՐԻ ՀՈՍԻՒ ՎԱՐԻԱՅԻՄԱՅԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Տարեկան հոսքի մոտոփոխականությունը և նրա համանական տատանումները կախում ունեն մի շարք ֆակտորներից, հիմնականում ջրալին բաշանսի էրեմենաներից և նրանց բաշխումից ինչպես տարվա ընթացքում, ալնպես էլ տարածություն մեջ, ջրահավաք ավազանի մակերեսի վրա:

Հայաստանի գետերի հոսքի ուսումնասիրությունը ցույց է տվել, որ նրա տատանումները հիմնականում կախում ունեն ջրահավաք ավազանի մեծությունից և նրա միջին բարձրությունից: Օդտազործելով Հայաստանի գետերի վրա 70 կետերում կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքները, հոսքի վարիացիայի տեղաբաշխման տեսակետից ամբողջ տերիտորիան բաժանված է երեք մասի՝ Գուռի ավազան և նրա հետ միասին Սևանա լճի ջրահավաք ավազանի հյուսիսային մասը (հյուսիսային գետեր), Արաքսի ավազանը Սևանի հարավային մասի հետ (հարավային գետեր) և բարձրլեռնային ու խիտ կանոնավորված գետերը, Սևիջուր, Մարրիկ և Գավառագետ:

Հոսքի վարիացիան ցանկացած գետերի ամեն մի կետում կարելի է հաշվել ստացված բանաձևերով: Հյուսիսային գետերի համար՝

$$C_v = \frac{0,45}{F^{0,1}} \text{ ըստ որում } r = -0,65 \quad E_r = \pm 0,02$$

հարավային գետերի համար՝

$$C_v = \frac{1,05}{F^{0,23}} \text{ որտեղ } r = -0,14 \quad E_r = \pm 0,06$$

կանոնավորված գետերի համար  $C_v = \frac{0,35}{F^{0,15}} \text{ ըստ որում } r = -0,75 \quad E_r = \pm 0,07$

ջրահավաք ավազանի բարձրության հետ  $C_v$ -ի կապը անհամեմատ ավելի թույլ է ստացվում:

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Андреевс В. Г. Внутригодовое распределение речного стока, Л., 1960.
2. Вазисов А. Н. Средний многолетний сток рек Армянской ССР и его внутригодовое распределение. Ереван, 1956.
3. Валесян В. П. Исследование стока горных рек Армянской ССР. М., 1955.
4. Давидов Л. К. О коэффициенте вариации годового стока рек. «Метеорология и гидрология» Л., 1946.
5. Зайков Б. Д. Средний сток и его распределение в году на территории Кавказа. Л., 1948.
6. Крицкий С. Н. и Менкель М. Ф. Гидрологические основы речной гидротехники. Инф. АН СССР, М.—Л., 1950.
7. Крицкий С. Н. и Менкель М. Ф. Расчеты речного стока. М., 1934.
8. Соколовский Д. Л. Применение кривых распределения к установлению вероятных колебаний годового стока рек Европейской части СССР. Л., 1930.
9. Соседов И. В. Опыт приближенного определения коэффициента вариации годового стока горных рек восточного Казахстана (Вестник АН КазССР), Алма-Ата 1954.
10. Шульц В. Л. Реки Средней Азии, М., 1949.