

А. Н. Важнов

**Методика расчета среднего многолетнего стока неизученных рек
 Армянской ССР**

(Представлено И. В. Егиазаровым 23 I 1951)

Существующая сеть гидрометрических наблюдений, даже в равнинных условиях, непосредственно не может характеризовать средний многолетний сток любой реки. Для этого прибегают к обобщению результатов наблюдений по территории на основе физических связей с различными природными факторами. Наиболее распространенным методом обобщения является построение карт изолиний средних модулей стока (в л/сек км²).

Для территорий с горным рельефом карты строятся на основе графических зависимостей средних модулей от высоты водосборов. Для Кавказа такая карта построена Б. Д. Зайковым (1).

Однако применение таких карт для определения среднего стока малых неизученных рек часто не обеспечивает необходимой точности результатов. Это обстоятельство отмечалось рядом авторов, которыми предложены различные способы уточнения вычислений. Например, Б. В. Поляков (2) указывает, что даже в равнинных условиях использование карт модулей часто приводит к ошибкам, достигающим в отдельных случаях до 50%. Для малых рек Волго-Донского водораздела им предложена поправочная формула:

$$M_0 = 0,4 M_k \varphi F^{0,07},$$

где φ — коэффициент, учитывающий площадь распространения и качество проницаемых почв; для сильно проницаемых почв (сыпучих песков, осыпей, галечников, а также трещиноватых известняков), в зависимости от занятой ими площади F_n ,

$$\varphi = 1 - 0,3 \frac{F_n}{F},$$

а для слабо проницаемых почв (плотные суглинки)

$$\varphi = 1 + 0,3 \frac{F_c}{F}.$$

Здесь M_0 — уточненная величина модуля (в л/сек), M_k — вели-



чина, снятая с карты изолиний, F — площадь водосбора, а f_n и f_c — площади, занятые почвами указанной проницаемости.

В других поправочных формулах, на которых мы здесь не останавливаемся, учитывается также влияние заболоченности, озерности и облесенности водосборов.*)

Специфика территории Армянской ССР состоит не столько в разнообразии почв, сколько в сложности ее геологического строения, обуславливающего проникновение талых вод и атмосферных осадков на большую глубину и образование обширных подземных резервуаров, питающих мощные родники. Выходы воды на поверхность сосредоточены в отдельных пунктах или на небольших площадях, вследствие чего подземный сток реки сильно изменчив по территории. В связи с этим существенно меняется и полный сток рек, находящихся в одинаковых климатических условиях.

Таким образом, величина руслового стока в отдельных речных створах может существенно уклоняться от полного (климатического) стока. Насколько значительно это отклонение, можно видеть из следующих построений. На рис. 1 представлена связь модуля минимального стока (среднего за многолетний период), а также показателя естественной зарегулированности реки (отношения этого модуля к модулю полного стока) с площадями водосборов.

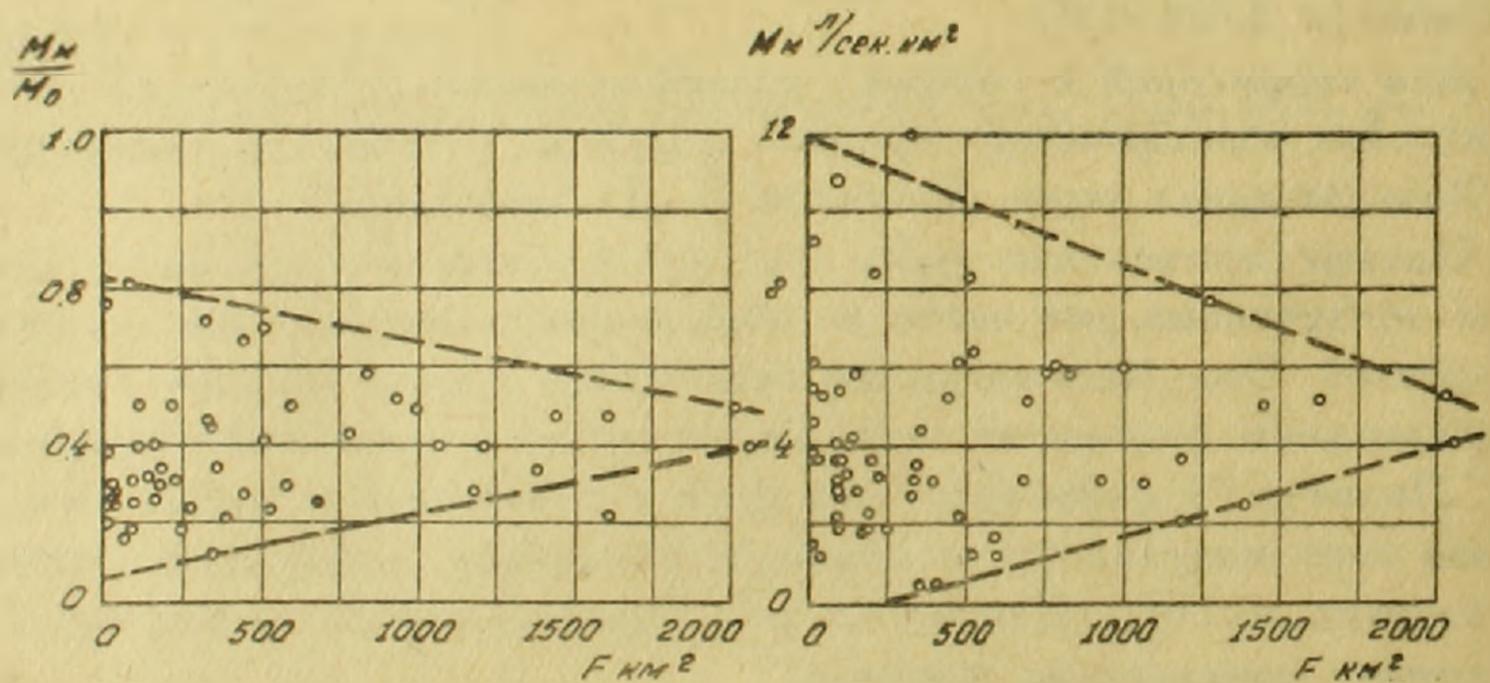


Рис. 1. Связь модуля минимального стока и показателя естественной зарегулированности с площадью водосборов.

Рисунок показывает, что средние модули минимального стока и показатель зарегулированности меняются в очень широких пределах, особенно для малых водосборов. В частности, минимальный модуль колеблется от нуля до 12 л/сек. При этом нулевое значение может иметь место для водосборов площадью до 250 км². Другими словами, в районах с сильно трещиноватыми породами могут встречаться водосборы, площадью до 250 км², которые в межень не дают стока. В то

*) Например, в формуле А. В. Огиевского (3).

же время имеются очень малые ручьи, постоянно питаемые родниками, площадь водосборов которых равна десяткам км².

Если разделить всю территорию Армении на три части по степени проницаемости горных пород и вычислить средние значения показателя естественной зарегулированности рек $\left(\frac{M_m}{M_o}\right)$, то получим следующие величины:

- для районов со слабо проницаемым покровом — 0,25,
- " " со средне проницаемым покровом — 0,35,
- " " с сильно проницаемым покровом — 0,55.

Другими словами, в районах с сильно и средне проницаемым покровом (трещиноватые лавы и известняки) расход подземного стока в среднем составляет от 35 до 55% от среднего годового расхода. Следовательно, при определении среднего многолетнего расхода по карте изолиний модулей, для рек с незначительным родниковым питанием мы можем в отдельных случаях получить завышенные в два и более раза результаты. Может иметь место и обратная картина, т. е. значительное занижение величин стока.

Важно также отметить, что в условиях однородного покрова, например, в районах, занятых андезито-базальтовыми лавами, в различных частях одного и того же бассейна можно встретить русла, совершенно лишенные родникового стока, и русла, в которых подземный сток преобладает над поверхностным. Отсюда становится ясным, что введение каких-либо поправочных коэффициентов к результатам вычисления по карте, исходя из характера почв или горных пород, не приведет к желаемому уточнению, и построение формул, подобных вышеприведенной формуле Б. В. Полякова, исключается. В наших условиях для этого необходимо иметь характеристику подземного питания реки до рассматриваемого створа, которая может быть получена в результате наблюдений во время устойчивой межени, хотя бы и кратковременных.

Предлагаемый способ введения поправок к карте изолиний модулей основан на следующих положениях.

Для рек, находящихся в районах с однородным геологическим строением (в отношении проницаемости пород), при условии отсутствия подземного водообмена между смежными орографическими водосборами, должна существовать связь между модулями подземного и полного (климатического) стока, или, по крайней мере, — постоянство их отношения. Это постоянство будет нарушаться для районов с сильно проницаемым покровом в результате несовпадения орографического и подземного водоразделов. Но занижение или завышение модуля подземного стока (M_m), очевидно, должно отразиться и на величине замеренного в данном створе полного стока (M_o). Русловой сток уменьшится на величину подземного водообмена (ΔM_m), так же, как и подземный сток. Следовательно, для однородных геологических районов связь между модулями подземного и руслового стока должна сох-

раняться даже при условии сильной трещиноватости и проницаемости покрова. Доказательством этому могут служить графики связи между модулями подземного и руслового стоков, построенные отдельно для районов со слабо проницаемыми, средне проницаемыми и сильно проницаемыми породами (рис. 2, 3 и 4).

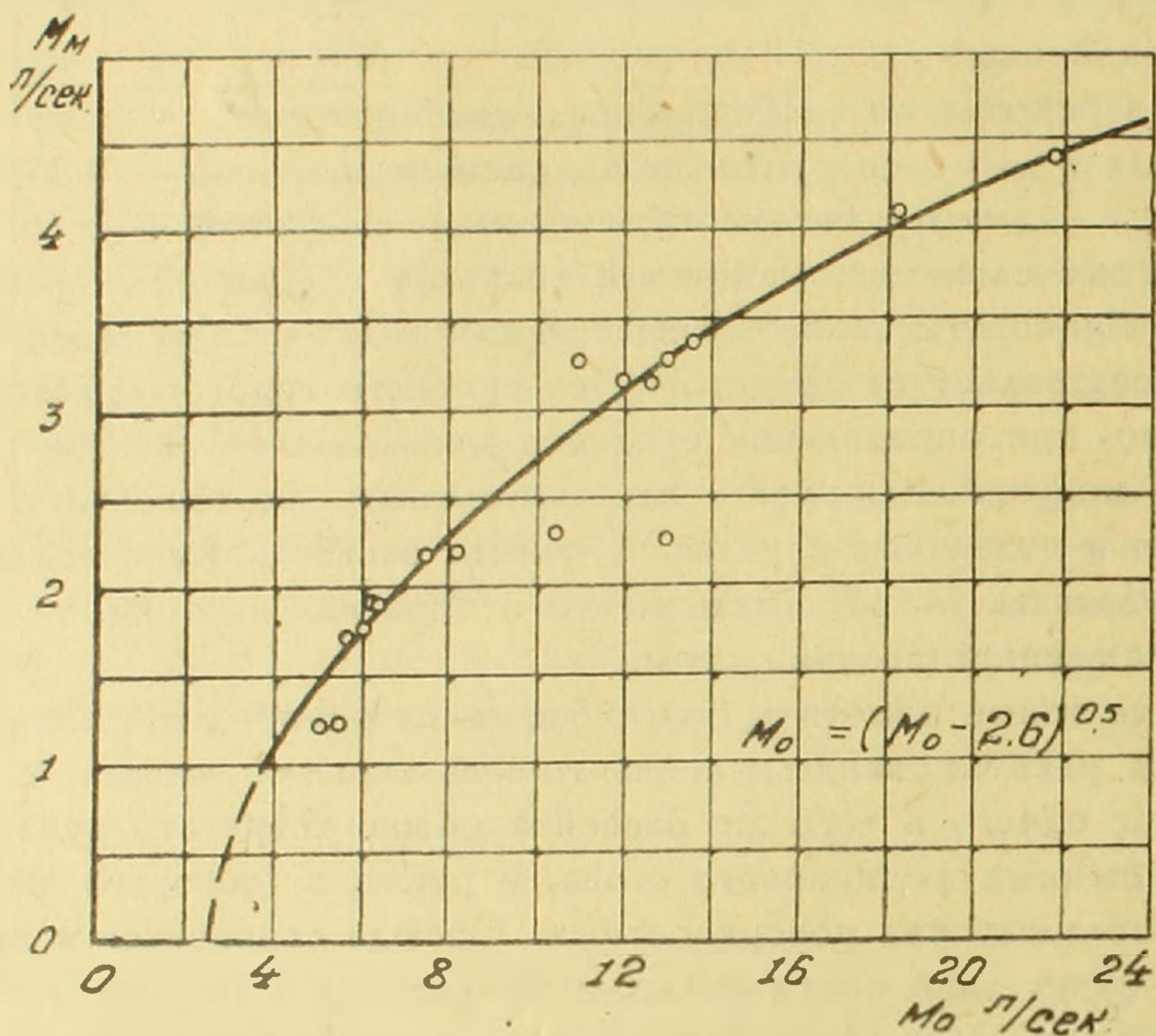


Рис. 2. Связь модуля минимального стока со средним многолетним модулем для районов со слабо проницаемым покровом.

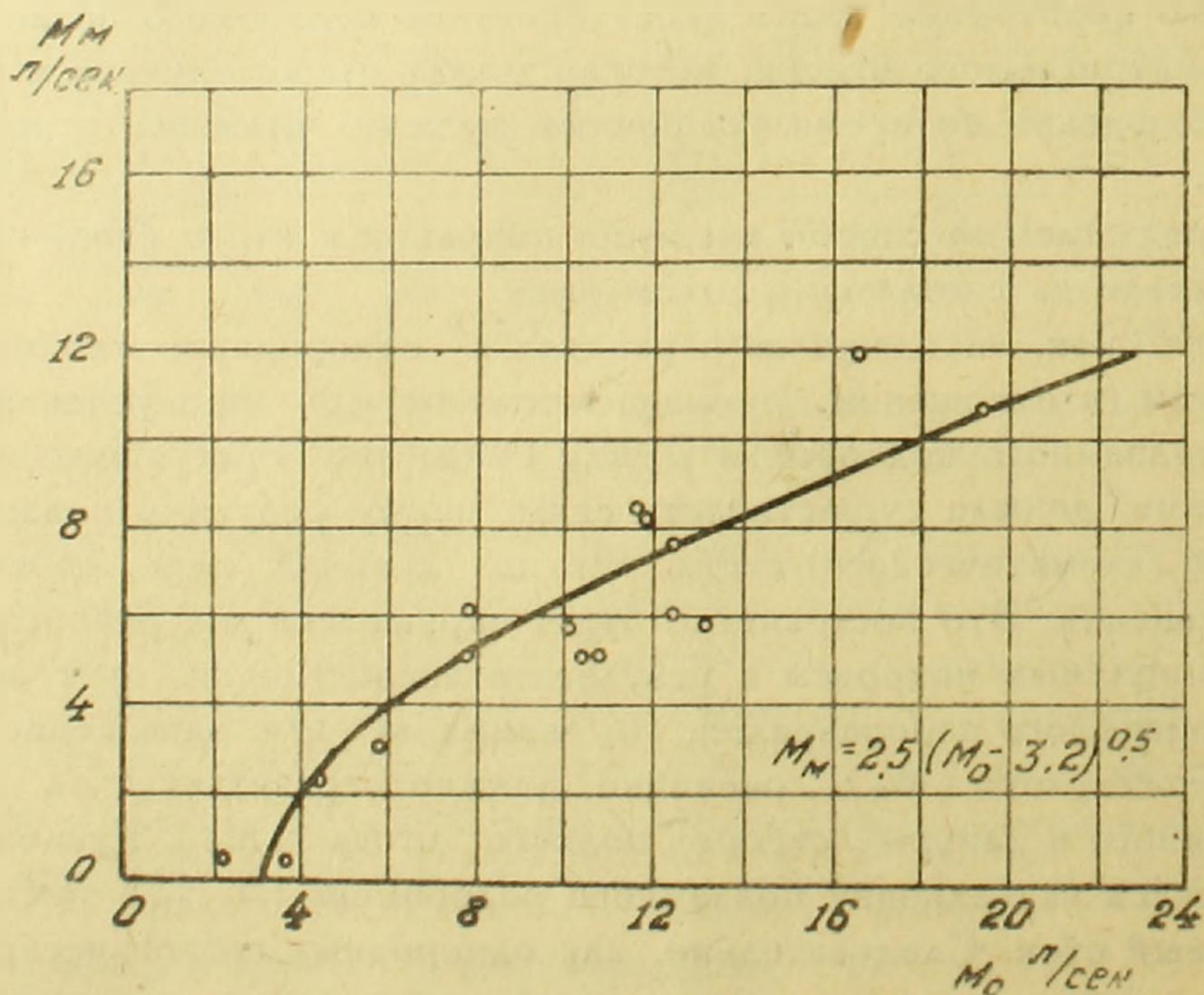


Рис. 3. Связь модуля минимального стока со средним многолетним модулем для районов с сильно проницаемым покровом.

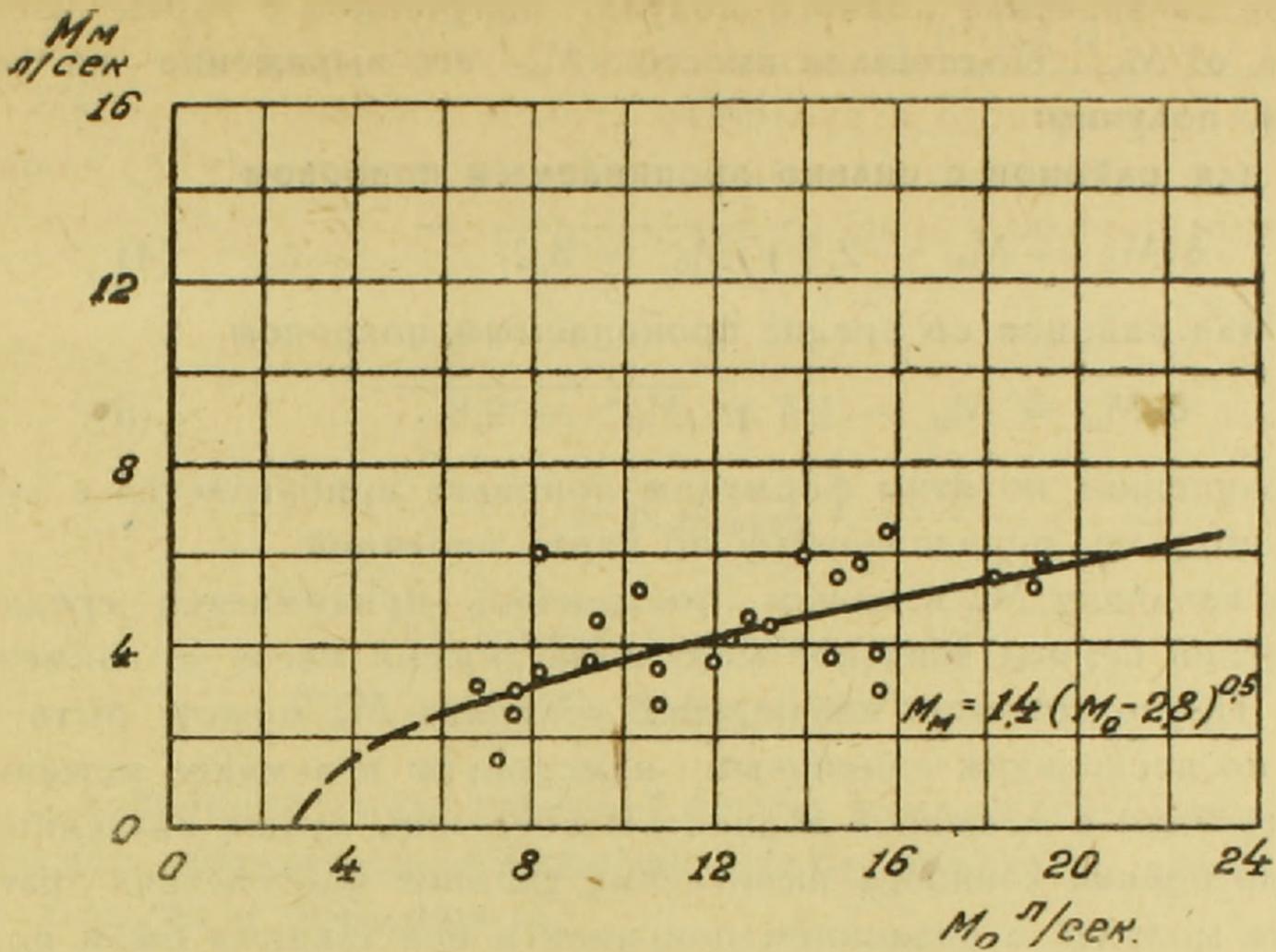


Рис. 4. Связь модуля минимального стока со средним многолетним стоком для районов со средне проницаемым покровом.

Графики, между прочим, показывают, что с возрастанием руслового стока подземный сток растет замедленно; минимальное значение руслового стока, при котором подземный сток иссякает полностью, равно около 3 л/сек.

Проведенные на графиках кривые с удовлетворительной точностью могут быть описаны уравнением параболы:

а) для районов с сильно проницаемым покровом

$$M_m = 2,5 (M_0 - 3,2)^{0,5}; \quad (1)$$

б) для районов со средне проницаемым покровом

$$M_m = 1,4 (M_0 - 2,8)^{0,5}; \quad (2)$$

в) для районов со слабо проницаемым покровом

$$M_m = (M_0 - 2,6)^{0,5}. \quad (3)$$

В этих уравнениях M_0 — модуль руслового (полного) стока, а M_m — модуль подземного стока. Как тот, так и другой, в общем случае, могут не совпадать с соответствующими модулями полного климатического стока, которые могут быть получены с карты изолиний модулей.

Формулы (1) и (2) послужили основой способа введения поправок к карте стока для районов с проницаемым покровом.

Величина ошибки, согласно вышесказанному, выразится:

$\delta M_0 = M_m - M_m'$, где M_m — истинный (наблюдающийся в русле) средний модуль подземного стока (в л/сек. км²), а M_m' — модуль подземного стока, полученный по уравнениям (1) и (2), причем за M_0

принимается значение полного модуля, полученное с карты изолиний стока, т. е. M_0' . Подставляя вместо M_m' его выражение из формул (1) и (2), получим:

а) для районов с сильно проницаемым покровом

$$\delta M_0 = M_m - 2,5 \sqrt{M_0' - 3,2} \quad (4)$$

б) для районов со средне проницаемым покровом

$$\delta M_0 = M_m - 1,4 \sqrt{M_0' - 2,8} \quad (5)$$

Полученная по этим формулам поправка прибавляется с учетом знака к модулю, определенному по карте изолиний.

За величину M_m в нашем построении принимается среднее за многолетний период значение модуля за зимний месяц с наименьшим стоком. При отсутствии наблюдений величина M_m может быть определена по нескольким единичным измерениям в зимнюю межень, путем сравнения с меженной водностью соседних, лучше изученных рек.

Для оценки точности вычислений средних многолетних расходов по карте модулей с введением поправок и без таковых были проделаны соответствующие вычисления для 26 водосборов на территории Армянской ССР. В первом случае, т. е. с учетом поправок, в 96% всех случаев ошибка не превосходила 3 л/сек, а во втором, без уточнения по формулам, ошибка менее 3 л/сек наблюдалась только в 85% всех случаев.

Предложенный метод уточнения позволяет избежать ошибки более 3—4 л/сек.

Водно-энергетический институт
Академии наук Армянской ССР

Ա. Ն. ՎԱԺՆՈՎ

Հայկական ՍՍՌ-ի ջուսուճնասիրված գետերի բազմամյա միջին հոսքի
հաշվարկելու մեթոդը

Չուսուճնասիրված գետերի բազմամյա միջին հոսքի որոշումը կատարվում է միջին հոսքի մոդուլների իզոգոնների քարտեզով: Բայց դրա տված սխալանքը փոքր գետերի համար հասնում է մինչև 50 տոկոսի, իսկ լեռնային պայմաններում մինչև 100 և ավելի տոկոսի:

Աշխատանքում տրվում է լեռնային պայմաններում և ջրհավաք ավազանների պահանջան գեոլոգիական կազմության գեպում հոսքի նորման հաշվելիս առաջացած մեծ սխալանքների պատճառների անալիզը և շարադրվում է քարտեզով հաշվարկելու մեթոդը կիրառելով բանաձևեր, որոնք հաշվի են առնում Հայկական ՍՍՌ տերիտորիայի սպեցիֆիկան:

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. Д. Зайков. Средний сток и его распределение в году на территории Кавказа, Тр. НИУ ГУГМС СССР, сер. IV, в. 40, 1946. 2. Б. В. Поляков. „Метеорология и гидрология“, № 1, 1948. 3. Гидрологические расчеты для рек УССР, под ред. А. В. Огиевского, АН УССР, 1947.