

ГИДРОЛОГИЯ

А. И. ЗАК

К ВОПРОСУ О РАСЧЕТЕ МИНИМАЛЬНОГО СТОКА РЕК
АРМЯНСКОЙ ССР

Минимальный сток горных рек Армянской ССР наблюдается обычно в зимний период и он обусловлен наличием и емкостью наземных и подземных аккумуляторов влаги. К наземным аккумуляторам относятся озера, к подземным — почво-грунты и коренные породы, представляющие собой подземные водохранилища. Особо благоприятные условия для аккумуляции подземных вод создают бассейны с водоносными трещиноватыми породами, через которые происходит питание рек, в период летней и зимней межени. Влияние подземного питания имеет настолько большое значение, что даже смежные бассейны, при одинаковых физико-географических условиях, размерах и высотном положении, отличаются друг от друга по водности в период летней и даже зимней межени. С другой стороны, чем больше бассейн, тем больше сглаживающее влияние местных геологических азональных факторов и тем больше влияние зональности на минимальный сток. Итак, величина минимального стока непосредственно зависит от запасов воды в бассейнах и от глубины вреза речных русел.

Косвенным показателем размеров грунтового питания реки до некоторой степени является норма годового стока, характеризующая условия увлажнения бассейна, и площадь водосборов и другие факторы, определяющие ее аккумулялирующую способность. На учете этих двух факторов основано большинство эмпирических формул для расчета минимального стока. Для горных рек Армянской ССР, вследствие большого разнообразия гидрогеологических условий, зависимость минимального стока летней и зимней межени от площади и средней высоты бассейнов рек прослеживается весьма слабо. Если же исключить случаи, когда подземный подтобмен между смежными водосборами значителен, можно ожидать достаточно удовлетворительную связь между минимальным и средним годовым модулями стока в виде

$$M_{\min} = f(M_0). \quad (1)$$

Очевидно, что эта зависимость будет правильно отражать естественное состояние реки в период летней и зимней межени в том случае, если учтены отъемы из реки на ирригацию и водоснабжение. К сожалению это не всегда учитывалось исследователями в прошлом, в

результате чего действительный минимальный сток искусственно занижался. Отсутствие показателя естественной зарегулированности стока является одной из причин неудовлетворительных результатов определения минимального стока рек Армянской ССР.

В целях установления влияния естественной зарегулированности стока в период летней и зимней межени, в качестве показателя зарегулированности стока нами принято отношение среднего за весь ряд наблюдений (32 года) наименьшего за зимние месяцы среднего месячного расхода воды — $Q_{\text{зим}}$ к среднему многолетнему расходу воды (норма стока) данной реки Q_0 .

$$K_z = \frac{Q_{\text{зим}}}{Q_0} \quad (2)$$

В помещаемой ниже табл. 1 приведены значения норм минимальных годовых значений расходов воды зимней и летней межени, годового стока, а также коэффициентов зарегулированности и вариации стока.

В бассейне реки Севджур наблюдается наиболее высокий показатель геологической зарегулированности $K=0,97$. Небезинтересно от-

Таблица 1

Наименование гидрологического поста	Площадь F , км ²	Средняя высота подбора H , м	Зимняя межень $Q_{\text{зим}}$, м ³ /сек	Летняя межень $Q_{\text{лет}}$, м ³ /сек	Норма годового стока Q_0 , м ³ /сек	Коэффициент зарегулированности K_z	Коэффициент вариации минимального стока $C_{\text{мин}}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Памбак—Наалбанд	368	2050	0,31	0,81	2,82	0,11	—
Памбак—Спитак	460	2111	0,99	2,26	8,57	0,12	—
Памбак—Арчут	660	1990	1,13	2,62	4,05	0,28	—
Памбак—Кировакан	960	—	1,44	2,97	6,20	0,23	—
Памбак—Мегрут	1070	1980	1,60	4,03	8,57	0,19	0,23
Памбак—Шагали	1250	1960	2,05	4,60	10,00	0,21	—
Памбак—Туманян	1370	1920	2,38	4,98	11,6	0,21	0,34
Чичкан—Гетик	103	2250	0,28	0,48	1,14	0,25	—
Чичкан—Наалбанд	181	2240	0,37	0,68	1,67	0,22	0,37
Варднан—Джрашат	13,3	2050	0,04	0,04	0,09	0,44	—
Варднан—Спитак	92	1905	0,16	0,57	0,50	0,32	—
Тандзут—Хидзорут	92	2120	0,33	0,55	1,86	0,18	0,28
Тандзут—Кировакан	148	1850	0,42	0,89	2,70	0,16	—
Дзорaget—Степанаван	1000	1930	4,00	6,35	12,6	0,32	0,14
Чкпах—Степанаван	163	1990	0,39	0,98	2,55	0,15	0,30
Дебет—Ахтала	3430	1820	8,70	14,9	32,5	0,27	—
Марцигет—Туманян	255	1720	0,20	0,58	2,47	0,12	0,39
Агстев—Дилижан	222	2000	0,39	0,58	2,45	0,16	0,33
Агстев—Иджеван	1300	1800	1,21	2,32	9,22	0,13	0,32
Агстев—Кривой мост	1610	1725	1,42	2,58	11,3	0,13	0,23
Гетик—Красносельск	94	2120	0,02	0,14	0,11	0,14	0,38
Гетик—Алачук	594	1940	0,49	0,82	3,68	0,13	—
Воскепар—Воскепар	178	1830	0,09	0,18	1,97	0,08	0,38
Ахум—Цахкяван	169	1650	0,33	0,43	1,56	0,21	—
Ахиджа—Айгедзор	433	1630	0,38	0,39	3,05	0,12	0,36
Ахуриан—Шурабад	230	2350	0,63	0,71	2,36	0,27	—
Ахуриан—Капе	839	2210	3,10	5,10	8,63	0,36	—
Ахуриан—Ахурик	1010	2100	3,92	6,10	10,0	0,39	0,15
Ахуриан—Айгадзор	1140	2010	11,9	17,3	28,2	0,42	—

Продолжн. табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Карангу—Карибджанян	1020	2020	0,29	0,72	1,13	0,26	—
Гариопит—Гариовит	12	2640	0,02	0,02	0,09	0,22	0,5
Касах—Анаран	385	2320	0,15	0,25	0,85	0,18	0,39
Касах—Зовуни	591	2260	0,78	1,35	3,29	0,24	0,36
Касах—Аштарак	1020	2150	2,00	4,10	6,43	0,31	0,27
Гехарот—Араган	386	9100	0,14	0,28	0,82	0,17	0,66
Севджур—Зейва	2620	1410	20,3	21,3	21,3	0,95	0,06
Севджур—Эчинадзин	3260	1660	24,7	25,7	25,7	0,96	0,13
Севджур—Ранчпар	3540	1610	27,2	28,0	28,0	0,97	0,07
Раздан—Ахлюрак	760	2190	2,6	7,6	11,5	0,20	0,37
Раздан—Арзин	1270	2140	5,8	5,8	15,5	0,38	0,42
Раздан—Ереван	1910	2000	6,5	0,5	21,5	0,30	0,35
Мармарик—Агавнадзор	387	2350	0,06	1,11	5,71	0,17	0,31
Дзюкнагет—Цовнагох	85	2220	0,12	0,13	1,08	0,11	0,39
Памбак—Памбэк	20	2540	0,05	0,10	0,20	0,25	0,26
Масрик—Мазра	327	2380	0,80	0,60	1,29	0,62	—
Масрик—Басаргечар	458	2340	0,86	1,07	2,10	0,11	0,15
Масрик—Цовак	685	2312	0,60	2,89	3,76	0,69	0,14
Макенис—Картахпюр	116	2602	0,62	0,91	1,00	0,62	0,14
Варденик—Варденик	105	2760	0,35	0,56	1,75	0,20	0,40
Аогичи—Геташен	366	2470	1,25	1,57	4,83	0,25	0,22
Карадзи—Карадзи	92	2600	0,65	0,80	1,60	0,41	0,33
Гавзрагет—Норадуз	467	2430	2,24	3,20	3,76	0,70	—
Азат—Гарин	326	2120	3,60	3,65	5,03	0,61	0,10
Азат—Зовашен	526	2220	4,20	4,50	7,31	0,57	0,10
Вели—Карабахлар	329	2090	0,47	0,50	1,90	0,25	0,37
Арпа—Кечут	211	2750	2,47	2,84	5,39	0,16	—
Арпа—Ехегнадзор	1220	2140	3,69	1,86	11,7	0,33	0,16
Арпа—Арсни	2060	2100	6,74	8,75	22,1	0,31	0,21
Элегис—Шатин	458	2350	1,98	2,71	9,95	0,21	0,13
Салигет—Шатин	174	2070	0,36	0,50	1,80	0,20	0,25
Мегригет—Анчик	21	2960	0,10	0,70	0,75	0,13	0,28
Вохчи—Кафан	660	2380	1,73	2,70	8,24	0,21	0,30
Норашеник—Норашеник	96	1050	0,05	0,2	0,92	0,05	0,37
Воротан—Борисовка	507	2630	2,34	4,83	7,45	0,31	0,20
Воротан—Антехакит	787	2520	3,44	6,76	11,4	0,30	0,17
Воротан—Урут	1550	2380	6,86	11,0	18,5	0,37	0,12
Воротан—Эйлазлар	2020	2280	8,80	13,5	22,6	0,39	0,15

метить, что на реке Севджур коэффициент вариации стока $C_v=0,06$, т. е. он оказывается наименьшим на территории Армянской ССР. Большой диапазон колебания коэффициента естественной зарегулированности свидетельствует о разной степени влияния подземного и озерного регулирования на сток рек, в результате чего нарушается связь между минимальным стоком—площадью и средней высотой водосбора.

По отдельным физико-географическим районам были получены следующие коэффициенты зарегулированности (табл. 2). Рассмотрение приводимого графика связи минимального стока $Q_{\text{зм}}$ с нормой стока Q_0 наглядно показывает, что эта связь оказывается линейной, т. е.

$$Q_{\text{зм}} = K \cdot Q_0, \quad (3)$$

причем коэффициент K , изменяется по территории в больших пределах (от 0,23 до 0,97), что нарушает связь между минимальным сто-

Таблица 2

Наименование физико-географического района	Реки, протекающие в данном физико-географическом районе	Коэффициент зарегулированности		
		средний по району	минимальный	максимальный
Ахурьяно-Разданский	Ахурян Касах Гехарт Раздан Мармарик	0,27	0,17	0,42
Лебедский	Намбак Чичкан Дзорагет Талдзут Дебет	0,43	0,33	0,50
Агстевский	Агстев Тавуш Гетик	0,27	0,27	0,27
Севапский	Аргичи Масрик Гаварагет Дзыкнагет	0,37	0,37	0,37
Азат-Арпинский	Азат Ведп Арпа	0,52	0,44	0,67
Воротан-Мегринский	Вохчи Воротан Мегригет	0,37	0,27	0,48
Севджурский бассейн	Севджур	0,96	0,95	0,97

ком и нормой стока (рис. 1)*. Каждая из семи значений коэффициента K_z соответствует определенным условиям естественной зарегулированности.

Табл. 2 наглядно показывает, что река Севджур находится в особых геологических условиях (коэффициенты зарегулированности находятся в пределах 0,95–0,97), в которую разгружается подземный сток ниже впадения реки Касах в количестве 24 м³/сек.

В заключение отметим, что между коэффициентом зарегулированности и коэффициентом вариации минимального стока, имеется, как это видно из рис. 1, удовлетворительная зависимость. Имея коэффициент естественной зарегулированности можно определить коэффициент вариации минимального стока рек.

* Полученные на рис. 1 семь зависимостей $Q_{\min} f(Q_0)$ не согласуются с отдельными региональными физико-географическими районами указанными в табл. 2 и их следует рассматривать лишь как функцию от геологической зарегулированности.

Между минимальным стоком зимней и летней межени имеется связь, позволяющая рассчитать минимальный сток летней межени,

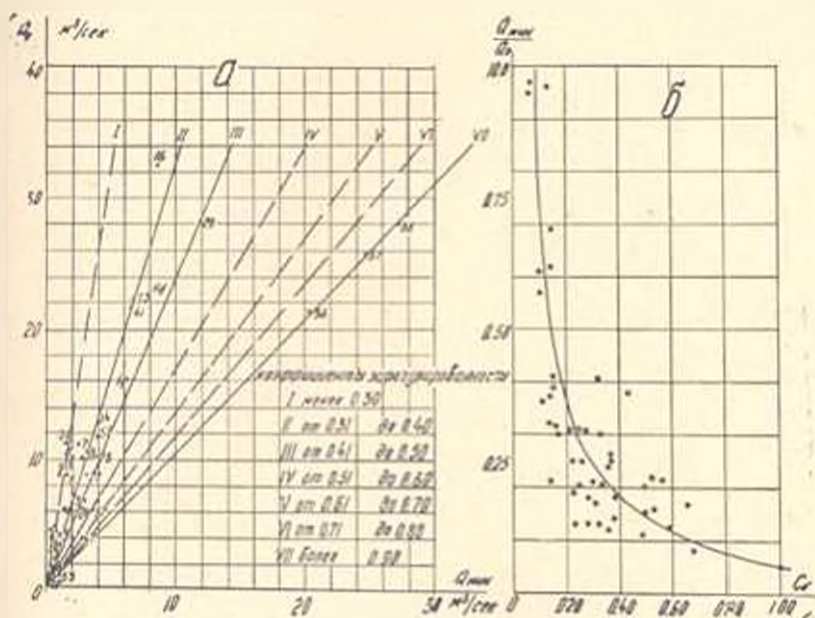


Рис. 1. Зависимость минимального зимнего расхода воды от среднего многолетнего расхода и коэффициента вариации минимального стока от естественной зарегулированности.

(рис. 2). Уравнение связи с точностью $\pm 10\%$, $\pm 15\%$ может быть представлено формулой

$$Q_{\text{лет. меж.}} = 2.14 Q_{\text{зим. меж.}}^{0.72} \quad (4)$$

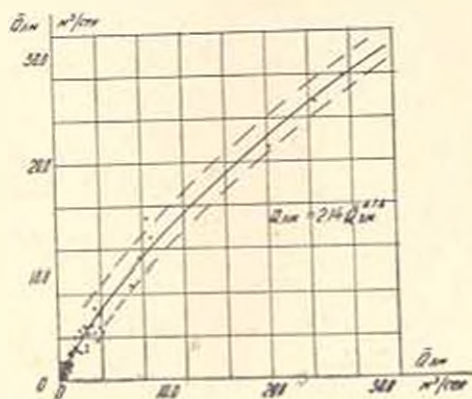


Рис. 2. Связь минимальных расходов воды зимней и летней межени.

Таким образом, для определения нормы минимального стока летней межени для неизученной реки необходимо пользоваться картой среднего годового стока рек Армянской ССР и коэффициентом естественной зарегулированности, определить норму минимального стока зим-

ней межени. Затем, на основании зависимости типа (4) определить норму минимального стока летней межени.

ИНСТИТУТ МВХ
Армянской ССР

Поступило 12.X.1965 г.

Ա. Ի. 204

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՈՒ ՊԵՏԵՐԻ ՆՎԱԶԱԴՈՒՅՆ ՀՈՍՔԻ ՀԱՇՎՈՒՆ ՀԱՐՅԻ ՇՈՒՐՋՈՒ

Ա մ փ ո ւ ղ ո թ ի մ

Հիդրոլոգիական ցանցի կայանների դիտումների նյութերի անալիզի և բնոգնարացման հիման վրա հողվածում որոշվում է գետերի մինիմալ հոսքը և նրա փոփոխականությունը:

Հեղինակը նշում է, որ լեռնային գետերի վրա մինիմալ հոսքը սովորաբար դիտվում է ձմեռային սեզոնում և այն կախված է հոսքի բնական կանոնավորվածությունից (լճային և գրունտային սառեցումից):

Աշխատանքում ստացվում է կապ մինիմալ հոսքի և բնական կանոնավորվածության ցուցանիշի միջև, որը արտահայտվում է (2) բանաձևով:

Գրաֆիկ կախվածությունը հեղինակը ստանում է ուղիղ գծերի բնտանիքի տեսքով, որի չորաքանչյուր դիժր համապատասխանում է կանոնավորվածության գործակիցի որոշակի արժեքին:

Հետապատկան կանոնավորվածության գործակիցները կապվում են միջին և մինիմալ հոսքի վարիացիայի գործակիցների հետ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Важнов А. И. Средний многолетний сток рек Армянской ССР. Изд. АН Армянской ССР, Ереван, 1956.
2. Валеев В. И. Исследование стока горных рек Армянской ССР. Изд. АН СССР М., 1955.
3. Зак А. И. Сток рек Армянской ССР и его формирование. АН Азербайджанской ССР, Баку, 1963 (автореферат).
4. Зак А. И. Средний сток и его изменчивость по рекам Армянской ССР. Известия АН Армянской ССР, серия ТН, т. XV, 1962.
5. Зак А. И. Использование кривых истощения стока для прогноза водности реки Дзорагет. Тезисы докладов совещания по проблеме гидрометеорологии горных стран. Ереван, 1963.