

ГИДРОЛОГИЯ

Մ. Ա. ՄԱՒԵԼՅԱՆ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДЗЕМНОГО СТОКА РЕК АРАГАЦСКОГО
 МАССИВА

Статья посвящена определению величины подземного стока, который представляет собой составную часть речного стока и является одним из элементов водного баланса. В свою очередь, подземная составляющая складывается из стока нисходящих и восходящих родников, а также из фильтрационных вод от атмосферных осадков. Количественное определение величины подземной составляющей стока является одним из сложных вопросов гидрологии, в особенности для специфики республики со своеобразной геологией и богатой родниками. При решении вопроса были проанализированы и использованы все имеющиеся кадастровые данные по родникам (в количестве свыше 200) и по стоку рек Арагацского массива. При этом, в целях уточнения и проверки имеющихся материалов по дебиту и режиму родников в течение лета 1962 г. были проведены экспедиционные обследования в бассейне реки Касях и ее притоков — Гехарот, Амберд и Шахверд.

Величина подземной составляющей рек Арагацского массива была определена по методу Ф. А. Макаренко [1].

В рассматриваемом случае балансовое уравнение подземного стока будет иметь вид: $W_n = W_{н.р} + W_{г.с}$, где W_n — подземный сток; $W_{н.р}$ — сток родников, выходящих выше максимального горизонта воды в реке (нисходящие родники); $W_{г.с}$ — грунтовый сток, состоящий из вод, поступающих из водоносных горизонтов и восходящих в русле реки родников. Недостаток метода заключается в том, что режим всего подземного стока принимается аналогичным режиму нисходящих родников. Признавая этот недостаток неустранимым, для получения более точной картины подземного стока при использовании метода [1] необходимо соблюсти следующие условия: По всем родникам необходимо иметь данные по замерам режимным или визуальным; Период наблюдений над режимными родниками должен совпасть с периодом наблюдений над речным стоком; Для родников, имеющих визуальные наблюдения, должны быть определены колебания режима в % от максимума; Речной сток должен рассматриваться в естественном состоянии с учетом водозабора.

Следует отметить, что несмотря на небольшие колебания дебита родникового стока по сравнению с колебаниями расходов реки, для не-

которых родников в многоводном году они могут достигать до 90% (родники бассейна р. Амберд, рис. 1).

Многолетние данные расходов воды с учетом водозаборов на орошение рассматривались по р. Ксах на постах Апаран, Зовуни и Аштарак. К сожалению, условие однородности периода наблюдений не было возможности выдержать, так как режимные наблюдения над

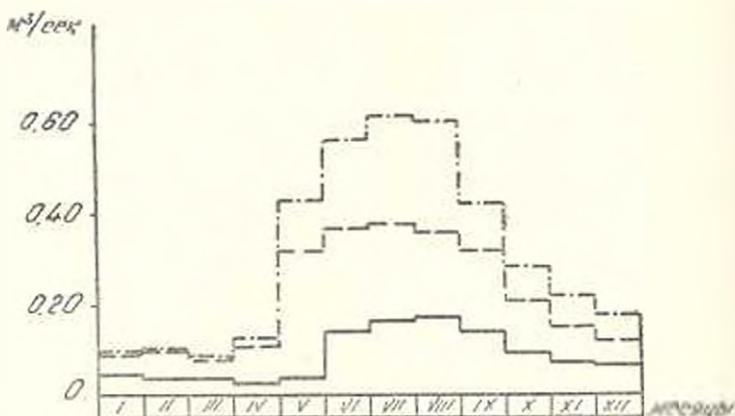


Рис. 1. Совмещенные графики режима родников бассейна р. Амберд за лет различной водности. — Маловодный год. — Средний год. — Многоводный год.

родниками стали вестись значительно позже, чем над стоком реки. Самые ранние систематические наблюдения над дебитом родников в районе массива г. Арагац, проведенные гидрогеологической станцией Армянского геологического управления, относятся к 1945 г. Наиболее учащенные измерения охватывают период 1950–1957 годов. В силу такого разноречия в периодах наблюдений, для речного стока был взят гидрологический ряд, начиная с 1950 г. по 1960 г. По родникам же рассматривались средние многолетние данные за имеющиеся для каждого из них периоды наблюдений. Все родники были распределены по упомянутым выше участкам бассейна р. Ксах, а также по бассейнам притоков Амберд и Шахверд (табл. 1). При наличии на рассматриваемом участке родников с режимными наблюдениями, имеющими тот же процент отклонений, что и родники с визуальными наблюдениями, месячные распределения дебитов последних принимались аналогичными распределению дебита режимных родников с таким же процентом отклонений. Полученный объем родников стока, по-видимому, был несколько завышен, так как замеренный дебит и режим источников относится к месту их выхода на дневную поверхность, которое в отдельных случаях может находиться на значительном расстоянии. Поэтому не исключена возможность, что до попадания родниковых вод в реку они иногда профильтровываются в аллювиальные отложения рек или создают заболоченность (например, Назырванские родники в бассейне р. Шахверд), поступаая в реку через гидравлически связанные с ней водоносные горизонты. Поскольку учесть эти потери без дополнительного обследования родников от места их

Таблица 1

Распределение дебита родников бассейна р. Касах по участкам

Участки	Дебит по визуальным наблюдениям л/сек	Максимальный дебит л/сек	Минимальный дебит л/сек	Качество родников			Дебит режимных родников	
				общее	режимных	режимных от общего количества в %	л/сек	%
До села Апаран	156	201	120	14	1	7	10	0,6
Апаран-Зовуни	750	830	820	40	6	15	643	86
Зовуни-Аштарак	657	705	610	33	8	24	517	79
Ниже села Аштарак	87	109	60	6	—	—	—	—
Шахерд	656	690	625	20	8	10	530	81
Шиберд	230	335	105	7	—	—	—	—
Итого по бассейну реки Касах л/сек	2545	2870	2340	120	23	19	1700	67

выхода до непосредственного поступления в реку пока не представляется возможным, то за дебит исходящих родников приходится принимать дебит, замеренный на месте выхода родников. Следует заметить, что родники, расположенные на западном склоне Арагацкого массива (бассейны рр. Карангу, Гехадзор, Селав Мастара, Гарновит и Талинские родники в количестве 89 штук), менее изучены. По ним имеются лишь эпизодические замеры; режимные наблюдения не ведутся. Суммарный дебит этих родников составляет 1,33 м³/сек, а по всему массиву с учетом бассейна р. Касах родниковая составляющая равна 3,87 м³/сек.

С целью сравнения результатов, полученных при выделении подземного стока различными путями, было произведено расчленение гидрографов стока также по методу Э. В. Джорджо [2].

Таблица 2

Сравнительная таблица подземной и поверхностной составляющих стока рек Арагацкого массива при расчленении гидрографов различными методами (в %)

Метод	Сток	Местоположение											
		р. Касах у Апарана	р. Касах у Зовуни	р. Касах у Аштарак	Гехадзор-Араган	Амберд-устье	Шахерд-устье	Касах-устье	Карангу-Кариджлик	Гарновит	Селав Мастара	Талинские родники	Итого по Арагацкому массиву
Майеренко	Речной	100	100	100	—	100	100	100	100	—	—	—	100
	Подземный	38	48	56	—	23	62	57	52	—	—	—	57
	Поверхностный	62	52	44	—	77	38	43	48	—	—	—	43
Джорджо	Речной	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	—	100
	Подземный	35	51	52	32	26	49	36	48	36	45	100	55
	Поверхностный	65	49	48	68	74	51	64	52	70	55	—	45

Для наглядности в табл. 2 приводятся величины подземной и поверхностной составляющих стока рек Арагацского массива, полученные методами Макаренко и Джорджио для различных рек и створов.

Как следует из табл. 2, величина подземной составляющей колеблется в среднем за многолетие от 26% (р. Амберд) до 89% (р. Шахверд), а по отдельным годам могут быть еще более резкие колебания. Расхождение может дать также применение одного и того же метода для различных лет и периодов. Примером может служить подземный сток р. Касах у с. Аштарак за 1954 г., подсчитанный А. Н. Важновым [3] по методу [1]. По данным [3] эта величина составляет около 70% всего годового стока, в то время как по нашим подсчетам по той же методике за период с 1950 д. по 1960 г. эта величина равна 56%.

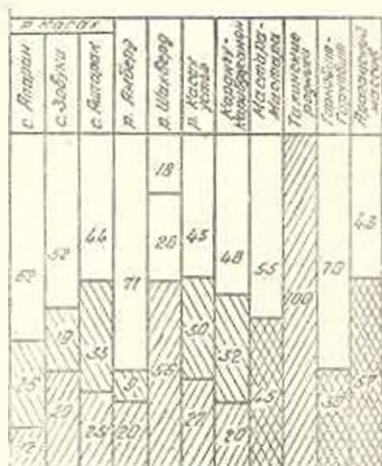


Рис. 2. Поверхностная и подземная составляющие стока по изученным створам рек Арагацского массива (в %): □ — родниковый сток; □ — сток грунтовых вод, поступающих из водоносных горизонтов и восходящих в бассейне родников; ▨ — поверхностный сток ▩ — подземный сток

Таким образом, из 345 млн м³ стока по всему Арагацскому массиву величина подземной составляющей, вычисленная по методу Макаренко равна 197 млн м³, из которых 122 млн м³ приходится на долю родников. Распределение стока рек Арагацского массива на поверхностную и подземную составляющие приведено на рис. 2.

Величина подземного стока, полученная по методу Джорджио, того же порядка, что по Макаренко, и составляет 190 млн м³. Близки между собой также полученные по обоим методам результаты и по месячному распределению (табл. 4).

В процессе разработки методических указаний по оценке ресурсов (запасов) подземных вод для Араратской долины в 1962 г. Н. Н. Веригиным была рекомендована схема выделения подземной составляющей речного стока, исходя из дат начала и конца половодья. При этом автор указывает эти даты с некоторым динамическим коэффициентом, являющимся функцией отношения продолжительности половодья к продолжительности подъема половодья. Построения по этому методу ведутся (для тех рек, в бассейнах которых имеются родники) на гидрографе реки от уровня родникового стока. Подземная составляющая, подсчитанная по последнему методу, получилась равной 176 млн м³, т. е. занижена на 20 млн м³. В этом случае заниженные значения подземной составляющей получены за счет ее умень-

Таблица 3

Распределение подземного стока по Макаренко и Джорджно (в % от среднегодового расхода)

Река пост	Метод	Месяц								Годовой расход реки м ³ /сек
		II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
Аларан	Макаренко	29	35	35	43	45	48	48	0,60	
	Джорджно	29	29	30	35	37	40	43		
Эзугун	Макаренко	50	51	52	53	54	55	56	3,20	
	Джорджно	50	50	51	52	53	53	51		
Шхара	Макаренко	52	52	55	60	62	63	65	0,96	
	Джорджно	52	52	53	53	53	53	53		
Шахера	Макаренко	82	82	82	84	83	83	85	1,19	
	Джорджно	84	91	91	91	91	92	92		
Амберд	Макаренко	14	12	18	40	16	40	45	1,18	
	Джорджно	19	23	24	37	31	38	42		
Касак	Макаренко	51	53	56	58	60	63	61	9,33	
	Джорджно	52	53	51	51	55	56	57		

Таблица 4

Модульные коэффициенты подземного стока, определенные по Макаренко и Джорджно

Река пост	Метод	Месяц												Годовой расход по Г.В.А.	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
п. Касак 3 поста	Аларан	Макаренко	0,76	0,76	0,92	0,92	1,13	1,18	1,25	1,25	1,20	1,02	0,85	0,79	0,30
		Джорджно	0,82	0,82	0,82	0,86	1,0	1,07	1,14	1,21	1,29	1,11	0,93	0,86	0,28
	Эзугун	Макаренко	0,93	0,97	0,95	0,99	1,02	1,04	1,07	1,08	1,03	0,99	0,97	0,89	1,66
		Джорджно	0,95	0,99	0,99	0,99	1,01	1,03	1,04	1,06	1,05	1,01	0,99	0,90	1,63
	Аларан	Макаренко	0,93	0,9	0,93	1,03	1,06	1,1	1,12	1,15	1,04	0,97	0,90	0,88	3,92
		Джорджно	1,0	1,0	1,0	1,01	1,01	1,01	1,02	1,02	1,02	0,99	0,97	0,95	3,63
Амберд-устье	Макаренко	0,50	0,50	0,41	0,53	1,38	1,62	1,71	1,5	1,41	1,0	0,71	0,79	0,31	
	Джорджно	0,53	0,71	0,84	0,87	1,18	1,27	1,40	1,53	1,70	0,71	0,71	0,56	0,32	
Шхара-устье	Макаренко	1,0	1,0	1,0	1,0	1,02	1,01	1,01	1,03	1,01	1,0	1,0	1,0	0,97	
	Джорджно	0,92	0,91	1,02	1,02	1,02	1,02	1,03	1,03	1,04	1,04	0,92	0,96	1,05	
Касак-устье	Макаренко	0,85	0,92	0,96	1,0	1,04	1,04	1,13	1,15	1,13	0,99	0,91	0,89	5,23	
	Джорджно	0,96	0,98	1,0	1,0	1,01	1,02	1,05	1,05	1,07	0,99	0,95	0,93	4,99	

шения в период весеннего половодья. Близкие с последним методом величины подземного стока получаются в результате применения гидрохимического метода, подробно изложенного в [4].

ИВП АН Армянской ССР

Поступило 27.IX.1962

Ն. Ա. ՄԱԽՃԱՅԱՆ

ԱՐԱՎԱՆԻ ԼՆՈՆԱԳՆԵՎԱԾԻ ԳԵՏՏՆԻ ՍՏԱՐԵՐԻՐԱ ՀՈՍԵՐ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Ա. մ. փ. ո. փ. ո. մ.

Հալսատանի համար, որը ջրի սուր պահասություն ունի, ջրային օստերների ռադիոնուկ ռադիոգործման ակտիվության մոդոլոգիական անոտետիվան պերսպեկտիվ պրոնոստիզումը առաջնային կարևորություն ինդիք է հանդիսանում: Այդ նկատառումով մեծ նշանակություն ունի գետային ավազանների և ջրհանների ջրային բաղանոթի հետադոտությունը:

Ջրային բաղանոթի բաղադրիչ տարրերից մեկը ստորերկրյա հոսքն է, որն իր հերթին գումարվում է վալլանիայ և վերընիայ ակունքների հոսքերից, ինչպես նաև մթնոլորտային տեղումներից ֆիլտրված ջրերից:

Հալսատանի լեռնային գետերի ստորերկրյա հոսքի մեծ ծավալ ունենալը ջրատաս ակունքների հաշվին, որոնք բացվում են ինչպես գետերի ավազաններում, այնպես էլ նրանց հաներում:

Հողվածում ջննարկվում են Մ. Ա. Մախճաչյանի և Ջ. Վ. Ջորջիոյի կողմից մշակված ստորերկրյա հոսքի անջատման եղանակները և համեմատարվում է Արագածի լեռնազանգվածի գետերի համար կիրառելի առաջին եղանակը:

Կատարված հաշվումները վերոհիշյալ լեռնազանգվածի գետերի (Քասախ, Դեղարտա, Ետեղիրդ և Ամբերա վտակներով, Կարանգու, Իսանհովիտ, Արավ-Մաստարալի և Թայինի ակունքների) համար ցույց տվեցին, որ գետի ընդհանուր հոսքի $57\%_{10}$ ստորերկրյա հոսք է և նրա տարեկան ծավալը կազմում է 197 մլն մ³:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Макаренко Ф. А. Некоторые результаты изучения подземного стока. Труды лаборатории гидрогеологических проблем АН СССР, т. 1. 1948.
2. Джорджио Э. В. Межень на реках Средней Азии. Тр. ТГО, и. 15 (16). 1957.
3. Важняв А. И. О подземном питании горных рек в период половодья и летней межени. Труды ИИИ², 1959.
4. Մախճաչյան Մ. Ա. О гидрохимическом методе определения подземного стока для рек с родниковым питанием. Известия АН Армянской ССР, серия ТН, №6, 1963.