

z 1,6.3

6656

КОМИТЕТ ПО ИЗУЧЕНИЮ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ОЗЕРА СЕВАН
ПРИ СОВЕТЕ НАРОДНЫХ КОМИССАРОВ ЗСФСР

СЕВАНСКОЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ БЮРО

551.48

M-34

МАТЕРИАЛЫ
ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ОЗЕРА СЕВАН
И ЕГО БАССЕЙНА

Под редакцией профессора В. Г. ГЛУШКОВА
и Завед. Севанским Бюро В. К. ДАВЫДОВА

ЧАСТЬ I. ВЫПУСК 3

Б. Д. Зайков

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК
БАССЕЙНА ОЗЕРА СЕВАН

ЛЕНИНГРАД
1933

БИБЛИОТЕКА
ГОСУДАРСТВЕННОГО ЦЕНТРА
НАУКИ И ТЕХНИКИ СССР

ԱՅԽԵՉ ԺՈՂԿՈՄԵՐՈՐԶԻՆ ԿԻՑ
ՍԵՎԱՆԱ ԼՃԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅԱՆ ՅԵՎ ՈԳՏԱԳՈՐԾՄԱՆ ԿՈՄԻՏԵ
ՍԵՎԱՆԱ ՀԻԳՐՈՄԵՏԵՈՐՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԲՅՈՒՐՈ

Ն Յ Ո Ւ Թ Ե Ր

ՍԵՎԱՆԱ ԼՃԻ ՅԵՎ ՆՐԱ ԱՎԱԶԱՆԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅԱՆ

ԽՄԲԱԳՐՈՒԹՅԱՄԲ

Պրոֆ. Վ. Գ. ԶԱՅԿՈՎ

և Վ. Սեվանյան Բյուրոյի Վարիչ

Վ. Կ. Դավիդով

Ս. Լ. 3

Բ. Գ. ԶԱՅԿՈՎ

ՍԵՎԱՆԱ ԼՃԻ ԱՎԱԶԱՆԻ ԶՐԱԲՈՆԱԿԱՆ ԲՅՈՒՐՈ

ԼԵՆԻՆԳՐԱԴ 1933

THE COMMITTEE FOR THE INVESTIGATION OF LAKE SEVAN
at the Council of People Commissaries of the Transcaucasian S. F. S. R.

THE SEVAN HYDRO-METEOROLOGICAL BUREAU

MATERIALS

ON THE INVESTIGATION OF LAKE SEVAN AND ITS BASIN

Edited by Professor V. G. Gluškov
and the Chief of the Sevan Bureau V. K. Davydov

PART I, № 3

Hydrological survey of Lake Sevan basin
by B. D. Zajkov

Leningrad 1933

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
I. Краткое физико-географическое описание Севанского бассейна	
Географическое положение, границы и площадь бассейна	1
Орография	3
Осадки и температура воздуха	5
Гидрологические районы	10
Районы с преобладанием родникового стока	11
Районы с преобладанием поверхностного стока	20
Мазринская равнина	29
Искусственное орошение	30
II. Режим речного стока в Севанском бассейне	
Основные факторы речного стока	32
Годовой ход стока	33
Поверхностный сток	40
Подземное питание	50
Зимний режим	54
Величина годового стока	56
Коэффициент стока	59
Водоносность	59
III. Приток воды в озеро Севан	
Расчет годового притока	65
Расчет притока по месяцам	73
Характеристика притока 1927—1930 гг.	73
Подземный приток	75
Многолетний приток	77
Вероятные колебания годового притока	83
IV. Сток воды из озера Севан	
Поверхностный сток	88
Подземный сток	92
V. Уровень озера Севан	
Данные наблюдений	97
Достоверность данных наблюдений над уровнями	99
Годовой ход уровня	105
Колебания уровня из года в год	107
Сейши	108
Приложение: Таблица расчета притока воды в озеро Севан за 1929—1930 гг.	
Карта бассейна оз. Севан.	

ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ

1. Гипсографическая кривая бассейна оз. Севан.
2. Карта распределения осадков в бассейне оз. Севан за 1927—30 гг.
3. Карта гидрологических районов бассейна оз. Севан.
4. Типичный ландшафт сев.-зап. побережья оз. Севан.
5. Долина р. Бахтак-чай выше с. Таза-кенд.
6. Долина р. Бахтак-чай у с. Цаккар.
7. Выход родников Чахирлю в окрестностях сел. Басаргечар.
8. Озеро Ала-гёль.
9. Ущелье р. Гезельдара выше с. Н. Гезельдара.
10. Меандры р. Адиаман-чай у с. Каравансарай.
11. Р. Памбак по выходе из ущелья.
12. Долина р. Балык-чай выше шоссевого моста.
13. Графики годового хода стока.
14. Гидрографы ежедневных секундных расходов р. Кявар-чай у с. Норадуз.
15. Гидрографы ежедневных секундных расходов р. Адиаман-чай ниже с. В. Адиаман.
16. Гидрографы ежедневных секундных расходов р. Гезельдара выше с. Н. Гезельдара.
17. Гидрографы ежедневных секундных расходов р. Сатанахач выше с. Сатанахач.
18. Гидрографы ежедневных секундных расходов р. Тохлуджа близ устья.
19. Гидрографы ежедневных секундных расходов р. Балык-чай ниже шоссевого моста.
20. График колебания расходов р. Кявар-чай у с. Норадуз и температуры воздуха на ст. Нор-Баязет.
21. Суточный ход расходов р. Адиаман-чай и температуры воздуха на ст. Яных.
22. Графики суточного колебания расходов воды и температуры воздуха весной 1929 и 1930 гг.
23. Графики колебаний расходов воды, осадков, температуры и влажности воздуха за время весеннего половодья 1929 г.
24. Графики колебаний расходов воды, осадков, температуры и влажности воздуха за время весеннего половодья 1930 г.
25. Дождевые паводки по записям лимниграфов.
26. Зимние пики уровней на р. Кявар-чай в сопоставлении с температурой воздуха на ст. Нор-Баязет.
27. График зависимости речного стока от средней высоты бассейна.
28. Диаграмма средних годовых секундных расходов рек бассейна оз. Севан.
29. Распределение стока по месяцам в различных гидрологических районах.
30. Карта обследованности Севанского бассейна.
31. Карта распределения среднего годового стока за 1927—30 гг.
32. График притока воды в озеро по месяцам.
33. График связи годового стока Севанского бассейна со стоком р. Занги у с. Н. Каксы.
34. График связи годового стока Севанского бассейна с зимними осадками (XII—III).
35. Кривая обеспеченности годового стока р. Куры у с. Ахалдаба.
36. Кривая обеспеченности годового стока р. Занги у с. Н. Каксы.
37. Кривая обеспеченности годового стока в басс. оз. Севан.
38. Исток р. Занги.
39. График стока воды из оз. Севан.
40. График колебаний средних месячных уровней оз. Севан и отклонений от нормы осадков и температуры воздуха за отдельные сезоны.
41. Соотношения подъема воды в озере с количеством осадков и спада воды с температурой воздуха.
42. Годовой ход уровня оз. Севан.
43. График колебаний уровня оз. Севан и отклонений от нормы осадков и температуры воздуха.
44. Сейши по записям лимниграфа в с. Еленовке.
45. Сейши по записям лимниграфа в Арданышском заливе (Глаголь) и в с. Загалу.

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

1. Սեվ.Ա.ՆԱ. Ա.Վ.Ա.ԶԱ.ՆԻ ՀԱՄԱՌՈՑ ՖԻԶԻԿՈ-ԱՇԽԱՐՀԱԳՐԱԿԱՆ ՆԿԱՐԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆ	1
2. Սեվ.Ա.ՆԱ. ԼձԻ ՆԵՐՀՈՍՄԱՆ ԲՆՈՒՅԹԸ	32
3. Սեվ.Ա.ՆԱ. ԼձԻ ԶՐԻ ՆԵՐՀՈՍՈՒՄԸ	64
4. ԶՐԻ ԱՐՏԱՀՈՍՈՒՄԸ ՍԵՎ.Ա.ՆԱ. ԼձԻՑ	88
5. Սեվ.Ա.ՆԱ. ԼձԻ ՄԱԿԵՐԵՍ	97
ՀԱՎԵԼՎԱԾԻ ՍԵՎ.Ա.ՆԱ. ԼձԻ 1928—1930 Թ.Թ. ԶՐԻ ՆԵՐՀՈՍՄԱՆ ՀԱՇՎԻ ԱՂԶՈՒՍԱԿ ՍԵՎ.Ա.ՆԱ ՍՎ.Ա.ԶԱ.ՆԻ ՔԱՐՏԵԶ	

CONTENTS

	Page
I. Short physical and geographical description of Lake Sevan basin.	
Geographical position, boundaries and area of Lake Sevan basin	1
Orography	3
Precipitation and temperature	5
Hydrological regions	10
Irrigation	30
II. Regime of spring runoff in Lake Sevaa basin.	
Principal factors of fluvial runoff	32
Annual runoff	33
Surface runoff	40
Underground alimentation	50
Winter regime	54
Quantity of annual runoff	56
Coefficient of runoff	59
Water amount	59
III. Inflow into Lake Sevan.	
Computation of the annual inflow	65
Monthly inflow computation	73
Inflow characteristic of 1927—30	73
Underground inflow	75
Perennial inflow	77
Probable fluctuations of the annual inflow	83
IV. Outflow of Lake Sevan.	
Surface outflow	88
Underground outflow	92
V. Level of Lake Sevan.	
Observation data	97
Certainty of observation data on water levels	99
Annual level	105
Level fluctuations from year to year	107
Seiches	108
Supplement: Table of the inflow computation in the lake for 1928—30.	
Map of the Lake Sevan basin.	

І. КРАТКОЕ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СЕВАНСКОГО БАССЕЙНА

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ, ГРАНИЦЫ И ПЛОЩАДЬ БАССЕЙНА

Бассейн озера Севан расположен в северо-восточной части ССР Армении в большой котловине, образованной с севера, востока и юго-востока окраинными горами Малого Кавказа, а с запада и юга горами Центральной вулканической области Закавказья.

Севан принадлежит бассейну р. Аракса и связан с последним вытекающей из него р. Зангой, являющейся самым большим притоком р. Аракса в пределах ССР Армении.

Граница бассейна на западе, от долины р. Занги до вершины Топдаг, на протяжении 103 км проходит в ЮЮВ направлении по Ахманганскому хребту. У вершины Топдаг граница изменяет направление на ВСВ и идет по Южно-Гокчинскому или Гезельдаринскому хребту вплоть до встречи с Конгур-Алангёзским хребтом. Общее протяжение Южно-Гокчинского хребта составляет 81 км. От юго-восточной оконечности бассейна озера Ала-гёль до г. Конгур-даг на расстоянии 54 км граница проходит в ССВ направлении по Конгуро-Алангёзскому, или Зангезурскому хребту. От г. Конгур-даг до расположенного на северо-западе горного узла Топи-эль граница бассейна следует по Шагдагскому хребту, северная часть которого, известная под названием „Гюней“, сливается с восточной оконечностью Памбакского хребта. Из общего протяжения этой границы в 138 км на Шагдагский хребет приходится 72 км, на Гюней—46 км и на Памбакский хребет—20 км. На юго-восток от Топи-эль до истока р. Занги на расстоянии 25 км границей служит юго-восточный отрог Памбакского хребта.

Общее протяжение водораздельной линии Севанского бассейна составляет около 400 км.

Границей бассейна на западе и юге является водораздел с р. Араксом, а в остальной части—с р. Курой.

По своей форме в плане Севанский бассейн напоминает почти прямоугольный треугольник с закругленным юго-восточным углом и катетами, близкими к направлениям географических координат.

Площадь бассейна, выделенная в указанных выше границах по карте двухверстного масштаба ¹⁾ и подсчитанная путем планиметрирования, составляет 4891 кв. км, из коих на зеркало озера приходится 1416 кв. км.

¹⁾ Составлена горн. инж. К. Н. Паффенгольцем в 1928 г.

Площадь же бассейна р. Аракса по А. Эссену [1]¹⁾ равна 90 458,4 кв. км и, следовательно, Севанский бассейн составляет только 5,4% этой площади.

✓ Следует отметить, что к Севанскому бассейну нами отнесен и орографически замкнутый бассейн группы горных озер Ала-гёль, площадью 129,4 кв. км, который, согласно ряда данных [2, 3, 4, 5], имеет подземный сток в бассейн озера Севан.

Помимо только что указанного несовпадения орографического и подземного водоразделов, геологические особенности строения Севанского бассейна допускают это и в других его частях.

Так, А. П. Соколов [2] отмечает, что граница Севанского бассейна в северной части Ахманганского хребта от г. Кызыл-даг (3104 м) до долины р. Занги является водоразделом лишь для поверхностного стока, а водораздел подземного стока намечается от г. Кызыл-даг через г. Уч-Тапаляр и далее на север до побережья между с. с. Александровкой и Ордакю. Подземный сток с этой площади в 107,6 кв. км направляется в соседний бассейн р. Занги.

М. П. Казаков [4] также приводит примеры несовпадений орографического и подземного водоразделов в юго-западной части бассейна озера, в бассейне р. Адиаман-чай. „...По подземному стоку из бассейна Севана выключается небольшой участок у истоков р. Зап. Айриджа, верховья р. р. Ср. и Вост. Айриджа (южнее кочевки Ах-булаг), верховья р. Архан-чай и полоса перевала Селим, участок водораздельного хребта между г. Соганлы и г. Гюзал-дара. Однако, геологические данные и наблюдения над выходами родников позволяют включить в бассейн Севана полосу водораздельного плато южнее горы Экиджиляр и юго-западнее горы Кара-кая“.

Геологом С. С. Кузнецовым [5, 6] определена утечка за пределы Севанского бассейна части подземных вод в районе Шахдагского хребта. „... Однако, надо отметить, что известное количество вод, проникших в известняки Севанского водораздельного хребта, благодаря направлению их наклона, уводится в низкую депрессионную долину, принадлежащую уже бассейну р. Куры. В бассейн же Севана поступает та часть известняковых вод, которая выводится из них балками, вскрытыми известняки по простиранию и таким образом пересекшими пути стекающим по падению водам. В балки бассейна Севана выводится также часть вод по трещинам, которые нередко идут по простиранию известняков“.

Из приведенных районов несовпадений орографического и подземного водоразделов наибольшее значение для нас имеет первый район (от г. Кызыл-даг до долины р. Занги), как захватывающий сравнительно большую площадь с преобладающим в году подземным стоком. Что же касается остальных районов, то ввиду их незначительного протяжения,

¹⁾ В скобках указываются номера по приложенному в конце очерка списку цитированной литературы.

возможной в некоторых случаях частичной взаимной компенсации потерь и притока, а также преобладания здесь поверхностного стока над подземным, вполне допустимо считать в данных районах обе границы совпадающими.

В отношении же первого района следует иметь в виду, что при исчислении годового притока воды в озеро правильнее будет исключать с указываемой А. П. Соколовым площади величину подземной утечки в бассейн р. Занги.

ОРОГРАФИЯ

В орографическом отношении Севанский бассейн представляет обширную котловину, замкнутую со всех сторон горами, за исключением северо-западной части у с. Еленовка, где водораздельная линия сни-

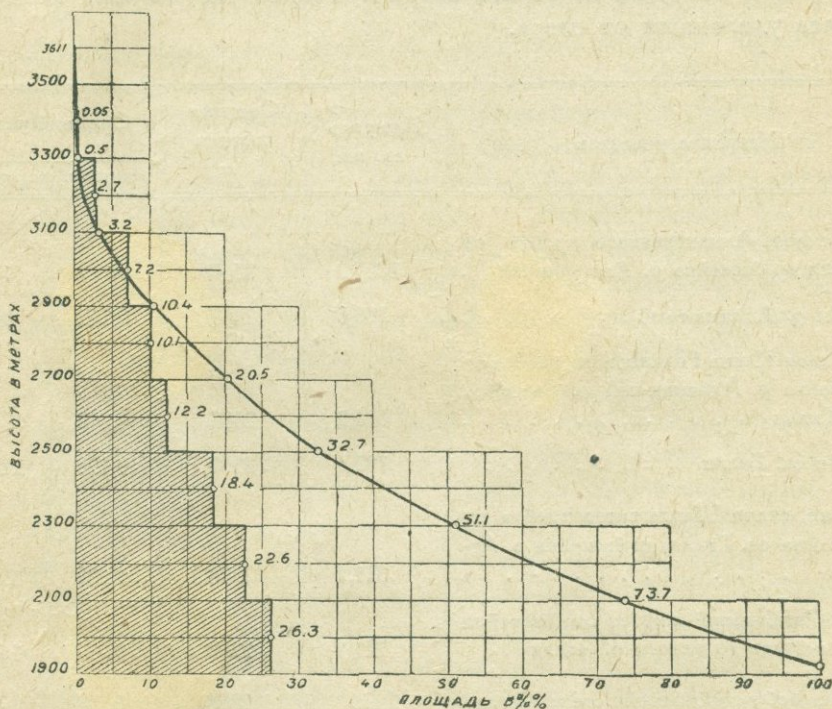


Рис. 1. Гипсографическая кривая бассейна оз. Севан.

жается до уровня озера и где берет начало единственный исток из озера р. Занга.

Около $\frac{1}{3}$ площади бассейна занято зеркалом озера, повторяющим в плане его внешний контур, но расположенным относительно последнего несколько эксцентрично.

Абсолютная отметка зеркала озера в среднем за 1926—30 гг. равна 1916,3 м.

Высота горных хребтов, окружающих Севанскую котловину, неодинакова. Наибольшей высоты достигают вулканические Ахманганский и Южно-Гокчинский хребты. Отдельные вершины здесь превышают 3500 м, как например, г. Кызыл-даг (3611 м), г. Б. Ах-даг (3570 м)

и г. Гюзаль-дара (3538 м). Наивысшие точки обоих хребтов находятся в их центральных частях, а к окраинам хребты постепенно снижаются. Средняя высота по линии водораздела на Ахманганском хребте составляет 2854 м, а на Южно-Гокчинском—3017 м. Расстояние обоих хребтов от озера в среднем равняется 20 км. Наиболее удаленной точкой является место стыка хребтов—перевал Дид-Банк, отстоящий от берега озера примерно на 35 км.

Наивысшие точки Конгуро-Алангёзского хребта расположены в его южной части. Вершина Кейты-даг достигает здесь 3439 м. По мере же следования хребта на север, высоты его снижаются и отдельные вершины не превышают 3000 м, а на Зодском перевале хребет опускается до 2377 м. Средняя высота хребта по водоразделу составляет 2970 м. Этот хребет, отступая от берега озера примерно на 26 км, является наиболее удаленным от озера.

Табл. 1

Название участков	Площадь кв. км	Средняя высота м	Средний уклон	
			относит.	в градусах
Вост. склон Ахманганского хребта от р. Занги до бассейна р. Адиаман-чай . .	1008,0	2368	0,133	7°36'
Бассейн р. Адиаман-чай	386,6	2467	0,162	9°12'
Сев. склон Южно-Гокчинского хребта от бассейна р. Адиаман-чей до бассейна оз. Гилли	634,2	2488	0,242	13°36'
Бассейн оз. Гилли	793,4	2302	0,198	11°12'
Юго-зап. склон Шахдагского хребта от бассейна оз. Гилли до бассейна р. Агбулаг	311,7	2374	0,328	18°09'
Гюней-Памбакский хребет от бассейна р. Аг-булаг до истока р. Занги . . .	211,7	2200	0,297	16°33'
Весь водосборный бассейн озера Севан .	3475	2388	0,184	10°24'

К западу от Конгуро-Алангёзского хребта находится обширная Мазринская равнина, в северо-западной части которой расположено озерко Гилли, соединяющееся единственным протоком с озером Севан.

Высота Шахдагского хребта от наивысшей точки—г. Конгур-даг (3330 м) на юго-востоке—постепенно уменьшается к северо-западу.

В то время, как в юго-восточной части хребта отдельные вершины достигают 3000 м и выше, в северо-западной они едва превышают 2500 м. Средняя высота хребта составляет 2762 м. Наиболее низкой точкой является Михайловский перевал, имеющий отметку 2187 м.

По мере понижения хребта последний все более и более приближается к береговой линии озера. Расстояние водораздельной линии

от берега озера в его южной части составляет 6—7 км, в северной же—Гюнее—оно доходит до 1—2 км.

Наиболее низким хребтом является Памбакский, наивысшая точка которого, г. Топи-эль, достигает всего 2740 м, а перевал Семеновский опускается до 2049 м. Средняя высота хребта составляет всего 2383 м.

Если теперь обратиться к расположению высот водораздельной линии в плане, то оказывается, что наивысшие точки водораздельной линии приурочены преимущественно к сторонам, а наинизшие—к углам треугольника, образованного внешними границами Севанской котловины.

Для характеристики склонов окружающих котловину хребтов приводится гипсографическая кривая Севанского бассейна (рис. 1) и цифровой материал, помещаемый в таблице 1.

ОСАДКИ И ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА

Климатическим особенностям Севанского бассейна посвящен ряд специальных работ и, в частности, главнейшие факторы стока—осадки и температура воздуха—подробно рассматриваются в работах Г. И. Орлова [7] и Е. С. Селезневой [8]. Поэтому ниже мы дадим только схематическое описание этих элементов, поскольку это оказывается необходимым для характеристики режима речного стока в бассейне.

Пространственное распределение осадков и температуры воздуха в Севанском бассейне тесно связано с орографическим строением котловины и наличием на дне ее значительной водной поверхности.

Распределение осадков по площади бассейна представлено на карте изогий (рис. 2).]

При отсутствии в верхних зонах бассейна дождемерных пунктов обычного типа и ненадежности, в большинстве случаев, показаний суммарных дождемеров, осадки в верхних зонах экстраполированы по предварительно определенным градиентам роста осадков с высотой. В виду неустойчивости последних в отдельные годы, карта могла быть составлена лишь для средних за четыре года (1926/27—1929/30) количеств осадков, причем год считался с 1 декабря, т. е. с момента, когда во всех зонах бассейна осадки выпадают в виде снега.

Из карты видно, что количество годовых осадков в Севанском бассейне колеблется от 400 мм до 900 мм. Изогии 400—500 мм замыкаются в пределах Севанской котловины, а остальные выходят за ее пределы.

Изогиета 600 мм проходит почти всюду на границе двух основных почвенно-ботанических зон бассейна: горно-степной и горно-луговой. Количество осадков в первой зоне колеблется от 400 до 600 мм, а во второй от 600 и свыше 900 мм.

Наибольшее количество осадков приходится на восточный склон Ахманганского хребта. В районе наиболее повышенных точек последнего—г. Кызыл-даг и г. Б. Ах-даг—выпадает свыше 900 мм. Изогии 700—800 мм захватывают здесь самую большую площадь в бассейне Севана.

Второе по количеству осадков место занимает северный склон Южно-Гокчинского хребта, но здесь изогиеты 700—800 мм охватывают уже значительно меньшую площадь.

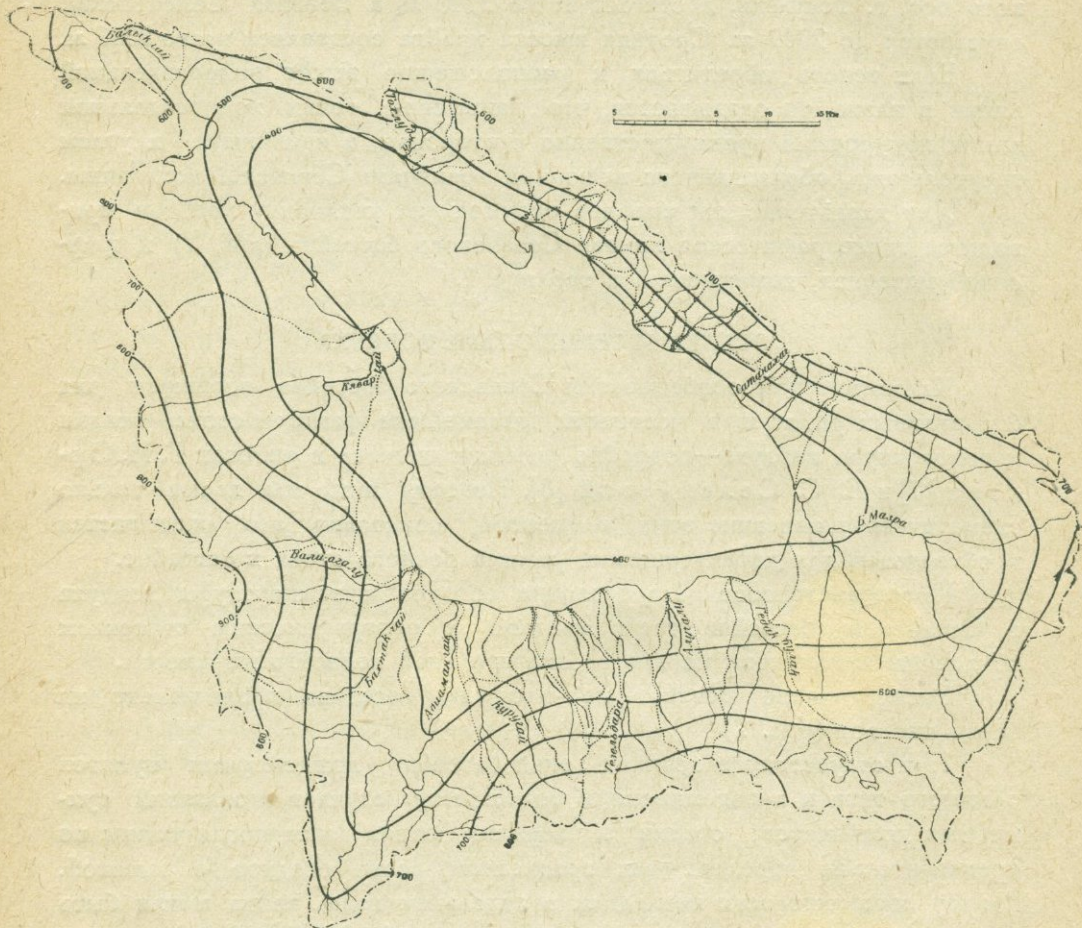


Рис. 2. Карта распределения осадков в бассейне озера Севан за 1927—1930 гг.

На Конгуро-Алангёзском и Шахтагском хребтах изогиета 700 мм проходит вблизи самых гребней обоих хребтов. По мере следования Шахтагского хребта на северо-запад изогиета 700 мм выклинивается и вновь появляется на крайнем северо-западе уже на небольших высотах бассейна р. Балык-чай. Здесь наблюдается большое количество осадков в нижней зоне Севанского бассейна.

Рассматривая замкнутые изогиеты 400—500 мм, мы видим, что они несколько смещены к юго-востоку от центра котловины. В то время, как в северной части бассейна в прибрежной зоне проходят изогиеты 500—600 мм, в юго-восточной части бассейна, в Мазринской равнине, изогиета 500 мм вдаётся далеко вглубь до самого подножия хребта. Изогиета 400 мм захватывает только наиболее вдающиеся в озеро части бассейна—Норадузский мыс, полуостров Адатапа и прилегающую

к оз. Гилли часть Мазринской равнины. Эти места являются самыми сухими частями водосборного бассейна озера Севан.

Наименьшее количество осадков в Севанском бассейне выпадает над зеркалом озера, где предполагается уменьшение осадков до 350 мм.

В среднем за 1926/27—1929/30 гг. годовое количество осадков на площадь водосборного бассейна составило 590 мм, а на весь бассейн озера 534 мм.

Ниже приводятся площади, охваченные каждой отдельной изогией, в процентах от общей водосборной площади бассейна.

Менее 400 мм	3,9%
400—500 „	26,9 „
500—600 „	25,0 „
600—700 „	22,9 „
700—800 „	14,1 „
800—900 „	6,9 „
более 900 „	0,3 „

Годовой ход осадков в Севанском бассейне, в среднем многолетнем, по данным 5 станций (Еленовка, Семеновка, Нор-Баязет, Басаргечар и Шорджа) в процентах от годовой суммы представляется в следующем виде:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
3	4	6	10	17	14	11	8	8	9	6	4

Максимум осадков приходится на май месяц, а минимум— на январь. Второй слабо выраженный максимум приходится на октябрь.

Означенный тип годового хода осадков является характерным не только для Севанского бассейна, но и для всей центральной части Закавказья.

Ниже приводится количество осадков в процентах от годовой суммы для отдельных сезонов:

Зима	Весна	Лето	Осень
XII—III	IV—VI	VII—VIII	IX—XI
17	41	19	23

Максимум осадков приходится на весну, когда в течение трех месяцев выпадает 41% годовой суммы. Минимум наблюдается зимою, когда в течение четырех месяцев выпадает только 17% от годовой суммы. Как мы увидим ниже, осадки указанных сезонов играют большую роль в водоносности бассейна.

Но осадки холодного времени года учитываются дождемерами не вполне точно, так как большое значение оказывает место установки дождемеров, степень их защищенности от ветра и т. д. Поэтому на данные о зимних осадках надо смотреть, как на приближенные.

Если учесть, что зимние осадки, согласно ряда исследований, подтвержденных и для бассейна озера Севан, учитываются только

на 50%, то распределение годовой суммы представится в следующем виде:

Зима	Весна	Лето	Осень
XII—III	IV—VI	VII—VIII	IX—XI
28	36	16	20

Такое распределение осадков в году кажется нам более вероятным и подтверждается как данными снегомерных съемок, так и данными по речному стоку.

Осадки летнего времени (июль — август) и первой половины осени отличаются скоропроходящим характером и обычно захватывают только отдельные части бассейна. Как и весенние осадки, они большей частью сопровождаются грозами и часто, особенно в верхних зонах, выпадают в виде града и крупы.

Осадки второй половины осени отличаются меньшей интенсивностью и обычно охватывают полностью весь бассейн.

Наибольшие суточные максимумы осадков невелики и приходятся на летнее полугодие. Осадки свыше 40 мм довольно редки. Известный в настоящее время суточный максимум 72 мм был отмечен в августе 1927 г. на ст. Басаргечар.

Большой интерес представляет период и количество осадков в виде снега, так как эти осадки образуют, так называемый, „зимний запас“, который совместно с осадками весны и определяет размеры весеннего половодья.

В среднем за 1926—30 гг. период с постоянными осадками в виде снега на прибрежных станциях наступал около 1 декабря, на более отдаленных и возвышенных (Семеновка—2090 м и Яных—2325 м)—около 15 ноября, а в верхних зонах бассейна—в конце октября.

Конец снегопада в первом районе приходился на 15 марта, во втором—около 1—5 апреля, а в верхних зонах—на конец апреля, начало мая.

Отдельные случаи выпадения осадков в виде снега возможны как ранее, так и позднее указанных сроков. В октябре и мае выпадение снега одинаково возможно во всех без исключения зонах бассейна. Продолжительность периода снежных осадков в прибрежной зоне составляет таким образом около 100 дней, а в верхних зонах бассейна около 180 дней.

Уловленные дождемерами снежные осадки составляют от 16% (Шорджа) до 25% (Мартуни-Яных) годовой суммы, фактически же—значительно больше.

Что же касается распределения снежных осадков по площади бассейна, то оно подчинено основному закону—зональности. Это наглядно видно из карты [9], составленной на основании снегомерной съемки в 1930 г.

Так же, как и годовые осадки, наибольшее количество снега встречается на Ахманганском и Южно-Гокчинском хребтах, наименьшее—в прибрежной части.

Мощность снегового покрова от 0,10—0,25 м в прибрежной зоне доходит до 1,25 м и выше в верхних зонах бассейна.

Закончив на этом краткое описание осадков в Севанском бассейне, перейдем к температуре воздуха.

В прибрежной зоне, в зависимости от условий инсоляции и близости к озеру, средняя годовая температура колеблется от 4,8° (Нор-Баязет) до 6,2° (Шорджа). В верхних же зонах бассейна, принимая во внимание градиент, определенный для Кавказа проф. Фигуровским [10] 0,5° на каждые 100 м, и, исходя из данных станций, на которых, нужно полагать, влияние озера не сказывается или, если сказывается, то очень слабо (Еленовка, Нор-Баязет, Яных и Басаргечар), имеем следующие приближенные годовые температуры:

2 000 м	4,7°
2 500 м	2,2°
3 000 м	-0,3°
3 500 м	-2,8°

Для характеристики годового хода температуры воздуха приводим многолетние данные пары станций (табл. 2), из которых одна (о-в Севан) максимально отражает влияние озера, а вторая (Басаргечар) по видимому свободна от этого.

Табл. 2.

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Средняя за год
О-в Севан .	-5,0	-4,6	-1,4	2,6	7,5	12,3	15,3	16,0	13,0	8,8	2,9	-2,6	5,4
Басаргечар .	8,9	-6,5	-2,3	4,0	9,5	13,6	16,4	16,6	13,2	7,2	0,6	-5,1	4,9

! Максимум температуры, как и следовало ожидать на высоте оз. Севан, наступает в августе месяце. Минимум приходится на январь. Весна, как и вообще в Закавказье, холоднее осени: в Басаргечаре, например, апрель на 3,2° холоднее октября, а на о-ве Севане эта разница еще больше (6,2°).

Как видно из приведенных данных, осенние, зимние и средняя годовая температуры на озерной станции выше, чем на береговой, что объясняется согревающим влиянием озера, обычно в это время открытого и замерзающего только в исключительные годы. Весною и летом, наоборот, озеро охлаждающе действует на температуру воздуха и температура на острове Севане оказывается ниже температуры Басаргечара.

Годовая амплитуда по средним месячным в Басаргечаре 25,5° а в Норадузе 21,0°. В верхних же зонах бассейна амплитуда теоретически должна быть меньше.

Абсолютный максимум в бассейне наблюдался на ст. Нор-Баязет +32,3°, минимум — 32,3° там же. Абсолютная амплитуда таким образом составляет здесь 64,6°.

Особенно интересным для нас является время наступления температуры 0° на различных высотах. На основании годового хода температуры воздуха на нижних станциях и приведенного выше градиента изменения температуры с высотой, составлена табл. 3, где приблизительно дана продолжительность периода со средней суточной температурой ниже 0° на всех зонах Севанского бассейна.

Табл. 3.

Высота в м	Время наступления средней суточной температуры 0°		Продолжительность средней суточной температуры ниже 0° в днях
	Весна	Осень	
1915	26/III	20/XI	127
2000	28/III	19/XI	130
2500	9/IV	8/XI	154
3000	21/IV	29/X	175
3500	3/V	18/X	199

Зональное распределение температуры воздуха, как мы увидим ниже, играет большую роль в режиме речного стока и, в особенности, весеннего половодья.

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ РАЙОНЫ

Осадки и температура воздуха, являясь основными факторами стока, сказываются главным образом на его годовой величине. Что же касается распределения стока в году, то здесь на первое место выступает влияние местных особенностей, как то: геологических почвенно-ботанических и др.

Геолого-морфологические особенности отдельных частей Севанского бассейна таковы, что они допускают значительные различия в количественном распределении стока в течение года.

В отношении распределения годового стока в пределах бассейна можно выделить два типа: один с преобладанием в году подземного стока, а другой—поверхностного.

Первый тип приурочен к наиболее молодым геологически частям бассейна, залитым сплошным покровом трещиноватых андезитобазальтовых лав, не успевших еще подвергнуться воздействию экзогенных процессов и способных к быстрой инфильтрации выпадающих осадков. Здесь в течение трех весенних месяцев (апрель-июнь) сбегает только около 40% годового стока, в то время, как с бассейнов второго типа в это же самое время стекает до 70%, а в отдельных частях и до 90% годового стока.

Особенно интересным для нас является время наступления температуры 0° на различных высотах. На основании годового хода температуры воздуха на нижних станциях и приведенного выше градиента изменения температуры с высотой, составлена табл. 3, где приближенно дана продолжительность периода со средней суточной температурой ниже 0° на всех зонах Севанского бассейна.

Табл. 3.

Высота в м	Время наступления средней суточной температуры 0°		Продолжительность средней суточной температуры ниже 0° в днях
	Весна	Осень	
1915	26/III	20/XI	127
2000	28/III	19/XI	130
2500	9/IV	8/XI	154
3000	21/IV	29/X	175
3500	3/V	18/X	199

Зональное распределение температуры воздуха, как мы увидим ниже, играет большую роль в режиме речного стока и, в особенности, весеннего половодья.

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ РАЙОНЫ

Осадки и температура воздуха, являясь основными факторами стока, сказываются главным образом на его годовой величине. Что же касается распределения стока в году, то здесь на первое место выступает влияние местных особенностей, как то: геологических почвенно-ботанических и др.

Геолого-морфологические особенности отдельных частей Севанского бассейна таковы, что они допускают значительные различия в количественном распределении стока в течение года.

В отношении распределения годового стока в пределах бассейна можно выделить два типа: один с преобладанием в году подземного стока, а другой — поверхностного.

Первый тип приурочен к наиболее молодым геологически частям бассейна, залитым сплошным покровом трещиноватых андезитобазальтовых лав, не успевших еще подвергнуться воздействию экзогенных процессов и способных к быстрой инфильтрации выпадающих осадков. Здесь в течение трех весенних месяцев (апрель-июнь) сбегает только около 40% годового стока, в то время, как с бассейнов второго типа в это же самое время стекает до 70%, а в отдельных частях и до 90% годового стока.

Распределение этих двух типов по площади бассейна показано на рис. 3.

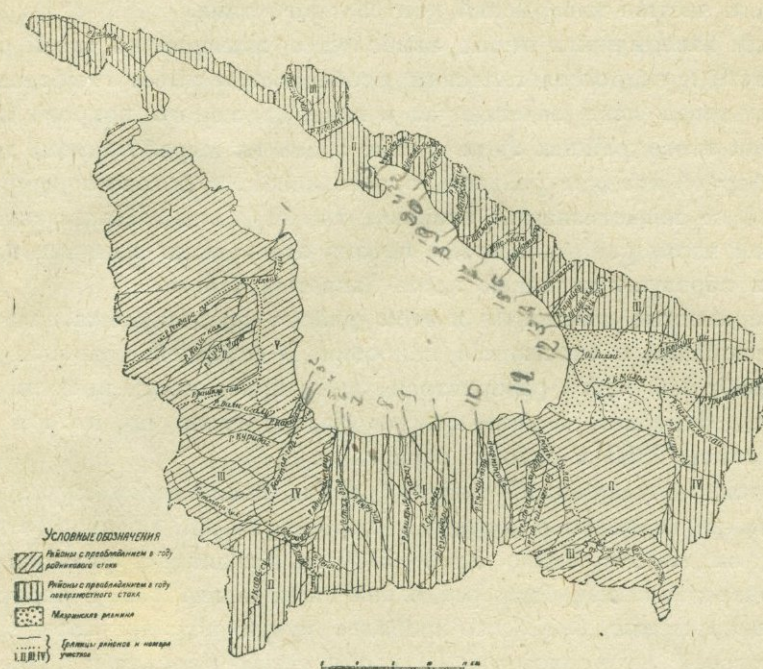


Рис. 3. Карта гидрологических районов бассейна озера Севан.

Детализируя первый тип, мы выделяем Ахманганский и Гедакбулагский районы, а во втором—Южно-Гокчинский, Шахдагский и Гюней-Памбакский. Совершенно особняком стоит Мазринский район.

Ниже приводится краткое описание перечисленных районов и рассматриваются условия стока в каждом из них. При составлении этих описаний мы широко пользовались, как уже напечатанными, так и рукописными отчетами участников Закавказской экспедиции Академии Наук СССР [3, 4, 5, 6, 11 и 13].

РАЙОНЫ С ПРЕОБЛАДАНИЕМ РОДНИКОВОГО СТОКА

Ахманганский район занимает весь восточный склон Ахманганского вулканического хребта от долины р. Занги на севере до р. Адиаман-чай на юге, включая и левый ее приток—р. Зап. Айриджу (Атташ-чух).

В общих чертах этот район представляет сравнительно ровный, спокойный склон, на высоте около 2500—2900 м переходящий в платообразное основание с расположенной на нем цепью вулканических конусов.

Наиболее возвышенной частью района является его южная половина. Отдельные вершины здесь превосходят 3500 м.

В геологическом отношении Ахманганский район представляет молодую вулканическую область, явившуюся в результате трещинных излияний, а частью извержений центрального типа.

Среди изверженных пород наибольшее значение по своей распространенности и гидрогеологическим особенностям имеет глыбовая андезито-базальтовая лава, залегающая в виде сплошного покрова на всем протяжении этого района. Лава лежит здесь на выработанном, наклонном к озерной впадине рельефе, образованном туфогено-порфиритовой формацией и известняками, эквивалентными Гюней-Шахдагским [5]. В северной части района лавовые потоки отдельными языками вдаются в озеро и образуют типичные здесь лапчатые берега.

Поверхностные отложения в этом районе представлены полупроницаемым делювием и овражными наносами. В северной половине района и в прихребтовой части распространены на поверхности выходы коренных пород. В первом случае склоны задернованы, во втором голы. Ниже изогипсы 2350 м склоны распажены.

Почвенно-ботанический покров района представлен двумя основными зонами: черноземно-степной и горно-луговой. Граница этих зон проходит на высоте около 2300—2400 м. Каждая из указанных зон, в свою очередь, может быть разделена на подзоны. Так, в черноземно-степной зоне можно выделить наиболее сухую подзону ковыльно-типчаковых степей на черноземах на карбонатных породах и более влажную — ковыльно-разнотравных степей на выщелоченных черноземах. Граница этих подзон проходит на высоте около 1960—2025 м в северной части района и 2170—2215 м в южной. Горно-луговая зона также представлена двумя подзонами: коричневыми почв нагорных злаковых лугов и горно-луговых почв.

Первая подзона встречается только в южной половине района. Древесная растительность, исключая искусственные насаждения в селениях, отсутствует.

Гидрографическая сеть представлена тремя речками, берущими начало в наиболее возвышенной южной половине хребта (табл. 4),

Табл. 4.

Бассейн	Длина речки км	Среднее падение речки в м на 1 км	Площадь бассейна кв. км	Средняя высота бас- сейна в м	Средний уклон бассейна	
					отно- сит.	в граду- сах
р. Кявар-чай	40,0	31,9	480,5	2436	0,164	9°18'
р. Вали-агалу	19,5	76,4	69,1	2573	0,174	9°54'
р. Бахтак-чай	28,1	51,5	162,9	2520	0,105	9°00'

Кроме того, в южной части района протекает р. Зап. Айриджа, приток р. Адиаман-чай.

Условия стока выпадающих в этом районе осадков обуславливаются как сильной трещиноватостью андезито-базальтового покрова и маломощностью поверхностных отложений, так и оро-геоморфологическими особенностями отдельных частей района.

Андезито-базальтовые лавы, являясь сами по себе породами водупорными, но, обладая сильной трещиноватостью, создают благоприятные условия для инфильтрации выпадающих здесь осадков. Просачивающиеся по трещинам покрова воды достигают области замыкания трещин и выходят на дневную поверхность в виде небольших источников или, просочившись по более глубоким трещинам до лавового ложа и следуя его рельефу, выходят на дневную поверхность в виде отдельных крупных родников или многочисленных линейно расположенных струй.

Помимо вод, скопляющихся и передвигающихся по трещинам и пустотам андезито-базальтового поля, в Ахманганском районе встречаются, правда, в очень незначительном количестве, воды, скопляющиеся в шлаковых конусах и выходящие на дневную поверхность на контакте с подстилающими породами.

Вследствие текстурного строения шлаков, пород с малой водоотдачей, уподобляющихся в этом отношении песчано-глинистым массам, дебит этих источников крайне ничтожен.

Всего на территории Ахманганского района, по карте Закавказской Экспедиции Академии Наук СССР [5], значится около 100 выходов родниковых вод.

Большинство родников приурочено к высотным отметкам 9, 5, 42, 85 и 128—170 м над уровнем озера, соответствующим по С. С. Кузнецову эрозионным площадкам. Наиболее крупные родники сосредоточены в нижней прибрежной зоне, т. е. вблизи современного базиса эрозии. С. С. Кузнецов [5] дает следующую характеристику подземных вод, циркулирующих в трещинах и пустотах андезито-базальтовых полей: „...1) воды обладают едва уловимой минерализацией, что свидетельствует о большой скорости передвижения грунтового потока; 2) выход воды на дневную поверхность, как правило, приурочен к местам, где лавовый поток тонок и где близко его ложе; 3) температура вод определенно понижается с гипсометрической высотой; 4) среди родников, подчиняющихся в отношении температуры только что указанному положению, встречаются источники, температура воды которых 0,1—0,3°С, при 21,5° на воздухе в 15 ч. Сравнение температур источников больших высот других мест побережий Севана не дает объяснения для существования таких низких температур. Надо признать, что подобные родники питаются водами тающих снегов и льдов, которые, повидимому, залегают в трещинах и пустотах андезито-базальтового покрова“.

В только что описанных условиях передвижения подземных вод в лавовых покровах и сравнительной маломощности последних, вследствие которой они нередко даже в деталях отражают „первичный“ рельеф местности, представилась возможность оконтурить площади пи-

тания родников. Эти площади питания в большинстве случаев совпали с бассейнами рек, в которых имели выходы родники. Так, например, наиболее крупные в районе Цаккарские родники, вызывавшие прежде сомнение относительно площади питания, на основании сказанного выше были отнесены к бассейну р. Вали-агалу, а родники Гельские — к бассейну р. Бахтак-чай.

В отношении водоносности и геоморфологических особенностей в этом районе можно выделить пять участков: 1) участок к северу от гряды Карабакир, 2) южная половина бассейна р. Кявар-чай, 3) бассейны р.р. Вали-агалу, Бахтак-чай и Зап. Айриджа, 4) участок к северу от с. Атташ между р. р. Бахтак-чай и Адиаман-чай и 5) приозерная полоса к востоку от бассейна р. Кявар-чай.

Характерные особенности перечисленных выше участков в кратких чертах таковы.

Участок 1. Участок к северу от гряды Карабакир отличается чрезвычайной неровностью поверхности, усеянной глыбовыми россыпями лав, массой бессточных ям и котловин, и отсутствием ясно выраженных водораздельных пространств. Бессточные котловины здесь достигают иногда значительных размеров. Так, например, в северной части бассейна р. Кявар-чай между северной границей бассейна и г. Карадаг (Сев-сар), высотой „2302“ и г. Уч-тапа имеется котловина, так называемая, равнина Шарашлю, занимающая площадь около 60 кв. км. В различных местах лавового поля здесь расположены шлаковые конусы, достигающие около 200 м высоты над своим лавовым основанием (Уч-тапа, Джан-тапа, Бугда-тапа и др.).

При описанном строении поверхности и в связи со значительной проницаемостью сравнительно маломощного суглинистого покрова и сильной трещиноватостью глыбистой лавы, здесь создаются благоприятные условия для инфильтрации выпадающих осадков.

Подземные воды южной части этого участка, входящей в бассейн р. Кявар-чай, включая и равнину Шарашлю, находят себе выход на дневную поверхность в долине р. Кявар-чай, между с. Паша-кенд и г. Нор-Баязетом. По замеру 4 августа 1930 г. расход группы Паша-кендских родников составил $1,07 \text{ м}^3/\text{сек.}$, а Нор-Баязетских — $0,66 \text{ м}^3/\text{сек.}$

С северо-западной части этого участка, как уже было сказано выше, подземные воды направляются в бассейн р. Занги. С прибрежной полосы между с. Александровкой и устьем р. Кявар-чай подземные воды устремляются к берегу озера, где на довольно широкой прибрежной полосе многочисленными колодцами вскрыт горизонт подземных вод, циркулирующих по трещинам андезито-базальтов. Около с. Айриванк и близ устья р. Кявар-чай на урезе озера здесь встречены небольшие сочащиеся роднички.

Гидрографическая сеть на этом участке отсутствует. Временный поверхностный сток талых и ливневых вод имеет место лишь в отдельных частях. Так, например, в северо-западной части участка имеется лог, обычно сухой, начинающийся у подножия г. Бугда-тапа и выходя-

щий в озеро у с. Ордакю. В южной половине участка располагается большой овраг Гураба-дзор, берущий начало на склонах Ахманганского хребта. К северу от г. Нор-Баязета расположены три оврага, собирающие ливневой и снеговой сток. При сильных ливнях сток с этого участка производит довольно значительные размывы в г. Нор-Баязете и вызывает паводки, наблюдающиеся в летнее время на р. Кявар-чай в ее нижней части у с. Норадуз.

Участок 2. Южная часть бассейна р. Кявар-чай, в противоположность первому участку, характеризуется ясно выраженными водораздельными пространствами, глубокими долинами; поверхность ее покрыта плащом делювия и задернована. Долины р. Кявар-чай и ее притоков в верхних частях глубоки, склоны круты.

На этом участке значительно меньше условий для просачивания выпадающих осадков и здесь преобладает поверхностный сток. Наиболее крупные выходы подземных вод встречаются лишь у с. Даликардаш. Дебит этой группы родников по замеру 3 августа 1930 г. составил $0,57 \text{ м}^3/\text{сек.}$

Участок 3. Участок Ахманганского района, включающий бассейны рр. Вали-агалу, Бахтак-чай и Зап. Айриджи, отличается большой многоводностью.

Вся предгорная полоса этого участка представляет в общем ровную местность с неглубокими лощинами (рис. 5). В приозерной полосе характер рельефа меняется; здесь встречаются неровные холмистые водораздельные пространства, глыбовые россыпи, ямы, котловины; речки текут здесь в глубоких с отвесными стенками каньонах (рис. 6)

При значительном высотном положении этого участка, описанном строении земной поверхности и водных свойствах лав, естественно ожидать здесь и наличия значительного количества родниковых вод.

Самыми большими родниками на этом участке являются родники Гельские в бассейне р. Бахтак-чай и Цаккарские в бассейне р. Вали-агалу. В среднем за 1928-30 гг. дебит первых из них составлял около $1,2 \text{ м}^3/\text{сек.}$, а вторых около $0,8 \text{ м}^3/\text{сек.}$ Из менее крупных родников следует отметить группу родников Бор-бор-булаг в бассейне р. Бахтак-чай, дебит которых по замеру 15 октября 1930 г. равнялся $0,23 \text{ м}^3/\text{сек.}$, и в бассейне р. Вали-агалу—родники к югу от кочевок Гургур, дебит которых колебался от $0,17 \text{ м}^3/\text{сек.}$ (26 октября 1928 г.) до $0,20 \text{ м}^3/\text{сек.}$ (27 июня и 30 августа 1930 г.).

Гидрографическая сеть на этом участке представлена тремя выше-названными речками. В летнее время поверхностный сток поддерживается как родниками, так и „снежниками“, расположенными в верховьях.

Участок 4. Участок к северу от с. Аташ между рр. Бахтак-чай и Адиаман-чай по характеру своей поверхности напоминает первый участок. Здесь те же глыбовые россыпи, холмы, ямы и т. д. В южной части участка возвышается лавовый вулкан г. М. Ахманган (Абдул-Гиссар) высотой 2846 м.

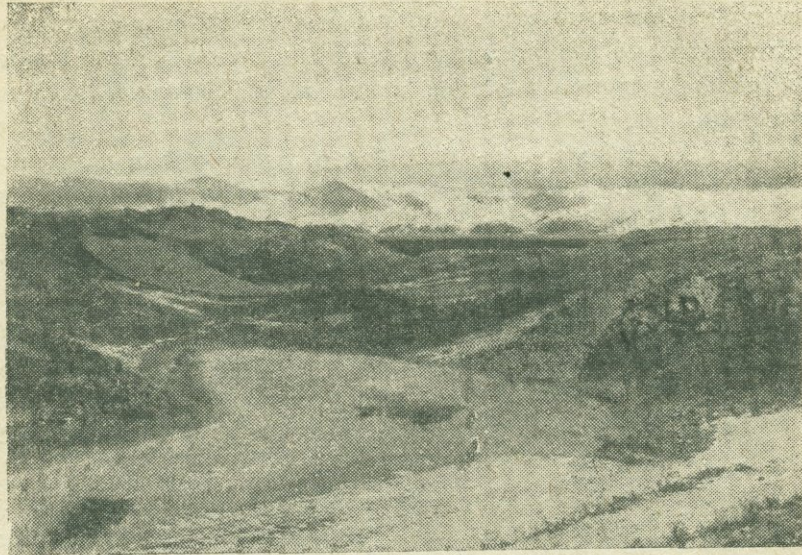


Рис. 4. Типичный ландшафт сев.-зап. побережья оз. Севан.



Рис. 5. Долина р. Бахтак-чай выше с. Таа-кенд.

Так же, как и на первом участке, гидрографическая сеть здесь отсутствует. Подземные воды находят выход в нижней части участка. Так, например, к западу от устья р. Адиаман-чай, выше и ниже современного уровня озера, из трещин андезито-базальтовой лавы выходят многочисленные мелкие струи. Определить более или менее точно дебит этих струй без специального каптажа не представляется возможным. Несколько небольших родников выходит в долине р. Адиаман-чай на участке ниже и выше с. Н. Адиаман и в русле речки близ ее устья.

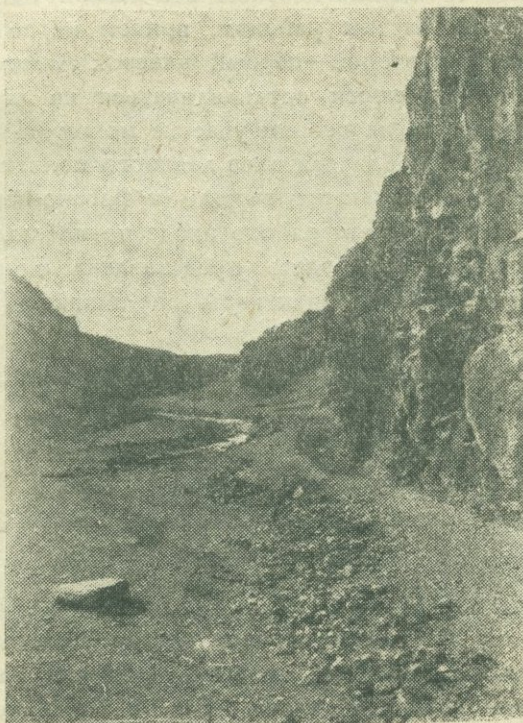


Рис. 6. Долина р. Бахтак-чай у с. Цаккар.

Участок 5. Участок к востоку от р. Кявар-чай представляет в общем пологий склон, окаймленный на западе высокой грядой, круто обрывающийся в долину этой реки. Участок отличается почти полной безводностью. Четыре небольших родничка, выходящие в его южной части, по М. П. Казакову [11] скорее связаны с подземными водами бассейна р. Вали-агалу, чем с местными инфильтрационными водами. Отсутствие здесь родниковых вод объясняется, повидимому, как кратковременностью весеннего снеготаяния на низко расположенной площади участка; так и сильными потерями на испарение в теплое время года. Временный поверхностный сток здесь имеет место только весной, во время таяния снега, и летом, во время ливней.

Гедак-булагский район занимает восточную оконечность северного склона Южно-Гокчинского хребта. Граница этого района на западе

проходит между рр. Алучалу и Гедак-булаг, на востоке границей служит р. Кейты-су, на севере—Мазринская равнина и на юге—южная граница бассейна озер Ала-гёль.

По своим физико-географическим особенностям и условиям стока весь этот район можно разделить на три участка: 1) бассейн р. Гедак-булаг, 2) юго-западную часть бассейна озерка Гилли и 3) бассейн озера Ала-гёль.

Первые два участка в геологическом, геоморфологическом, почвенно-ботаническом и гидрологическом отношении одинаковы с только что описанным Ахманганским районом, причем первый из них напоминает третий участок, а второй—первый участок Ахманганского района.

Поэтому нет надобности останавливаться на их описании и следует лишь отметить, что на втором участке мощность лавового покрова незначительна и здесь среди развалов лавового поля, в наиболее возвышенных его частях, встречаются выходы туфогено-порфиритов и известняков, чего в Ахманганском районе нигде не наблюдается.

Гидрографическая сеть здесь представлена одной речкой Гедак-булаг, берущей начало на склонах горы Тик-пилякен (табл. 5).

Табл. 5.

Бассейн	Длина речки км	Среднее падение речки в м на 1 км	Площадь бассейна кв. км	Средняя высота бас- сейна в м	Средний уклон бассейна	
					относит.	в гра- дусах
р. Гедак-булаг . . .	24,6	55,3	124,4	2602	0,196	11°06'

Участки 1—2. В Гедак-булагском районе имеется около 50 выходов подземных вод. Наиболее мощные родники на обоих участках расположены в их северной части. Так, в бассейне р. Гедак-булаг, помимо выхода родников около с. Гедак-булаг, имеются мощные выходы у с. Ярпузлу, где из трещин андезито-базальтов выходит большое количество струй, образующих сплошной поток, достигающий берега озера под названием „Мельничного родника“. Дебит этого родника в среднем за 1927—30 гг. составил 0,32 м³/сек. Кроме того, близ устья речки имеются менее мощные выходы, из которых наибольшим дебитом обладает родник „Короткий“. В среднем за 1927—30 гг. дебит этого родника составлял 0,14 м³/сек.

На втором участке мощные выходы родниковых вод сосредоточены на конце лавового обрыва около сс. Чахирлю, Кызыл-булаг, Крх-булаг и Коша-булаг (рис. 7). Здесь из трещин андезито-базальтовой лавы на контакте с галечными отложениями выходят многочисленные струи, которые, соединяясь, образуют р. Крх-булаг, левый приток р. Мазра. Общий дебит выходящих в этом месте родников по замеру 25 августа 1930 г. составил 2,25 м³/сек. Самую мощную группу представляют родники Крх-булаг с дебитом 1,5 м³/сек.

Участок 3. Несколько особняком от только что описанных первых двух участков Гедак-булагского района стоит третий—Алагельский участок, который все же отнесен нами к этому району, как имеющий с ним гидрологическую связь.

Бассейн группы горных озер Ала-гэль заключен в замкнутой со всех сторон котловине, дно которой имеет отметку около 2700 м. Площадь бассейна составляет 129,4 кв. км. На дне котловины расположены два небольших озера, соединенных между собой протоком. Водная поверхность обоих озерков составляет около 6 кв. км. Источ-



Рис. 7. Выход родников Чахирлю в окрестностях с. Басаргечар.

никами питания являются снежные запасы зимы и осадки весны, а в летнее время—снежники и родники (рис. 8).

Геологическое строение этого бассейна вкратце таково: западная половина сложена андезитовыми лавами, центральная—глыбовой андезито-базальтовой лавой и восточная половина—туфогено-порфиритами и известняками.

Почвенно-ботанический покров представлен одной зоной горно-луговых почв с альпийской растительностью.

Озерки относятся к запрудным и образовались вследствие изливания лавы вулкана Ала-гелярын-баши.

Пресный состав воды обоих водоемов, отсутствие видимого стока и особенности геологического строения центральной части бассейна заставляют предполагать существование здесь подземной утечки, вероятное направление которой северное—в бассейн озера Севан. При таком допущении становится понятным наличие уже описанного ряда мощных

выходов родниковых вод в этом районе, объяснить которые только одной инфильтрацией с вышерасположенной площади андезито-базальтового поля не представляется возможным.

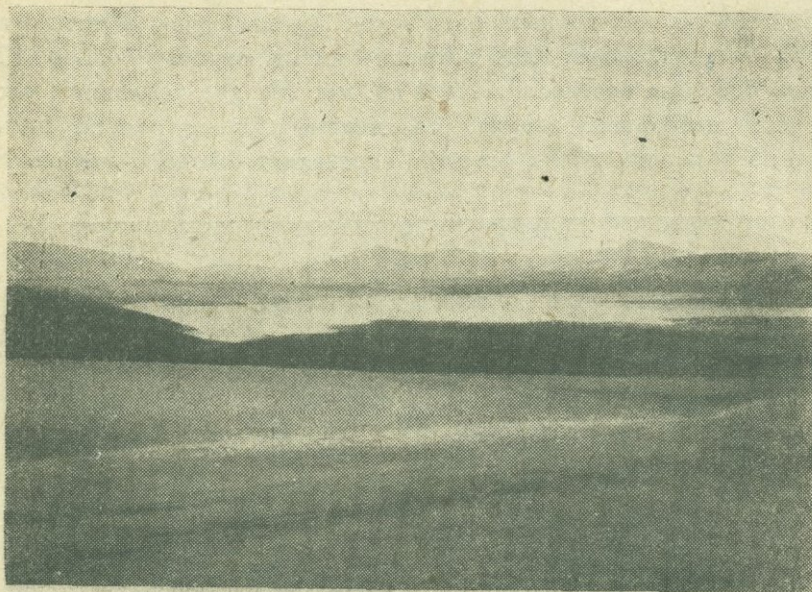


Рис. 8. Озеро Ала-гель.

РАЙОНЫ С ПРЕОБЛАДАНИЕМ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА

Южно-Гокчинский район занимает северный склон Южно-Гокчинского хребта и на западе смыкается с Ахманганским районом, а на востоке с Гедак-булагским.

В отношении физико-географических особенностей этот район можно разделить на две неравные части, граница которых проходит приблизительно в направлении с юга на север, от Селимского перевала на устье р. Адиаман-чай. Большую из этих частей, включающую бассейн рек от р. Куручай до р. Алучалу, мы назовем первым участком, а меньшую, включающую бассейн р. Средней Айриджи и западную половину бассейна р. Восточной Айриджи—вторым участком.

Участок 1. Первый участок в общих чертах представляет сравнительно крутой склон, увенчанный конусообразными вершинами на юге и во многих местах довольно резко обрывающийся в сторону Севана. Почти от самого водораздельного гребня в направлении с юга на север склон пересечен глубокими ущельями. Глубина ущелий доходит до 400 м, склоны круты и часто обрывисты (рис. 9).

Водораздельные пространства относительно ровны и сплошь задернованы. Довольно ясно выделяются два террасовидных уступа, приподнятые над озером, нижний на 200 м и верхний на 300 м. Отдельные вершины здесь достигают 3400 м и выше (г. Гюзаль-дара 3538 м).

В общем же рельеф этого участка оказывается значительно более расчлененным, чем рельеф соседних Ахманганского и Гедак-булагского районов.

Геологическое строение рассматриваемого участка в общих чертах представляется в следующем виде: наиболее возвышенные части заняты андезитовыми лавами и туфобрекчиями, а в понижениях распространены глыбистые андезито-базальтовые лавы.



Рис. 9. Ущелье р. Гезельдара выше с. Н. Гезельдара.

По А. С. Гинзбергу [3] андезитовые лавы представляют более древние излияния, успевшие подвергнуться действию экзогенных сил и давшие первоначальный рельеф местности, который послужил ложем для последующих излияний.

В приозерной полосе, от устья р. Адиаман-чай до с. Келаны-Крлан, развиты галечниковые аллювиальные отложения.

Поверхность покрыта делювиальными отложениями и задернована. Исключение составляет прихребтовая часть, где на поверхность выходят коренные породы.

Почвенно-ботанический покров так же, как и в соседних районах, представлен двумя основными зонами: черноземно-степной и горно-луговой. В отличие от Ахманганского района здесь, в связи с более пестрым геологическим строением, наблюдается и более пестрое распределение растительного покрова и, в зависимости от особенностей рельефа, большее развитие субальпийской растительности. Древесная растительность на всем протяжении Южно-Гокчинского района отсутствует кроме искусственных насаждений около селений.

Геолого-морфологические условия этого участка являются благоприятными для поверхностного стока выпадающих здесь осадков. Значительное высотное положение, глубокие ущелья и северная экспозиция способствуют накоплению снегового покрова и медленному таянию его весной, вследствие чего половодье на этом участке отличается растянутым характером.

Роль родниковых вод здесь незначительна. Причиной этого являются водные свойства андезитовых лав и туфобрекчий с одной стороны, а с другой—расположение трещиноватых андезито-базальтовых лав преимущественно в нижних зонах участка с меньшим количеством осадков и большим испарением. В отношении водных свойств первые породы характеризуются малой влагоемкостью и водоупорностью и, как следствие, малодобитностью источников. Водные свойства вторых нами уже описаны.

Всего на этом участке зарегистрировано около 20 выходов родниковых вод. Большинство родников сосредоточено в прихребтовой зоне. Дебит самых крупных здесь родников не превышает 12 л/сек.

Наиболее мощные родники располагаются в нижней зоне участка. Так, например, у с. Абдал-агалу выходят родники Карасу, дебит которых в среднем 120 л/сек., у с. Золохач по замеру 29 октября 1928 г.—94 л/сек. и в с. Н. Гезельдара—по замеру 30 июня 1930 г.—24 л/сек. Все эти родники выходят из трещин андезито-базальтового лавового покрова, залегающего на андезитовых лавах северной части этого участка.

В приозерной, галечниковой аллювиальной толще циркулируют подземные воды, образующиеся частью за счет осадков и стока с прилежащих склонов, частью же за счет инфильтрации речной воды. Уровень этих вод подвержен сезонным колебаниям: максимум наблюдается весной. Приозерная полоса в местах скрытых выходов родников заболочена. Родниковые воды встречаются и на дне озера—около с. с. Мартуни и Келаны-Крлан. На берегу озера около с. Мартуни бурение показало наличие напорных вод.

Участок 2. Второй участок по своим физико-географическим особенностям значительно отличается от уже описанного первого участка. Этот участок характеризуется низкими водораздельными пространствами, изрезанными оврагами; долины рек здесь широки, поймы местами заболочены. Речки медленно несут свои воды на север, часто при этом меандрируя (рис. 10).

Геологически этот участок интересен распространением здесь осадочных пород, представленных в основном верхнемеловыми известняками, собранными в довольно правильные складки общекавказского СЗ—ЮВ простирания. Этими породами сложено водораздельное пространство в среднем течении р.р. Средн. и Вост. Айридж и западная половина бассейна последней. Падение части известняков на юг и допускает небольшую утечку вод через открытые головы пластов за пределы Севанского бассейна. На юге и юго-западе известняки перекрыты

андезитовыми и андезито-базальтовыми лавами. Поймы рек сложены иловато-глинистыми и песчаными аллювиальными наносами.

Почвенно-растительный покров представлен на водоразделах коричневыми почвами нагорных злаковых лугов, а в долинах рек—деградированными солонцами.

Этот участок характеризуется наличием значительного количества мелких родников, дебит самых мощных из которых не превышает

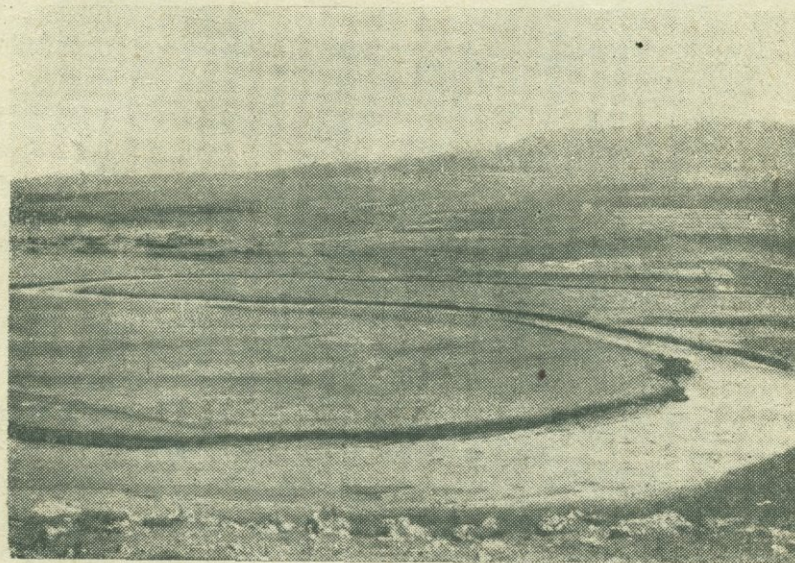


Рис. 10. Меандры р. Адиаман-чай у с. Каравансарай.

2 л/сек. По карте Закавказской Экспедиции Академии Наук СССР [5] здесь значится около 25 выходов родниковых вод.

Исключительное значение по водоносности принадлежит меловым известнякам. Очень редко выходят слабые источники из мелового песчаника и иногда из кварцитового песчаника девонской системы.

Дислоцированность известняков, их трещиноватость и плитняковое сложение создают благоприятные условия для инфильтрации выпадающих здесь осадков. Выходы родников приурочены преимущественно к местам перегиба слоев и открываются в основании склонов коренных берегов и частично в поймах рек. Водоупорной породой служат песчаники.

Роль делювиальных вод незначительна, но аллювиальные воды в поймах Восточной и Средней Айридж являются очень распространенными.

Гидрографическая сеть в Южно-Гокчинском районе, вследствие благоприятных оро-геологических условий, является довольно густой и занимает второе место после Шахдагского района. На территории этого района протекает семь рек (табл. 6).

Табл. 6.

Бассейн	Длина речки км	Среднее падение речки в м на 1 км	Площадь бассейна кв. км	Средняя высота бас- сейна в м	Средний уклон бассейна	
					относит.	в гра- дусах
р. Адиаман-чай . . .	41,7	18,2	386,6	2467	0,162	9°12'
р. Куручай	27,0	55,1	101,8	2626	0,301	16°45'
р. Аликрых	20,2	63,0	49,8	2557	0,279	15°36'
р. Золохач	13,5	78,4	32,4	2281	0,165	9°21'
р. Снеговая	15,4	69,0	22,8	2419	0,186	10°33'
р. Гезельдара	27,5	47,1	114,8	2641	0,312	17°18'
р. Алучалу	19,1	67,0	71,8	2541	0,262	14°42'

Среднее расстояние между устьями этих речек составляет около 5 км. Из перечисленных речек только одна р. Снеговая имеет временный сток весной, при таянии снега, и летом, во время ливней, остальные же несут воду круглый год. В летнее время речки разбираются на орошение и некоторые, как, например, рр. Аликрых и Золохач, в это время не дотекают до озера.

Шахдагский район занимает весь юго-западный склон Шахдагского хребта от г. Айриджа-даг до г. Конгур-даг и западный склон Конгуро-Алангёзского хребта.

Собственно Шахдагский район характеризуется всеми особенностями, присущими типичным горным хребтам: расчлененностью рельефа, крутизной склонов, множеством скальных обнажений и т. д. Речки протекают здесь в глубоких ущельях, засыпанных внизу обломками горных пород, и по выходе из ущелий имеют обычные конуса выносов (рис. 11).

Геологическое строение Шахдагского хребта по С. С. Кузнецову [6] схематически представляется в виде антиклинали, простирающейся с сев.-запада на юго-восток, с габбро-змеевиком ядром и крыльями, сложенными в основном верхне-меловыми известняками.

Габбро-змеевикомая формация, вследствие размыва, обнажена на больших площадях и выходит на дневную поверхность почти на всем протяжении хребта, а особенно в его средней и южной части. Известняки, слагающие крылья антиклинали, сильно дислоцированы. Северное крыло не всегда имеется в пределах Севанского бассейна и встречаются участки, в которых габбро доходит до самой гряды водораздельного гребня. Падение известняков северного крыла на сев.-восток и обуславливает отмеченную уже выше утечку части подземных вод за пределы бассейна.

Почвенный покров в основном представлен двумя зонами: горно-степной и горно-луговой. Горно-степная зона является наиболее распространенной и представлена плохо развитыми каменистыми почвами, а горно-луговая—черноземновидными и коричневыми горно-луговыми почвами.

В отношении растительного покрова этот район характеризуется, помимо развития нагорно-ксерофитных типов, можжевельниковых насаждений и дубовых лесочков, правда, в настоящее время сильно изреженных, еще и присутствием сравнительно большой площади ковыльно-типчаковых степей и большим развитием субальпийских и альпийских лугов.

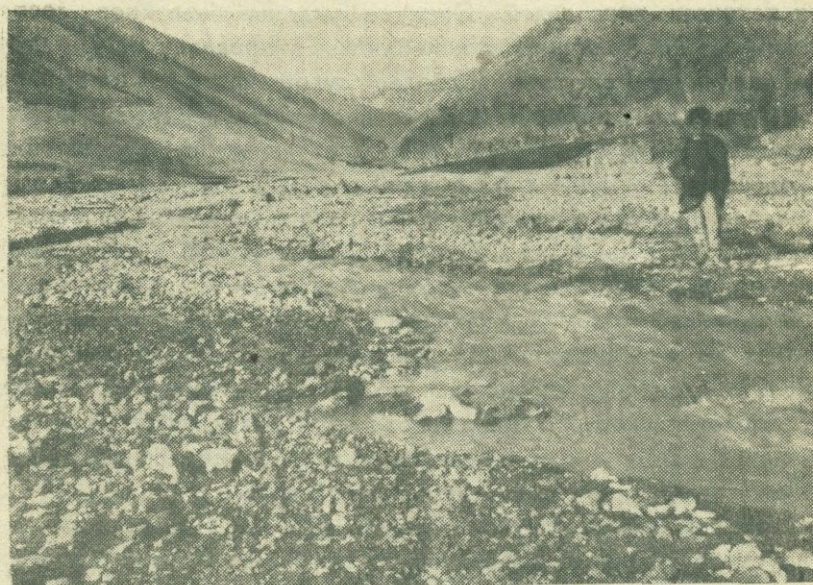


Рис. 11. Р. Памбак по выходе из ущелья.

Участок 1. Гидрографическая сеть наиболее развита в центральной части хребта. Здесь на протяжении от полуострова Адатапа до бассейна озера Гилли имеется 11 рек (табл. 7).

Табл. 7.

Бассейн	Длина речки в км	Средн. па- дение в м на 1 км	Площ. басс. в кв. км	Средн. вы- сота басс. в м	Средний уклон бассейна	
					относит.	в град.
р. Арданыш	7,3	110,5	16,9	2238	0,267	14°57'
р. Новруз-оглы	5,5	115,6	7,4	2338	0,371	20°21'
р. Дели-ага	6,1	104,2	12,0	2327	0,277	15°30'
р. Джил	9,0	94,0	20,7	2308	0,277	15°30'
р. Бабаджан-дараси	7,4	114,7	19,1	2305	0,312	17°18'
р. Шампырт	8,8	91,6	16,8	2404	0,388	21°12'
р. Памбак	9,0	118,0	23,6	2465	0,379	20°45'
р. Каравансарай	8,4	121,4	26,9	2424	0,397	21°39'
р. Сатанахач	8,0	111,0	11,8	2462	0,447	24°12'
р. Сарниер ¹⁾	5,8	147,1	11,9	2726	0,369	20°15'
р. Шишкая ¹⁾	5,2	188,7	8,6	2743	0,372	20°24'

¹⁾ Данные приведены для бассейнов, замкнутых у выхода из ущелий, ввиду неопределенности границ водосбора на приозерной равнине.

Среднее расстояние между устьями речек составляет здесь около 4 км. Этот участок имеет наиболее развитую во всем Севанском бассейне гидрографическую сеть. Почти все речки по выходе из ущелий на приозерную равнину теряют большую часть своей воды в рыхлых отложениях. Вследствие благоприятных почвенно-геологических и орографических условий, этот участок Шахдагского района отличается водными потоками типа селей. Средние уклоны бассейнов достигают здесь значительной величины и колеблются в пределах 0,267—0,447.

Участок 2. В северной наиболее сухой части района, у полуострова Адатапа, гидрографическая сеть отсутствует и склоны изрезаны оврагами, по которым пробегают лишь временные потоки во время весеннего снеготаяния и летних дождей.

Участок 3. В юго-восточной части района гидрографическая сеть представлена двумя речками: Гей-су и Конгур-чай, принадлежащими бассейну оз. Гилли. Остальная часть склона изрезана глубокими оврагами с временным стоком. Стекающие с этой части Шахдагского хребта воды, дойдя до аллювиальной Мазринской равнины, теряются в рыхлых отложениях последней и не доходят до главной артерии—р. Мазра.

Орогеологические особенности строения Шахдагского хребта, водные свойства пород и ограниченность территории препятствуют значительному накоплению здесь подземных вод.

Наибольшее количество подземных вод в Шахдагском районе циркулирует по трещинам известняков и габбро-змеевиков. Часть известняковых вод носит пластовый характер. Контактные воды незначительны и выходы их очень разнообразны. Выходы источников большею частью приурочены к высотным отметкам 1930, 1950, 1980, 2000, 2300, 2340, 2410—2430, 2600 и 2700 м. Тектонические и петрографо-геологические данные не дают этому исчерпывающих объяснений и С. С. Кузнецов [5] полагает, что приуроченность современных источников к эрозионным площадкам указывает на то, что в трещиноватых, плотных, в общем водоупорных породах подземные воды пользуются старыми путями, той дренажной сетью, которая выработалась в прошлом, сообразно с бывшими базами эрозии.

Основываясь на условиях выхода и свойствах подземных вод он делает следующие выводы: 1) температура источников и жесткость понижается с повышением высотной отметки источника, 2) минерализация воды минимальная, 3) дебит источников возрастает с высотой их выхода и по мере продвижения с сев.-запада на юго-восток; при этом источники низких высот исчезают и действующими остаются высокие выходы подземных вод.

Довольно значительным распространением в Шахдагском районе пользуются делювиальные воды, не имеющие однако самостоятельного значения, вследствие маломощности и грубости материала, а также залегания его на крутых склонах; они появляются во вторичном залегании, попадая в делювий из коренных пород. Благодаря грубому щебне-галечному материалу делювия приозерной равнины, как уже ука-

зывалось выше, большинство рек Шахдагского хребта по выходе из ущелий теряет значительную часть своей воды в делювии, который и является проводником этих вод в озеро.

В рассматриваемых участках Шахдагского района на карте Закавказской Экспедиции Академии Наук СССР значится около 80 выходов родниковых вод. Наиболее крупный родник Кара-булаг (Карасу) выходит из известняков в бассейне р. Джил и имеет дебит около 40 л/сек.

Описанные физико-географические особенности этих участков, препятствующие накоплению здесь подземных вод, представляют в то же время весьма благоприятные условия для поверхностного стока талых и ливневых вод. Глубокие ущелья и наличие ровных площадок в верхнем течении рек создают условия, способствующие накоплению снега и медленному его таянию весной. Весеннее половодье, несмотря на незначительную величину водосборных бассейнов, отличается здесь, как мы увидим ниже, сильной растянутостью. Ливневые воды, благодаря большим уклонам и небольшим водосборам, быстро сбегают и в благоприятных почвенно-геологических условиях сопровождаются частыми селями.

Участок 4. Четвертый участок этого района—западный склон Конгуро-Алангёзского хребта—в прихребтовой зоне имеет тот же характер, что и описанные, но наряду с этим он отличается и плоскими формами рельефа, чем отчасти и объясняется чистота речных долин, не загроможденных наносными обломками горных пород. Геологически он представлен туфогено-порфириновой формацией и частично известняками. Во многих местах указанные породы перекрыты тонким слоем андезитобазальтовой лавы.

Гидрографическая сеть здесь представлена рр. Кейты-су, Урумбосар-чай и Чалмалы-чай—притоками р. Мазра.

Водные потоки типа селей возможны и на этом участке, но по своим размерам и силе они значительно уступают селевым потокам имеющим место в Шахдагском районе.

Подземные воды в водоносности участка большой роли не играют. Всего здесь имеется около 30 малобитных источников.

Гюней-Памбакский район занимает северную, наиболее пониженную часть Севанского бассейна.

Геологически этот район представляет остаток запавшей антиклинали, ось которой проходит в сев.-зап. направлении по долине р. Балык-чай, а крыльями являются юго-восточный отрог Памбакского хребта и Памбак-Гюнейский хребет. Сводовая часть антиклинали, вследствие смыва вершины, обнажена и сложена верхне-меловыми известняками. Крылья же в основном состоят из пород туфогено-порфириновой формации. В прихребтовой части бассейна р. Тохлуджа распространены андезитобазальтовые лавы.

Почвенный покров этого района представлен горно-луговыми почвами, которые в пониженных местах сменяются горно-степными. На

Гюнейском берегу нижняя зона занята плохо развитыми каменистыми почвами, верхняя—горно-луговыми.

В отношении растительного покрова район характеризуется сильным развитием нагорно-ксерофитной растительности и субальпийских степей и лишь незначительным распространением субальпийских и альпийских лугов. Небольшие лесные участки имеются в ущельях местности Тяг-Агач на Гюнейском берегу озера.

Гидрографическая сеть в этом районе представлена тремя речками (табл. 8).

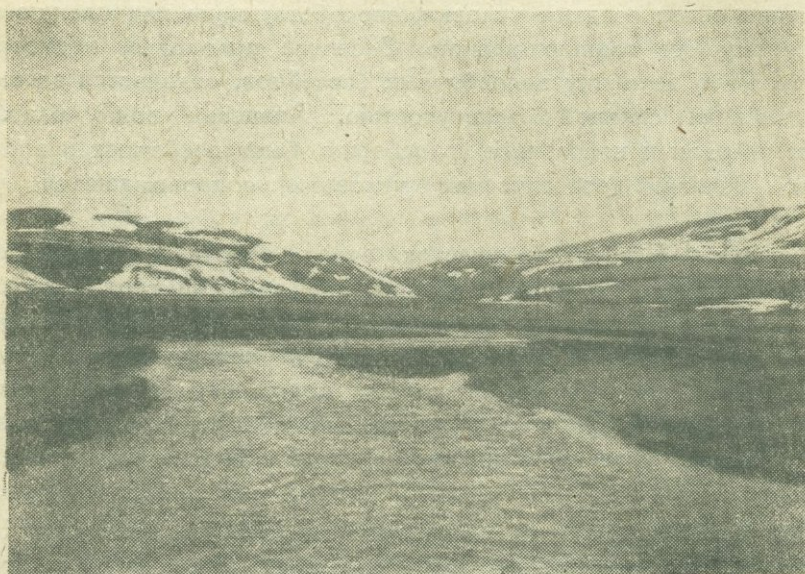


Рис. 12. Долина р. Балык-чай выше шоссевого моста.

Табл. 8

Бассейн	Длина речки км	Средн. па- дение в м на 1 км	Площ. басс. в кв. км	Средн. вы- сота басс. м	Средний уклон бассейна	
					относит.	в град.
р. Балык-чай	20,8	35,6	86,6	2224	0,172	9°45'
р. Тохлуджа	10,0	63,6	40,2	2236	0,201	11°21'
р. Аг-булаг	10,6	58,6	23,5	2197	0,169	9°36'

Побережья Гюнея и восточного отрога Памбакского хребта изрезаны многочисленными логами, большей частью с временным стоком талых и ливневых вод.

Этот район отличается сильным преобладанием в году поверхностного стока. Исключение составляет р. Тохлуджа где, благодаря очевидно, распространению в прихребтовой части бассейна андезито

базальтовых лав, сток несколько более равномерный и приближается к стоку Шахдагского и Южно-Гокчинского районов.

В Гюней-Памбакском районе имеется около 70 источников, большая часть которых приурочена к отметкам 2095, 2200 и 2300 м, к последней преимущественно в районе развития туфогено-порфиритов, где намечается пограничная линия названных пород. С химической стороны воды родников совершенно однородны и отличаются незначительной жесткостью, ничтожным содержанием хлора и лишь следами других солей.

Незначительность площадей питания и водные свойства горных пород исключают возможность накопления здесь сколько нибудь значительных количеств подземных вод.

МАЗРИНСКАЯ РАВНИНА

Мазринская равнина расположена в юго-восточной части бассейна озера Севан и занимает площадь около 300 кв. км, ограниченную изогипсой 2100 м. С трех сторон эта равнина окружена горными хребтами Шахдагским, Конгуро-Алангёзским и Южно-Гокчинским. В западной, наиболее пониженной части равнины находится небольшое озерко Гилли площадью около 3 кв. км и с максимальной глубиной, не превышающей 2 м. Вдоль побережья озера Севан от с. Загалу до оз. Гилли тянется несколько рядов береговых валов, возвышающихся над современным уровнем озера на 1—2 м, и сложенных хорошо окатанной плотной галькой. На отметках 1930, 1960 и 2000 м наблюдаются хорошо выраженные террасы.

Вся Мазринская равнина выполнена делювиально-аллювиальными наносами, представляющими продукт разрушения пород соседних горных хребтов.

Мазринская равнина является областью распространения солонцеватых и серых степных почв. В западной части, около оз. Гилли, равнина заболочена. Это место характеризуется развитием водно-болотной растительности, представленной ассоциациями осок и тростников. На окраинах болота развиты влажные злаковые луга, а в остальной части равнины — ковыльно-типчаковая степь. Переходной зоной от влажных злаковых лугов к степному типу служит зона сухих злаковых лугов, местами сменяющаяся растительностью солончаков-солонцов.

Есть предположение, что Мазринская равнина в прошлое время была покрыта водой. Болото ранее простиралось значительно далее на восток и после отступления превращалось, по мнению А. А. Завалишина [13], в солонцеватую структурную почву, которая постепенно покрывалась наносами и на поверхности образовалась вторая карбонатная почва сухой степи.

Мазринская равнина собирает воды с окружающих ее горных хребтов, причем речки Шахдагского и части Конгуро-Алангёзского хребтов, по выходе на равнину, теряют свою воду в ее рыхлых отложениях. Только в южной части равнины протекает р. Мазра и ее левый приток р. Крх-булаг, впадающие с юга в оз. Гилли. Последнее соеди-

няется с озером Севан единственным протоком, длиной около 0,5 км. и средней шириною 13—15 м. Через этот проток и стекает избыток воды равнины.

Речка Мазра и ее притоки текут в низменных аллювиальных берегах. В нижнем течении, перед впадением в оз. Гилли, берега речки сильно заболочены, как и все пространство вокруг озера. Это болото простирается довольно далеко к востоку, особенно вдоль р. Мазра и несколько южнее ее левого берега. Общая площадь болота составляет приблизительно 30 кв. км.

Во многих участках болота выходят родники, места выходов которых легко определяются по обычно сильно колеблющейся здесь дерновине.

В рыхлых делювиально-аллювиальных отложениях равнины циркулируют значительные массы подземных вод, образовавшиеся за счет как инфильтрации выпадающих здесь осадков, так и стока с окружающих равнину хребтов.

Сток с этой обширной равнины в оз. Севан сильно затруднен рядом береговых валов и единственного протока оз. Гилли недостаточного для быстрого отвода воды с равнины. В качестве примера Т. А. Ефимова в своем отчете [14] приводит следующее: до 12 августа 1927 г. вода над поверхностью болота отсутствовала, а после выпадения обильных осадков как на равнине, так и на горах, болото на следующий день оказалось затопленным, и несколько последующих дней наблюдателю болотной станции местами приходилось идти по колено в воде.

В западной части Мазринской равнины, занятой оз. Гилли и окружающим его болотом, составляющими около 10% площади равнины, потери на испарение с водной и болотной поверхности и транспирацию водно-болотной растительности значительно превышают годовую сумму выпадающих здесь осадков.

Закончив на этом краткое описание местных условий стока в отдельных частях Севанского бассейна, мы, прежде чем перейти к описанию явлений самого стока, скажем несколько слов об искусственном орошении, издавна здесь применяющемся.

ИСКУССТВЕННОЕ ОРОШЕНИЕ

Годового количества осадков в черноземно-степной зоне Севанского бассейна—свыше 400 мм—было бы вполне достаточно для богарного земледелия; однако, неблагоприятное распределение их в году с максимумом весной, в апреле—мае и значительным испарением летом заставляют население прибегать к искусственному орошению.

Наиболее развито искусственное орошение в южной и юго-восточной частях бассейна, особенно в районе Мазринской равнины, в северной же части оно незначительно или вовсе отсутствует.

Все оросительные системы в Севанском бассейне местного типа. Источниками орошения служат речки, выходящие на высоких отметках родники и „снежники“. Длина некоторых канав достигает 12—14 км.

Всего в бассейне ежегодно орошается около 22 000 га, на что потребно около 66 000 тыс. куб. метров.

Наличие орошения искажает условия естественного стока в бассейне, а так как гидрометрические посты обычно располагались в нижнем течении речек, то полученные на этих постах данные требовали для определения величины естественного стока с бассейна введения соответствующих коррективов. Последние необходимы были также в некоторых случаях и для получения фактического притока в озеро.

Количество воды, потребленной на орошение в каждом речном бассейне, вычисленное по данным б. Севанского Водного Округа, приводится ниже в табл. 9.

Табл. 9.

Бассейн	1927		1928		1929		1930	
	тыс. куб. м	мм	тыс. куб. м	мм	тыс. куб. м	мм	тыс. куб. м	мм
р. Кявар-чай . . .			8039	17	8237	17	6658	14
р. Вали-агалу . . .			4695	68	4857	70	4366	63
р. Бахтак-чай . . .			4184	26	5188	32	5161	32
р. Адиаман-чай . . .			451	1	819	2	560	1
р. Куручай-выше гидр. поста . . .			3417	—	1814	—	1782	21
р. Куручай ниже гидр. поста . . .			—	—	3144	—	3137	37
р. Аликрых . . .			2608	—	2900	—	2637	—
р. Золохач . . .			351	—	830	—	862	—
р. Гезельдара-выше гидром. поста			3434	34	3517	34	3580	35
р. Гезельдара ниже гидром. поста . . .			1942	19	2277	22	1838	18
р. Алучалу . . .			3320	46	3489	49	3362	47
р. Гедак-булаг . . .			8093	65	8536	69	8372	67
оз. Гилли			19455	24	20092	25	20553	26
р. Шишкая			276	—	622	—	432	—
р. Сарниер			598	—	474	—	519	—
р. Сатанахач			497	—	371	—	186	—
р. Памбак			491	—	419	—	419 ¹⁾	—
р. Шампырт			615	—	327	—	327 ¹⁾	—
р. Бабаджан			65	—	55	—	55 ¹⁾	—
р. Джил			1244	—	655	—	655 ¹⁾	—
р. Дели-ага			173	—	144	—	144 ¹⁾	—
Всего	62595	—	63948	—	68767	—	65605	—
Всего га	20865	—	21465	—	22564	—	22628	—

¹⁾ В виду отсутствия сведений приняты данные 1929 года.

Для контроля приведенных величин было произведено определение количества потребленной на орошение воды путем восстановления по некоторым речкам гидрографа расходов за оросительный период, а также путем подсчета стока оросительных канав, по которым имелись замеренные расходы. Контрольные подсчеты почти в точности совпали с основными [30].

II. РЕЖИМ РЕЧНОГО СТОКА В СЕВАНСКОМ БАССЕЙНЕ

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ РЕЧНОГО СТОКА

Четырехлетние исследования, произведенные Севанским Гидрометеорологическим Бюро за период 1926—1930 гг. не дают, конечно, достаточного материала для выявления всех особенностей режима речного стока в Севанском бассейне, для чего требуются многолетние гидрометрические наблюдения, но все же уже и сейчас имеется возможность отметить хотя бы главнейшие из них.

Основными факторами, обуславливающими как величину речного стока, так и ее колебания во времени и пространстве, являются орографические особенности Севанской котловины и геологическое строение отдельных частей бассейна.

Влияние орографии на распределение физических явлений и, в частности, на сток в горных районах наглядно формулировано покойным гидрологом Д. И. Кочериным [15]. „...Горные склоны, особенно южных широт, дают пример резких различий физических условий на небольшом пространстве. Это, естественно, сказывается столь же резкими колебаниями поверхностного стока в этих областях. По мере схода с гор в равнину, мы наблюдаем обычно падение количества атмосферных осадков, повышение температуры, уменьшение влажности, увеличение испаряемости и т. д., причем все указанные обстоятельства действуют параллельно и согласно в сторону резкого уменьшения стока с уменьшением высоты над уровнем моря.

„Кроме указанных выше различий в осадках и температурах и их производных, с понижением местности необходимо отметить некоторые другие факторы, которые изменяются в направлении с гор в равнину, обуславливая изменение стока и при том являются факторами не только местного значения, но повторяются и в других областях перехода с гор к степи.

„В числе условий, непрерывно изменяющихся в том же направлении состоят: 1) уменьшение уклонов логов и скатов, 2) переход от скалистой по преимуществу почвы верховьев к влагоемкому распаханному покрову равнины и 3) скудность растительного покрова в районе карста и ничтожное потребление им воды, в противоположность усиленному вегетационному потреблению влаги в нижней зоне, в частности при искусственном орошении“.

Вышеприведенные выводы Д. И. Кочерина, основанные на работах в горных условиях Крыма, полностью, как мы увидим ниже, могут быть отнесены и к бассейну озера Севан.

Орографические факторы обуславливают главным образом годовую величину стока и особенно среднюю за ряд лет; что же касается распределения стока в году, то здесь на первое место выступают геологические особенности строения бассейна.

При наличии легко проницаемых и влагоемких горных пород, даже в условиях горного ландшафта наблюдается сильная зарегулированность стока в году, столь характерная для некоторых районов Севанского бассейна.

Описание явлений стока начнем с рассмотрения его годового хода.

ГОДОВОЙ ХОД СТОКА

Годовой ход стока в Севанском бассейне характеризуется одним резко выраженным весенним (апрель—июнь) максимумом, обусловленным таянием накопившегося за зиму снега и осадками весны. Последние, выпадая в это время года в количестве около 40% годовой суммы, играют видную роль в формировании этого максимума.

Время наступления максимума зависит почти исключительно от высотного положения данного бассейна. На рр. Балык-чай и Тохлуджа, расположенных в наиболее пониженной части Севанского бассейна и в бассейне оз. Гилли, где около 300 кв. км занято Мазринской равниной, максимум наступает в апреле месяце. На всех остальных речках максимум обычно приходится на май месяц, хотя в наиболее возвышенных частях Южно-Гокчинского хребта в некоторые годы (1930) он приходится на июнь. При этом, в указанном районе сток за апрель месяц всегда меньше, чем за июнь, а во всей остальной части бассейна превосходит июньский.

В некоторых частях бассейна наблюдается второй, очень слабо выраженный, осенний максимум (октябрь—ноябрь), являющийся в результате так же слабо и не везде выраженного осеннего максимума осадков (сентябрь—октябрь) и меньшего, по сравнению с летними месяцами, испарения. Иногда формированию этого максимума способствует таяние снега, рано выпавшего в нижних зонах бассейна.

Минимум в естественных условиях обычно имеет место зимою (январь—март), причем на речках, значительная часть водосбора которых приходится на нижние зоны, он наступает раньше (январь—февраль), так как в марте, под влиянием потепления в дневные часы и солнечной радиации, уже начинается снеготаяние и, в связи с ним, увеличение стока. В районах усиленного разбора воды на орошение минимум речного стока приходится на летние месяцы (июль—сентябрь).

Кратковременные летние дождевые паводки настолько ничтожны по своей величине, что на общем годовом ходе речного стока почти не сказываются.

Таким образом годовой ход стока в Севанском бассейне оказывается в общих чертах параллельным годовому ходу осадков которые, как мы видели, имеют минимум зимою (январь), резко выраженный максимум весною (апрель—июнь) и второй слабо и не везде выраженный максимум—осенью (сентябрь—октябрь).

На рис. 13 годовой ход стока представлен в виде средних арифметических месячных модулей за все время исследований.

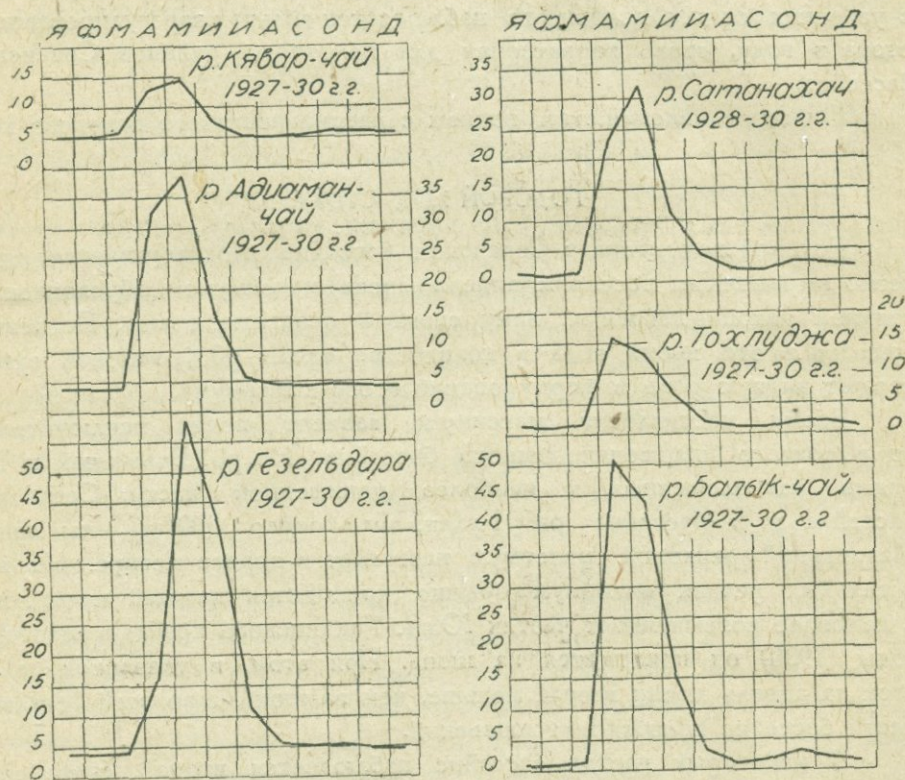


Рис. 13. Графики годового хода стока (в секундолитрах на 1 кв. км).

Описанный тип годового хода стока присущ не только Севанскому бассейну, но является господствующим на территории Малого Кавказа вообще. Это вполне понятно, так как климатические факторы, его обуславливающие (осадки, температура и испарение), являются относительно устойчивыми по своему распределению в году на довольно обширных пространствах.

Более детальное распределение речного стока представлено на рис. 14—19 в виде гидрографов секундных расходов, которые, в целях наиболее рельефного оттенения физико-географических особенностей отдельных частей Севанского бассейна, выражены в секундолитрах на 1 кв. км.

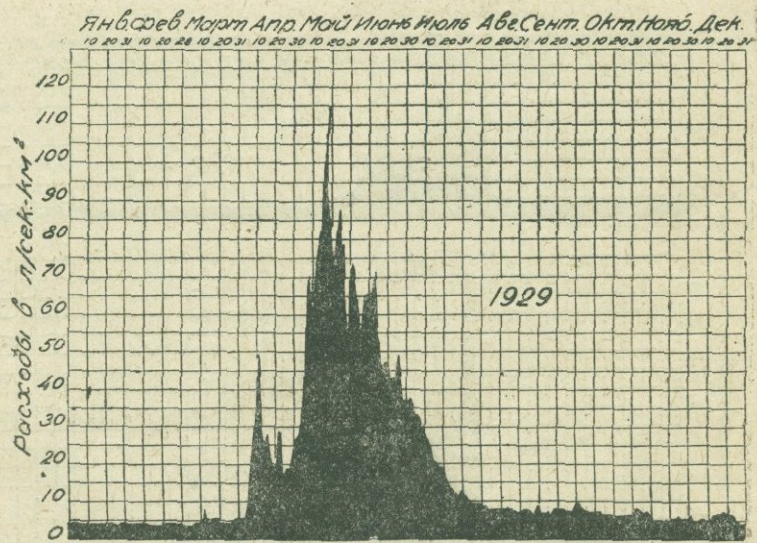
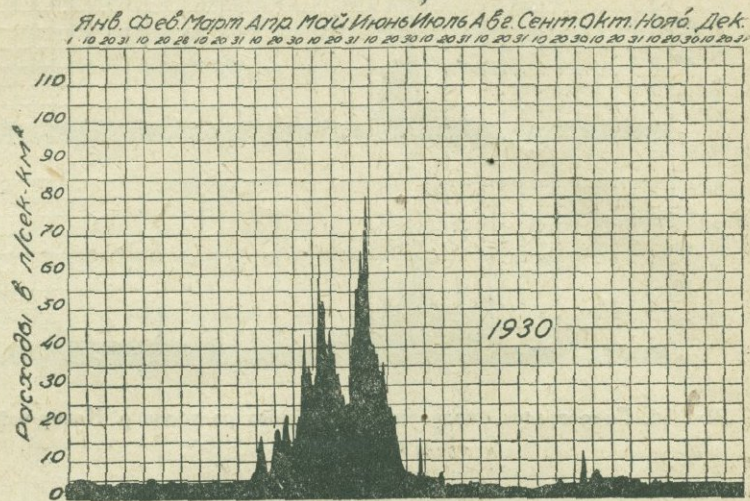


Рис. 16. Гидрографы ежедневных секундных расходов р. Гезельдара выше с. Н. Гезельдара.

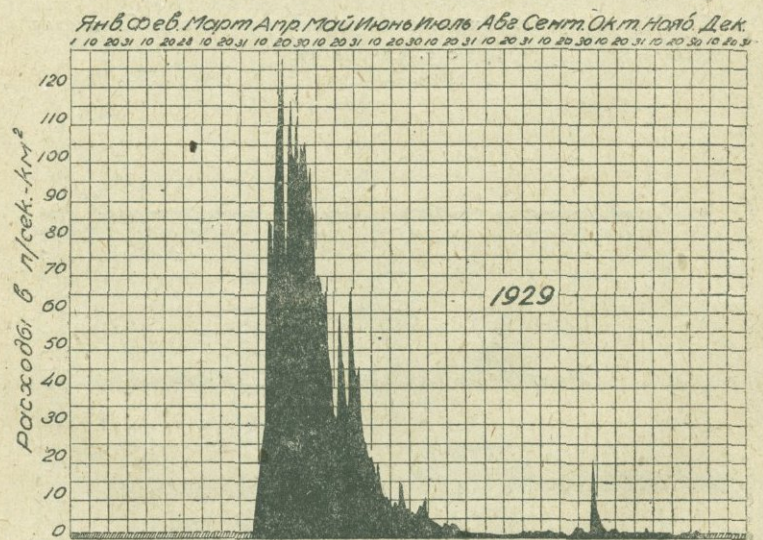
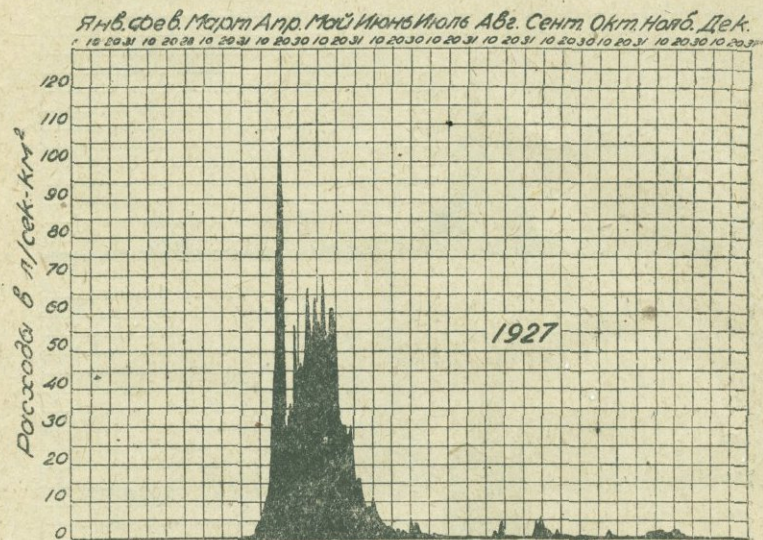


Рис. 19. Гидрографы ежедневных секундных расходов р. Балык-чай ниже шоссейного моста.

При составлении гидрографов были выбраны реки, характеризующие тот или иной из вышеописанных гидрологических районов. Так, например, гидрограф р. Кявар-чай характеризует районы с преобладанием родникового стока—Ахманганский и Гедак-булагский. Остальные гидрографы относятся к районам с преобладанием в году поверхностного стока. Гидрограф р. Гезельдара характеризует Южно-Гокчинский район, р. Сатанахач—Шахдагский, рр. Тохлуджа и Балык-чай—Гюней-Памбакский. Несколько особняком стоит р. Адиаман-чай, бассейн которой расположен частью в Ахманганском, а частью в Южно-Гокчинском районах.

Гидрографы изображают годовой ход речного стока как за наиболее маловодный так и за наиболее многоводный год.

Р. Кявар-чай. Площадь бассейна 480,5 кв. км, 25% площади ниже 2100 м, 50% ниже 2345 м и 75% ниже 2730 м; ср. высота бассейна 2436 м, наиб. высота 3616 м, ср. уклон бассейна 0,164; бассейн сложен глыбистой андезито-базальтовой лавой; ниже 2350 м горно-степная зона и склоны распаханы, выше—горно-луговая и склоны в южной половине задернованы, а в северной и прихребтовой зоне—голы, ср. год. кол. осадков за 1926/27—1929/30 гг.—636 мм; ср. год. расход (1927—30 гг.) 3,34 м³/сек., максимальный 72,50 м³/сек., миним. 1,73 м³/сек.

Р. Адиаман-чай. Пл. басс. 386,6 кв. км, 25% площади ниже 2340 м, 50%—2445 м и 75%—2660 м; ср. выс. басс. 2302 м, наиб. выс. 3439 м, ср. уклон бассейна 0,162; северная половина бассейна сложена андезито-базальтовыми лавами, южная—меловыми известняками, а на водоразделах—андезитовыми и андезито-базальтовыми лавами; ниже 2550 м горно-степная, выше—горно-луговая зона; ср. год. кол. осадков за 1926/27—1929/30 гг. 628 мм, ср. годов. расход (1927—30 гг.) 3,99 м³/сек., макс. 59,33 м³/сек., миним. 0,87 м³/сек.

Р. Гезельдара. Пл. басс. 102,3 кв. км, 25% пл. ниже 2490 м, 50%—2740 м и 75%—2940 м; ср. выс. басс. 2711 м, наиб. выс. 3538 м, ср. уклон басс. 0,312, западная часть басс. сложена андезито-базальтовыми лавами, восточная—лавами андезитового типа; ниже 2550 м горно-степная, выше горно-луговая зона; ср. год. кол. осадков за 1926/27—1929/30 гг.—740 мм, ср. год. расход (1927—30 гг.) 1,40 м³/сек., макс. 16,61 м³/сек., миним. 0,15 м³/сек.

Р. Сатанахач. Пл. басс. 9,6 кв. км, 25% пл. ниже 2385 м, 50%—2565 и 75%—2710 м; ср. выс. басс. 2541 м, наиб. выс. 3089 м, ср. уклон басс. 0,447; северная часть басс. сложена габбро-змеевиками, южная—известняками; ниже 2550 м горно-степная, выше—горно-луговая зона; ср. год. кол. осадков за 1926/27—1929/30 гг.—583 мм, ср. год. расход (1928—30 гг.) 0,071 м³/сек, макс. 0,97 м³/сек.

Р. Тохлуджа. Пл. басс. 39,9 кв. км, 25% пл. ниже 2110 м, 50%—2200 м, и 75%—2335 м; ср. выс. басс. 2236 м, наиб. выс. 2753 м, ср. уклон басс. 0,201; в прихребтовой части распространены андезито-базальтовые лавы, в остальной—туфогенопорфириты; ниже 2100 м горно-степная, выше—горно-луговая зона; ср. год. кол. осадков за 1926/27—1929/30 гг.—536 мм, средн. годов. расход (1929—30 гг.) 0,16 м³/сек, макс. 3,13 м³/сек., мин. 0,020 м³/сек.

Р. Балык-чай. Пл. басс. 85,9 кв. км, 25% пл. ниже 2115 м, 50%—2215 м и 75%—2310 м; ср. выс. басс. 2224 м, наиб. выс. 2740 м, ср. уклон басс. 0,172; в основном бассейн сложен породами туфогено-порфиритовой формации и расположен целиком в горно-луговой зоне; ср. год. кол. осадков за 1926/27—1929/30 гг.—648 мм, средн. годов. расход (1927—30 гг.) 0,89 м³/сек., макс. 36,91 м³/сек., миним. 0,016 м³/сек.

Рассмотрев в общих чертах годовой ход речного стока, перейдем к описанию отдельных его слагаемых, которое легче всего сделать, расчленив сток по генетическим признакам на две элементарные части: поверхностный сток и подземное питание.

ПОВЕРХНОСТНЫЙ СТОК

В годовом ходе речного стока поверхностный сток представляется в виде волн различной длины и высоты, накладывающихся на основное подземное питание. В Севанском бассейне эти волны по своему происхождению, размерам и значению могут быть разделены на три категории: 1) большие продолжительные скопления поверхностных вод—половодья, обусловленные общими климатическими причинами, действующими одновременно по всей площади бассейна; 2) малые растянутые скопления поверхностных вод—следствие таяния снежников в горах; 3) кратковременные скопления воды—паводки, вызываемые отдельными дождями, выпадающими на ограниченной площади.

Из перечисленных категорий поверхностного стока исключительное значение как по суммарному, так, в большинстве случаев, и по максимальному секунднему стоку, имеет весеннее половодье, на описании которого мы прежде всего и остановимся.

1. Весеннее половодье в Севанском бассейне является результатом взаимодействия двух упоминавшихся выше факторов: с одной стороны, под влиянием температурных условий и солнечной радиации происходит процесс таяния накопившихся в горах снежных запасов, а с другой—на весеннее время приходится и годовой максимум осадков. Весенние осадки, выпадая при этом в виде дождя, не только увеличивают суммарный объем половодья, но и способствуют ускорению процесса таяния, который под влиянием только одних температурных условий и солнечной радиации протекал бы значительно слабее.

В результате наложения этих процессов друг на друга создается довольно сложная картина весеннего половодья. Значительную долю сложности вносят и орографические особенности бассейна. Воздействие температурных условий первоначально сказывается только в нижних зонах бассейна и лишь постепенно передвигается к наиболее возвышенным областям. В силу тех же особенностей неодинаково проявляется и действие выпадающих в это время осадков. В то время, как в нижних частях бассейна осадки выпадают в виде дождя и способствуют таянию снегового покрова, в верхних зонах в первой половине весны осадки, как правило, выпадают в твердом виде и задерживаются там до наступления соответствующих термических условий.

Постепенная прибыль весенней воды на некоторых речках начинается уже в марте месяце, когда, под влиянием дневных потеплений и солнечной радиации, происходит таяние снега в нижних зонах бассейна. Такое явление, например, наблюдается на р. Кявар-чай и в бассейне оз. Гилли, значительные площади которых расположены в нижних зонах, а также на Гюнейском берегу озера, где южные склоны в марте месяце уже освобождаются от снегового покрова.

Начало же половодья приходится на первую половину апреля, а конец большей частью совпадает с последними числами июня или началом июля.

Средняя продолжительность половодья составляет таким образом от двух с половиной до трех месяцев.

Продолжительность половодья находится в зависимости от метеорологических условий данного года и высотного положения бассейна: в годы с большим количеством зимних осадков, отличающиеся обычно и пониженными весенними температурами воздуха, половодье имеет более растянутый характер, а в годы с малым количеством осадков — наоборот. На высокогорных бассейнах таяние происходит медленнее и половодье носит более растянутый характер.

В общем же весеннее половодье отличается чрезвычайной растянутостью, являющейся следствием зональности. В то время, как, например, в центральных районах Европейской части СССР продолжительность половодья на речках, имеющих бассейны порядка 200—800 кв. км, не превышает 15 дней, в Севанском бассейне даже на небольших речках она достигает трех месяцев и больше, т. е. периода, обычного для больших равнинных бассейнов.

Ход речного стока в весеннее половодье характеризуется рядом последовательных, нередко налагающихся друг на друга волн, обусловленных как аperiodическими изменениями температурных условий, так и разновременностью фаз таяния в отдельных зонах бассейна и неодинаковостью площадей, одновременно охватываемых процессом снеготаяния. Помимо того, значительную роль здесь играют и дождевые осадки, особенно на спаде половодья.

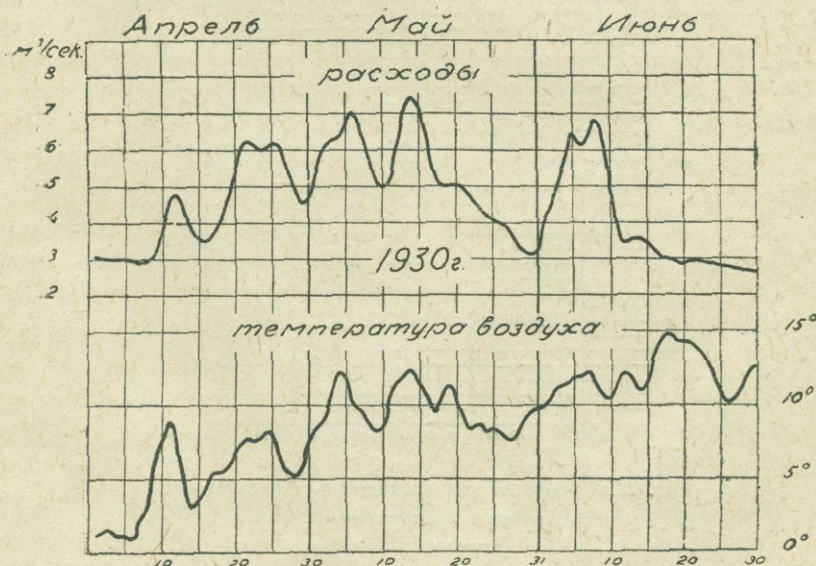


Рис. 20. График колебания расходов р. Кварчай у с. Нордуз и температуры воздуха на ст. Нор-Баязет.

На рис. 20 представлен график колебаний секундных расходов воды р. Кварчай и температуры воздуха на метеорологической станции

в г. Нор-Баязете. Указанные величины, с целью элиминирования резких колебаний, представлены в виде последовательных средних за каждые трие суток.

График отчетливо иллюстрирует отмеченную выше зависимость между отдельными волнами весеннего половодья и изменениями температурных условий.

На ряд волн аperiodического характера накладываются периодические суточные волны, являющиеся следствием усиленного таяния в дневные часы. В чистом виде, т.е. при отсутствии осадков, суточный ход секундных расходов, как видно из рис. 21, следует суточному ходу температуры воздуха.

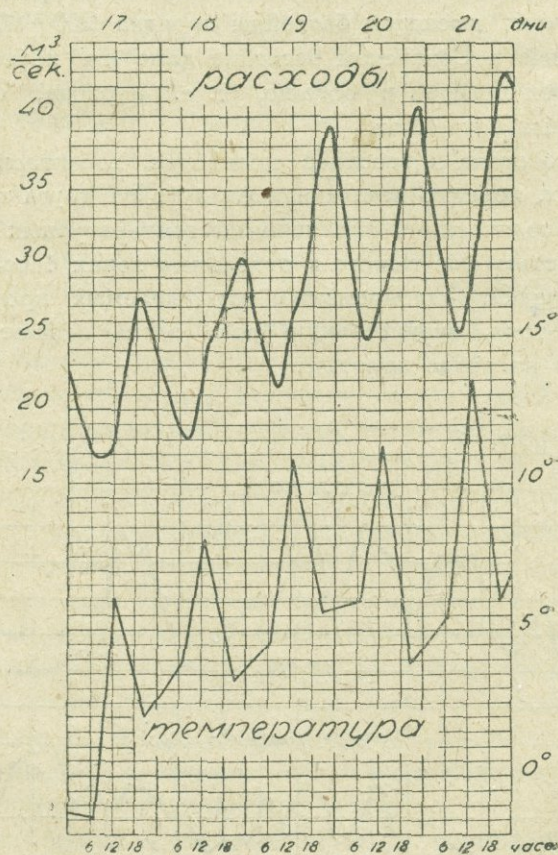


Рис. 21. Суточный ход расходов р. Адиаман-чай и температуры воздуха на ст. Яных (апрель 1929 г.).

Ввиду того, что суточный ход представляет явление периодическое, мы остановимся на нем несколько подробнее.

На рис. 22 представлен суточный ход секундных расходов воды весной 1929 и 1930 гг., выведенный, как среднее арифметическое за каждый час суток для рек, на которых были установлены лимниграфы.

Здесь же изображен и суточный ход температуры воздуха по записям термографа на опорной гидрометеорологической станции в с. Еленовке.

На графике видно, что время наступления максимумов расходов на разных речках и даже на одной и той же речке в отдельные месяцы и годы приходится на различные часы суток, с запаздыванием по отношению к моменту наступления максимума температуры воздуха. Эти запаздывания тем больше, чем больше площадь данного бассейна. Так, например, на р. Балык-чай (пл. 85,9 кв. км) максимум расхода наступает около 6—8 час. вечера, на р. Гезельдара (пл. 102,3 кв. км)—8 час. веч., на р. Адиаман-чай (пл. 386,6 кв. км) в апреле месяце—от 10 час. веч., до 1 час. ночи, а в мае—около 4 час. утра, на р. Кявар-чай (пл. 480,5 кв. км)—около 2—3 час. ночи. Время же наступления максимума температуры воздуха приходится на 2—3 часа дня.

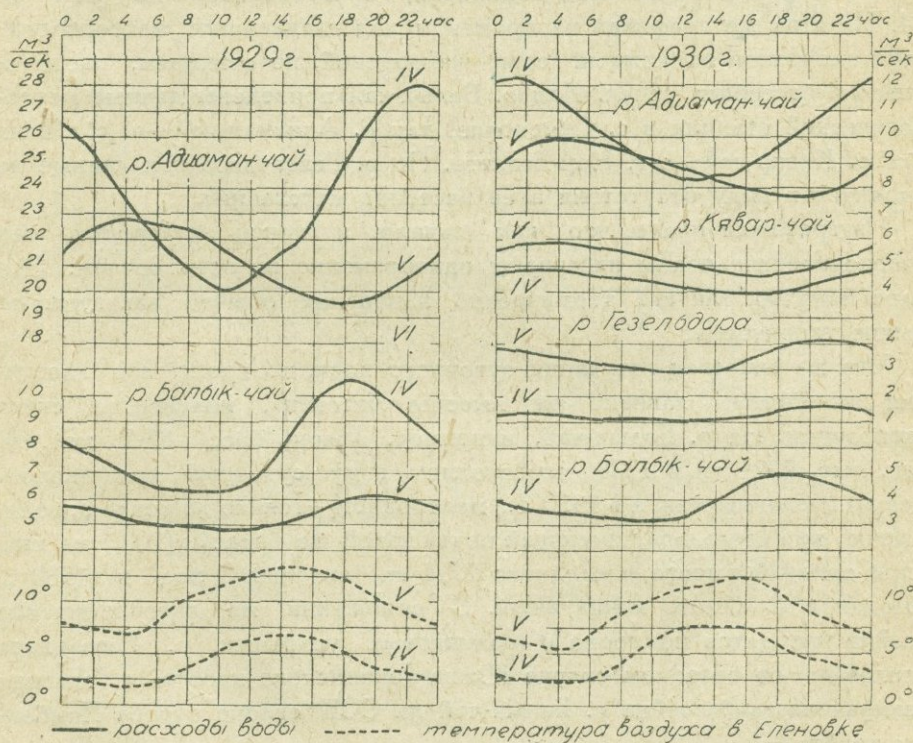


Рис. 22. Графики суточного колебания расходов воды и температуры воздуха весной 1929 и 1930 гг.

Период подъема суточной волны в среднем составляет 38% (25%—50%) от общей продолжительности волны, причем на малых бассейнах он достигает 32% (25—38), а на больших—42% (33—50).

В отношении максимальной интенсивности подъема суточных волн можно привести следующие данные:

р. Адиаман-чай	21/IV—1929 г.	27 литров в 1 минуту
р. Балык-чай	12/IV—1930 г.	22 " " 1 "
р. Гезельдара	8/VI— " "	14 " " 1 "
р. Кявар-чай	3—4/VI— " "	11 " " 1 "

В апреле 1928 г., отличавшемся в отдельные моменты чрезвычайной интенсивностью снеготаяния, скорость подъема суточных волн в несколько раз превышала вышеуказанные, но за отсутствием в это время лимниграфов, нижеприводимые данные следует рассматривать как ориентировочные.

р. Кявар-чай	6/IV—1928 г.	84 литра в 1 минуту
р. Балык-чай	23/IV— " "	72 " " 1 "
р. Адиаман-чай	19/IV— " "	48 " " 1 "

В результате наложения друг на друга описанных выше волн получается картина весеннего половодья, представленная на рис. 23 и 24. На этих же графиках изображен и ход главнейших метеорологических элементов за каждый срок наблюдений, по станциям, расположенным в бассейнах речек. Для р. Балык-чай приведены данные метеорологической станции в с. Семеновке, для р. Адиаман-чай—в с. Яных и для р. Кявар-чай—в г. Нор-Баязете. По р. Гезельдара эти данные не приводятся в виду отсутствия в ее бассейне метстанции.

Из графиков видно, что как начало и конец половодья, так и аperiodические волны наступают одновременно по всем речкам. Это вполне понятно, так как термические изменения обычно захватывают большие территории.

Что же касается затухания суточного хода, то время его наступления различно и зависит от высоты бассейна, количества снега и экспозиции. На р. Балык-чай, например, (площ. басс. 85,9 кв. км, средн. выс. 2224 м) в 1929, многоводном году суточный ход продолжался до середины мая, а в 1930 г., маловодном—только до конца апреля. На речке же Гезельдара, имеющей почти такой же бассейн (102,3 кв. км), но при средней высоте последнего 2711 м, суточный ход в 1930 г. наблюдался до самого конца июня. В отношении же экспозиции оба бассейна находятся примерно в одинаковых условиях: р. Гезельдара расположена на северном склоне Южно-Гокчинского хребта, а главная питающая часть бассейна р. Балык-чай на ССВ склоне отрога Памбакского хребта.

Закончив на этом описание весеннего половодья в Севанском бассейне с качественной стороны, перейдем к оценке его с количественной, для нас наиболее важной.

Суммарный сток за время весеннего половодья обуславливается количеством зимних и весенних осадков, термическими условиями осени и зимы, интенсивностью весеннего снеготаяния и особенностями геологического строения бассейна. Благодаря медленному снеготаянию и наличию легко проницаемых пород, даже при больших зимних запасах

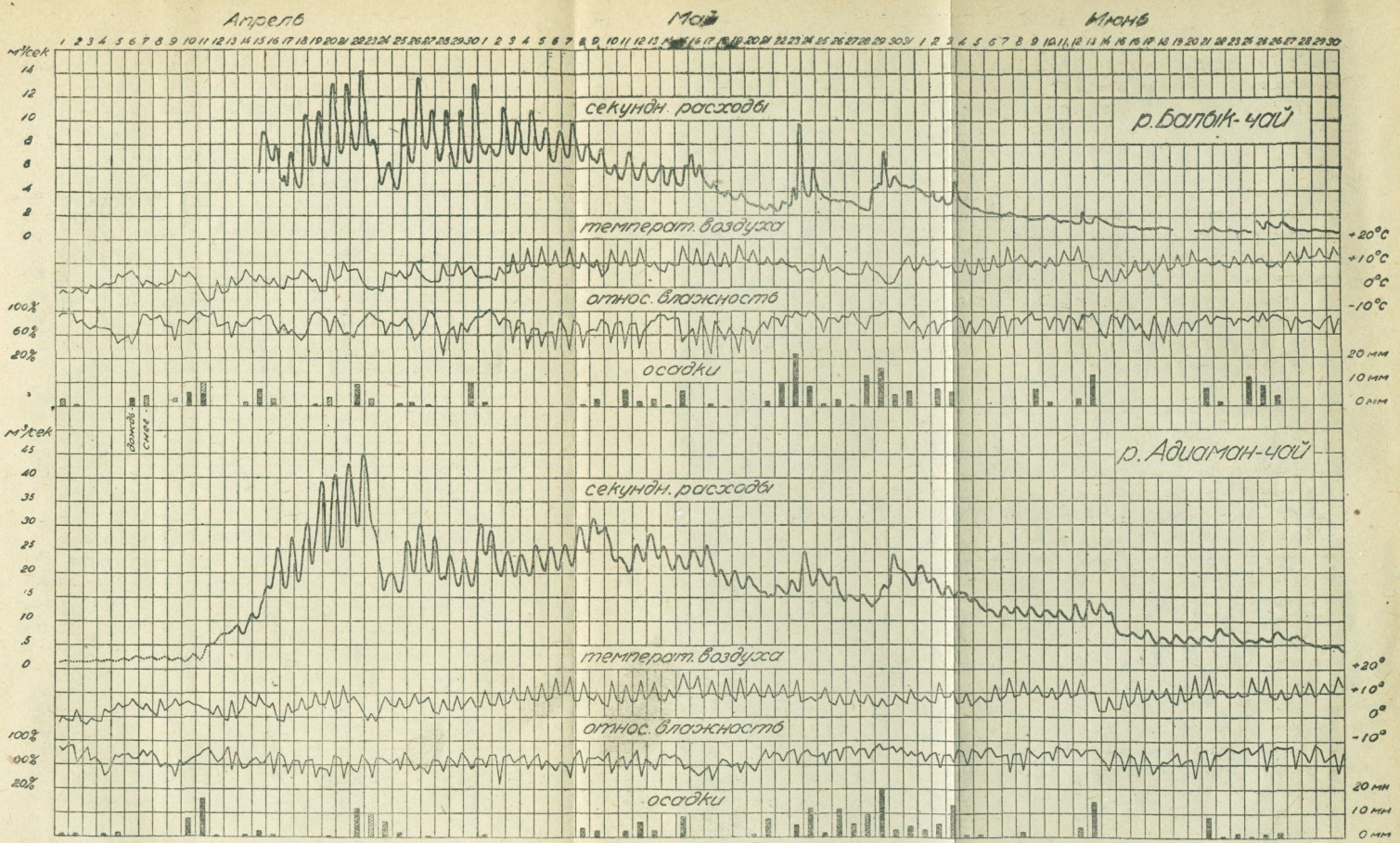


Рис. 23. Графики колебаний расходов воды, осадков, температуры и влажности воздуха за время осеннего половодья 1929 г.

снега, значительная часть воды может просочиться вглубь и таким образом уменьшить величину суммарного весеннего стока. Тот же самый эффект может получиться и при повышенной температуре зимы, сопровождаемой оттепелями.

В помещаемой ниже таблице 10 приведены данные по суммарному стоку за время весеннего половодья для некоторых речек Севанского бассейна, где это оказалось возможным сделать. Приводимые величины даются за вычетом подземного питания и с поправкой на количество воды, изъятой на орошение. С целью наиболее резко оттенить влияние геологического строения на величину суммарного весеннего стока, последний помимо слоя стока в миллиметрах приводится и в виде отношения в процентах к естественному годовому стоку.

Табл. 10.

Бассейн	Площ. басс. кв. км	Средн. высота басс. м	Суммарный сток весеннего половодья					
			1927	1928	1929	1930	Средн.	
р. Кявар-чай	421,9	2436	мм	56	72	112	44	71
			% %	26	32	40	20	30
р. Вали-агалу	69,1	2573	мм	—	71	155	71	99
			% %	—	23	27	16	22
р. Бахтак-чай	162,9	2520	мм	—	82	146	67	98
			% %	—	24	34	20	25
р. Адиаман-чай	386,6	2467	мм	154	255	281	112	200
			% %	57	66	67	49	60
р. Гезельдара	102,3	2711	мм	338	310	400	204	313
			% %	70	68	69	60	67
р. Сатанахач	9,6	2541	мм	—	180	124	204	169
			% %	—	75	62	79	72
р. Тохлуджа	39,9	2236	мм	65	137	113	53	92
			% %	59	77	79	56	68
р. Балык-чай	85,9	2224	мм	714	345	366	226	288
			% %	92	90	89	78	87

Необходимо отметить, что для р. Кявар-чай принята при исчислении весеннего стока не вся площадь бассейна 480,5 кв. км, а 421,9 кв. км, т. е. за вычетом расположенной в северной части бассейна орографически замкнутой равнины Шарашлю.

Как видно из приведенных данных, наибольший суммарный весенний сток наблюдался на большинстве речек бассейна в 1929 г., а наименьший—в 1930 г. Отдельные исключения объясняются тем, что даже на небольшой сравнительно территории Севанского бассейна ход метеорологических элементов, главным образом осадков, не бывает тождественным в одни и те же годы во всех частях бассейна, что хорошо видно из данных помещаемой ниже табл. 11, где приведены количества осадков за зимние сезоны по станциям бассейна.

Табл. 11.

Станция	Высота н. у. м. м	Осадки в миллиметрах (XII—III)			
		1926/27	1927/28	1928/29	1929/30
Еленовка	1924	81	87	87	83
Нор-Баязет	1960	65	93	111	38
Яных	2325	53	30	90	53
Мартуни	1945	65	88	136	62
Загалу	1936	46	66	81	108
Басаргечар	1930	55	115	63	92
Сатанахач	2005	65	53	51	79
Шорджа	1918	47	39	43	51
Тохлуджа	2010	43	53	54	48
Семеновка	2090	53	85	110	66

Колебания зимних осадков в общем согласны с колебаниями весеннего стока. Так же, как и сток, они на большинстве станций дали максимум в 1929 г., минимум же зимних осадков не совпал с минимумом стока и пришелся на большинстве станций на 1927 г. Это находит себе объяснение в термических особенностях зим 1926/27 и 1929/30 гг. Как видно из приводимых в табл. 12 данных, температура зимы 1926/27 г. оказалась на всех станциях значительно ниже нормальной, а 1929/30 г. исключая ст. Басаргечар, выше нормальной.

Табл. 12.

Станция	Средняя температура воздуха (XII—III)		
	многолетн.	1926/27	1929/30
Еленовка	-5,4	-6,6	-4,4
Нор-Баязет	-5,0	-5,3	-5,0
Басаргечар	-5,7	-6,3	-6,2
Шорджа	-2,6	-3,6	-2,5
Семеновка	-6,2	-7,1	-5,8

Пониженная против нормы температура зимы 1926/27 г. являлась фактором благоприятствующим более усиленному весеннему стоку в этом году, а повышенная по сравнению с нормой температура зимы 1929/30 г., наоборот, могла способствовать постепенному таянию снегового покрова и обуславливать большее просачивание и испарение с поверхности снега и, как следствие, уменьшить величину суммарного весеннего стока.

В подтверждение сказанного можно привести еще число дней с оттепелями за обе зимы (табл. 13).

Табл. 13

Станция	Число дней с оттепелями (XII—III)	
	1926/27	1929/30
Еленовка	28	43
Нор-Баязет	51	50
Мартуни	47	59
Шорджа	48	61
Семеновка	19	23

Число дней с оттепелями в зиму 1929/30 г. на всех станциях бассейна было значительно больше, чем зимою 1926/27 г.

Максимум весеннего стока на р. Сатанахач в 1930 г., когда почти на всех речках бассейна наблюдался минимальный сток, объясняется максимумом зимних осадков, выпавших в этом году в районе Шахдагского хребта. Станции Сатанахач и Шорджа дали в этом году максимальное количество зимних осадков за все время исследований.

Что же касается весенних осадков (табл. 14), играющих видную роль в формировании суммарного весеннего стока, то они, будучи большей частью грозового характера, по вполне понятным причинам не обнаруживают такой связи с весенним стоком, как зимние осадки.

Табл. 14.

Станция	Осадки в миллиметрах (IV—VI)			
	1927	1928	1929	1930
Еленовка	227	246	244	309
Нор-Баязет	215	144	251	144
Яных	149	202	228	167
Мартуни	185	159	175	165
Загалу	217	150	173	125
Басаргечар	208	144	153	106
Сатанахач	247	288	253	274
Шорджа	163	142	195	152
Тохлуджа	188	145	211	—
Семеновка	247	288	253	274

Рассматривая колебания весеннего суммарного стока по площади бассейна, мы видим, что в основном величина его зависит от геологического строения отдельных частей бассейна, а в равных геологических условиях — от высоты над уровнем моря. В районах Ахманганском и Гедак-булагском, где распространены сильно трещиноватые лавы, способные к быстрой инфильтрации воды, суммарный весенний сток

достигает своего минимального значения. В среднем величина суммарного весеннего стока здесь колебалась, в зависимости от высоты бассейнов рек, от 71 мм (р. Кявар-чай) до 99 мм (р. Вали-агалу). Наибольшей величины суммарный весенний сток достигал в районах Южно-Гокчинском, Шахдагском и Гюней-Памбакском, где он колебался в среднем от 92 мм (р. Тохлуджа) до 313 мм (р. Гезельдара). Совершенно особняком стоит р. Балык-чай, где, как уже было отмечено выше, вообще наблюдается большое количество осадков. Суммарный весенний сток здесь составил в среднем 288 мм, т. е. величину близкую к суммарному стоку р. Гезельдара, несмотря на то, что средняя высота бассейна р. Балык-чай составляет 2224 м, а р. Гезельдара—2711 м.

Еще резче зависимость объема весеннего половодья от геологического строения бассейна выявляется при рассмотрении указанной величины в процентах от годового стока. В то время, как в Ахманганском районе суммарный весенний сток в среднем составляет от 22% (р. Вали-агалу) до 30% (р. Кявар-чай) годового стока, в Южно-Гокчинском этот процент возрастает до 60% (р. Адиаман-чай) и 67% (р. Гезельдара). В Шахдагском районе суммарный весенний сток в среднем составляет 72% (р. Сатанахач), а в Гюнейском 68% (р. Тохлуджа). Наибольшего значения весенний сток достигает в Памбакском районе, где на р. Балык-чай он дает в среднем 87%.

Таким образом можно считать, что суммарный весенний сток в Ахманганском районе составляет в среднем около 26% годового стока, в Южно-Гокчинском, Шахдагском и Гюнейском—67% и Памбакском—87%.

Что же касается максимального секундного стока за время весеннего половодья, то в его формировании большое количество снега уже не играет особой роли, так как даже при незначительном количестве снега, но при исключительно дружном снеготаянии, поддержанном теплыми дождями, может иметь место исключительный максимальный секундный сток.

Величина максимального секундного стока почти исключительно зависит от интенсивности снеготаяния и размеров площади одновременного стока. Геологическое строение бассейна здесь также не играет роли.

Ниже в табл. 15 приводятся данные по максимальному секундному стоку за время исследований, без вычета подземного питания.

Приведенные в таблице значения максимальных секундных расходов во всех случаях получены экстраполяцией кривой расхода и потому не являются точными величинами, а более или менее приближенными.

Из этих данных видно, что наибольший секундный сток в Севанском бассейне, отмеченный в 1927—30 гг. в общем незначителен и не обнаруживает обычно наблюдающейся зависимости от площади бассейна. По своей величине он наиболее близок к наибольшим секундным стокам рек Европейской части СССР [17] с большими

бассейнами, что, так же, как и отсутствие зависимости от размеров площади, объясняется вертикальной зональностью бассейна.

Табл. 15.

Бассейн	Площадь бассейна кв. км	Дата	Максимальный расход	
			м ³ /сек.	л/сек. на 1 кв. км
р. Балык-чай	85,9	IV—1928	36,9	430
р. Кявар-чай	421,9	„	72,5	170
р. Адиаман-чай	386,6	„	59,3	160
р. Гезельдара	102,3	V—1927	16,6	160
р. Бахтак-чай	162,9	V—1929	17,0	110
р. Валл-агалу	69,1	V—1928	6,9	100
р. Сатанахач	9,6	„	0,97	100
р. Гедак-булаг	124,4	V—1929	10,7	90
р. Тохлуджа	39,9	IV—1929	1,89	47
проток оз. Гилли	793,4	„	27,7	35

Некоторое исключение представляет р. Балык-чай, где большая величина удельного стока объясняется расположением бассейна этой речки на низких высотах, вследствие чего интенсивным снеготаянием захватывается одновременно вся площадь бассейна.

В заключение отметим, что катастрофический максимальный секундный сток наблюдался в некоторых соседних с Севанским бассейном районах в апреле 1928 г. и составил на р. Дзорaget (1460 кв. км) около 400 л/сек. на 1 кв. км.

Закончив на этом краткое описание весеннего половодья, перейдем теперь к рассмотрению второго вида поверхностного стока—„снежникового стока“.

2. Снежниковый сток. Речки Севанского бассейна, как видно из вышеописанного, относятся к речкам снегового типа, питающимся за счет таяния „сезонных снегов“. Области их питания расположены ниже снеговой линии, которая в южном Закавказье, благодаря большой сухости воздуха, проходит на высотах около 4000 м.

Однако на склонах Ахманганского и особенно Южно-Гокчинского хребтов, в глубоких ущельях и циркообразных углублениях, встречаются значительные по площади скопления снега, так называемые „снежники“. Иногда эти скопления оказываются настолько значительными, что не успевают растаять в течение лета и остаются до следующего снегопада. Медленно тая и частично просачиваясь в делювий и трещины коренных пород, они поддерживают поверхностный сток, накладывающийся на основное родниковое питание. Большинство речек, стекающих со склонов Ахманганского и Южно-Гокчинского хребтов, берут начало от „снежников“.

Этот вид поверхностного стока, будучи в общем весьма незначительным по своей величине, играет все же довольно важную роль в водоснабжении расположенных в горах кочевков и как один из источников орошения предгорий. В некоторых местах можно встретить каналы 12--14 км длиною, идущие от расположенных в горах „снежников“.

3. Паводковый сток является третьим видом поверхностного стока. В большей части бассейна, в силу описанных выше геологических особенностей отдельных его частей, он особенной роли не играет. Наблюдавшиеся за время исследований дождевые паводки были сравнительно редки, отличались растянутым характером и не особо сильным увеличением расхода. Только на небольших речках Гюней-Шахдагского района изредка проходили кратковременные ливневые паводки, секундные стоки которых иногда значительно превышали таковые за время весеннего снеготаяния. Так, например, максимальный секундный сток за время снеготаяния на р. Тохлуджа составлял 1 апреля 1929 г. 47 секундолитров на 1 кв. км, а вызванный дождевыми осадками паводок 8 июня того же года характеризовался максимальным секундным стоком в 80 секундолитров, т. е. превышал первый почти в два раза.

В юго-восточной части Шахдагского хребта, при благоприятных здесь почвенно-геологических и орографических условиях, ливневые осадки часто сопровождаются водными потоками типа селей. Наиболее сильный сель наблюдался на р. Памбак в ночь с 22 на 23 июля 1930 г., в результате которого погибла значительная площадь полей находившихся в районе конуса выносов. Селевые потоки являются большой помехой более или менее точному учету стока речек этой части хребта, так как разрушают посты и производят деформацию русла. Обычно селевые потоки наблюдаются здесь в конце июля, августе и начале сентября.

В качестве иллюстрации, на рис. 25 изображены отдельные дождевые паводки, зафиксированные непрерывной записью лимниграфа. Кроме того дождевые паводки ясно видны на спаде весеннего половодья р. Балык-чай (рис. 23 и 24).

Незначительные в общем размеры дождевых паводков в Севанском бассейне объясняются как геологическими особенностями большей части бассейна, сложенного трещиноватыми лавами, так и незначительностью, в большинстве случаев, площади покрытия дождем, что особенно характерно для ливней. Следует еще отметить большие потери на испарение, которое в летнее время достигает своего максимального значения. На размеры дождевых паводков влияет также небольшая интенсивность самих ливней в Севанском районе.

ПОДЗЕМНОЕ ПИТАНИЕ

Подземное питание в Севанском бассейне, за исключением времени весеннего половодья, составляет основное питание речек

в течение года. Запасы подземных вод заключаются здесь в двух формах: 1) в виде больших скоплений воды в коренных горных породах и 2) в виде небольших скоплений в аллювиально-делювиальных толщах. Первые являются наиболее устойчивыми и обнаруживают колебания годового порядка, вторые же подвержены сезонным колебаниям. Наибольшее значение как по объему, так и постоянству дебита, имеют воды коренных пород, роль же аллювиально-делювиальных вод, кроме района Мазринской равнины, незначительна.

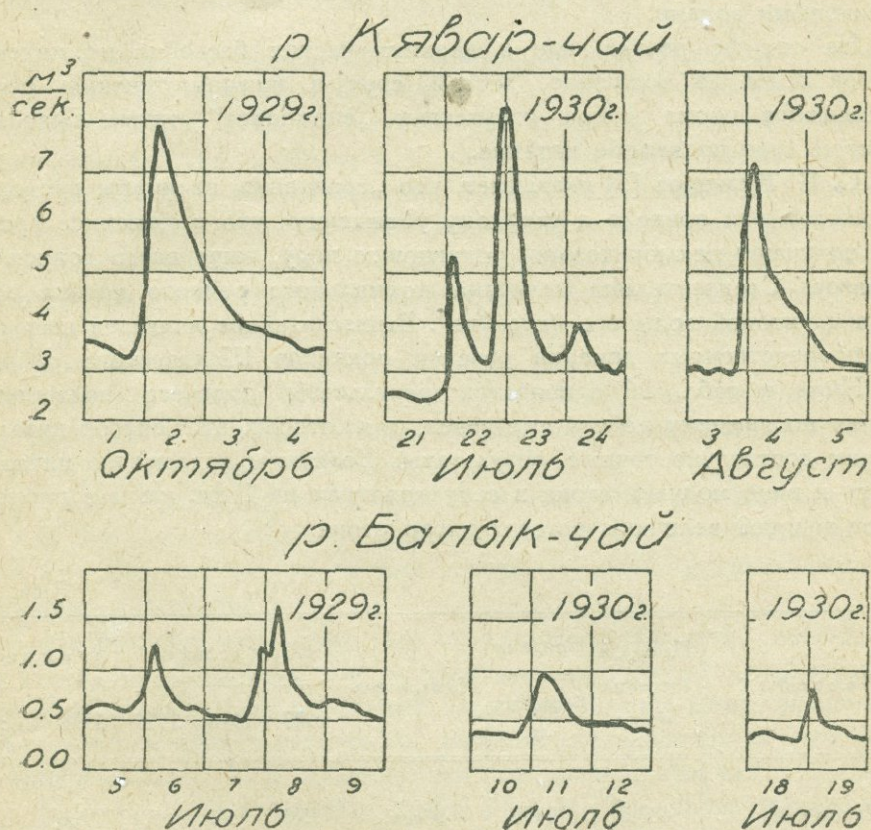


Рис. 25. Дождевые паводки по записям лимниграфов.

Краткие сведения, касающиеся родниковых вод в Севанском бассейне, уже были даны нами при описании гидрологических районов, поэтому ниже мы перейдем непосредственно к вопросу определения величины подземного питания для отдельных речных бассейнов и рассмотрим колебания его во времени и пространстве.

Обычно практикующийся способ определения величины подземного питания путем срезки на гидрографах секундных расходов поверхностного стока, в условиях Севанского бассейна, оказывается трудно применимым. Во-первых, на большинстве рек уже с июня месяца начинается разбор воды на орошение и замеры рек в их нижнем течении не выявляют в это время года естественного стока, и, во-вторых,

наблюдающийся летом „снежниковый сток“ делает срезку неопределенной.

Наиболее просто и достаточно точно величина подземного питания определяется по зимнему стоку рек (декабрь—февраль), когда осадки во всех зонах бассейна выпадают в виде снега, а солнечная радиация ввиду большого в это время излучения с поверхности снега, сколь-нибудь значительной роли играть не может. Поверхностный сток в зимнее время не имеет места и реки питаются исключительно родниковыми водами.

На тех же речках, где в верхних частях бассейна не имеется разбора воды на орошение, летний сток в нижнем течении рек в бездожное время и при отсутствии „снежников“ также выявляет в чистом виде подземное питание.

С. С. Кузнецов [5] указывает, что „сравнение величины расходов родников и рек привело к твердому убеждению, что в меженное время реки получают исключительно родниковую воду, чаще всего донося ее до озера. Следовательно величина нормального речного потока есть сумма грунтовой воды его бассейна“. Вышесказанное является выводом из непосредственных замеров рек и родников Шахдагского района.

Ниже в табл. 16 приводятся результаты подсчета подземного питания по зимнему дебиту тех рек, для которых этот способ казался дающим достаточно точные результаты. Величины подземного питания даются в виде модулей стока в секундолитрах на 1 кв. км и в процентах от годовой величины естественного стока.

Табл. 16.

Бассейн	Площадь бассейна кв. км	Средняя высота бассейна м	Измеритель	Подземное питание				
				1927	1928	1929	1930	Средн.
р. Кявар-чай . .	480,5	2436	л/сек.	5,0	5,0	5,4	5,6	5,2
			%	75	69	61	79	71
р. Вали-агалу . .	69,1	2573	л/сек.	—	9,5	12,2	11,7	11,1
			%	—	71	68	81	73
р. Бахтак-чай . .	162,9	2520	л/сек.	—	8,2	8,9	8,4	8,5
			%	—	76	64	79	73
р. Адиаман-чай .	386,6	2467	л/сек.	3,6	4,0	4,2	3,7	3,9
			%	42	32	32	51	39
р. Гезельдара . .	102,3	2711	л/сек.	3,8	3,9	4,8	4,0	4,1
			%	25	27	26	37	29
р. Куручай . . .	83,8	2748	л/сек.	—	—	—	3,1	—
			%	—	—	—	35	—

Для рек же Шахдагского и Гюней-Памбакского районов, имеющих небольшие бассейны и в силу этого отличающихся значительными колебаниями родникового стока в году, определить более или

менее точно величину подземного питания описанным способом не представлялось возможным и ниже приводятся только приблизительные данные, выведенные как средние из наиболее низких средних месячных стоков за время исследований.

р. Джил	4—5 л/сек.
р. Памбак	4—5 „
р. Сатанахач	1,5 „
р. Балык-чай	1,2 „
р. Тохлуджа	1,2 „

Как видно из приведенных данных, за рассматриваемое четырехлетие наибольшие модули подземного питания наблюдались в 1929 г., а наименьшие в 1927 г. Наибольшие значения модулей совпадают таким образом по времени и с наибольшими значениями весеннего стока, наименьшие же значения не совпадают с наименьшими. Последнее вполне понятно, так как при наименьшей за время исследований величине весеннего стока в 1930 г. подземное питание в этом году поддерживалось как запасами предыдущих двух лет, так и пополнением запасов в течение зимы 1929/30 г., термические условия которой, как уже отмечалось выше, вполне допускали это.

Отметим также, что в годы маловодные, как, например, 1930, удельный вес подземного питания сильно возрастает, доходя в лавовых районах до 80% всего годового стока.

Что же касается колебаний подземного питания из года в год, то оно обуславливается как количеством зимних и весенних осадков, так и термическими условиями осени и зимы и интенсивностью весеннего снеготаяния.

Наибольшие колебания, как и следовало ожидать, наблюдались на небольших бассейнах. Так, например, на рр. Вали-агалу и Гезельдара, имеющих сравнительно небольшие бассейны, разница между наименьшим значением модуля подземного питания и наибольшим составляла в среднем около 27% наименьшего, на рр. Адиаман-чай и Кявар-чай эта разница приблизительно вдвое меньше. Еще более значительные колебания модуля подземного питания наблюдаются на маленьких речках Шахдагского и Гюней-Памбакского районов, где они обнаруживают колебания даже от месяца к месяцу.

Так же, как и величина весеннего стока, модули подземного питания колеблются по площади Севанского бассейна в значительных пределах в зависимости от геологического строения его отдельных частей, а в равных геологических условиях—и от высоты над уровнем моря, обуславливающей ту или иную метеорологическую обстановку.

Наибольшего своего значения модули подземного питания достигали в Ахманганском районе, где в зависимости от высоты бассейна они в среднем колебались от 5,2 л/сек. (р. Кявар-чай) до 11,1 л/сек. (р. Вали-агалу).

Следующее место занимают Южно-Гокчинский и Шахдагский районы, где наблюдались колебания в пределах 4—5 секундолитров.

Не совсем понятное исключение в Шагдагском районе составляет модуль р. Сатанахач, имеющий величину 1,5 л/сек., очень близкую к модулям подземного питания рек Гюней-Памбакского района, отличающегося самыми малыми в Севанском бассейне модулями порядка 1—1,2 л/сек.

Наибольший за время исследований модуль подземного питания наблюдался на р. Вали-агалу в 1929 г. и составлял 12,2 л/сек.

В заключении отметим, что в процентном отношении к годовому стоку наибольшее значение подземное питание имеет в Ахманганском районе, где оно в среднем составляет 72%, в Южно-Гокчинском этот процент снижается до 29% (р. Гезельдара) и 39% (р. Адиаман-чай) а в Гюней-Памбакском до 12% (р. Балык-чай) и 28% (р. Тохлуджа).

ЗИМНИЙ РЕЖИМ

В силу высотной зональности Севанского бассейна, вызывающей дифференцировку термических условий в различных его частях, зимний режим устанавливается не сразу по всей длине рек, несмотря на небольшую их величину, а постепенно, начиная с верховьев. В нижних прибрежных зонах он обычно устанавливается в конце ноября, начале декабря и продолжается до конца марта или начала апреля.

Отличительной чертой зимнего режима является непостоянство ледяного покрова. В местах выхода родниковых вод или на участках с большими скоростями течения ледяной покров не образуется вовсе. Такие участки при пониженных температурах воздуха являются очагами образования шуги, которая, двигаясь вниз по течению, вызывает зазоры. В качестве примера можно привести р. Кявар-чай. На этой реке, несмотря на выходы крупных родников у с. Пашакенд и г. Нор-Баязета, в силу слабого течения ежегодно образуется ледяной покров на участке ниже с. Норадуз, а в самом селении и выше, где уже пересиливает родниковое влияние, речка не замерзает. Этот открытый участок при сильных понижениях температуры воздуха становится очагом образования шуги, которая, уносясь вниз по течению и поступая под лед, вызывает у с. Норадуз подъем воды и затопляет пойму. В некоторые годы эта пойма покрывается сплошным льдом толщиной до 60 см. С последующим потеплением образование шуги прекращается и вода спадает.

Вышесказанное иллюстрируется рис. 26, где изображен график колебания уровней воды р. Кявар-чай у с. Норадуз и средние суточные температуры воздуха в г. Нор-Баязете. Пики уровней в январе и феврале, как видно из графика, являются зазорными и связаны с понижениями температуры воздуха. Пик же уровня в первой декаде марта объясняется уже увеличением расхода воды в реке за счет таяния снега в нижней зоне бассейна под влиянием повышения температуры воздуха выше нуля и первого дождя (9-го числа).

Такого же рода явления, и в большинстве случаев одновременно, наблюдались и на р. Адиаман-чай. В верхнем течении эта речка в конце

ноября покрывается сплошным ледяным покровом, причем образование его сопровождается обычно явлениями наледей. На участке же от с. Каравансарай и до с. Н. Адиаман, где речка имеет большое падение, ледяного покрова не образуется, а ниже с. Н. Адиаман и до устья—опять сплошной ледяной покров. Открытый участок реки и является очагом образования шуги, вызывающей в створе поста у с. В. Адиаман те же явления, что и на р. Кявар-чай.

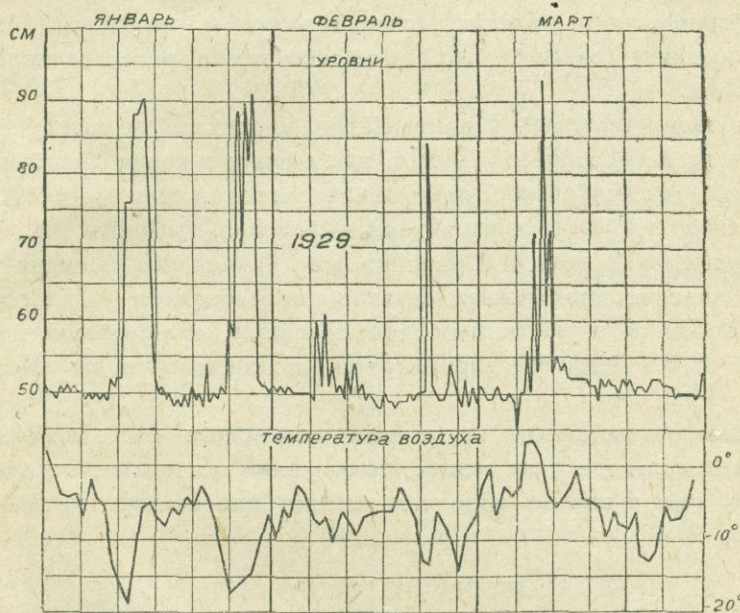


Рис. 26. Зимние пики уровней на р. Кявар-чай в сопоставлении с температурой воздуха на ст. Нор Баязет.

На речках, питающихся в нижних частях родниками и имеющих большое падение, указанных явлений не происходит вовсе, так как, если и образуется здесь шуга, то она выносится в озеро. К таким речкам относятся, например, рр. Цаккар-чай и Гёдак-булаг. Не наблюдается ледяного покрова и на протоке из озера Гилли, хотя последнее уже в конце ноября—декабре все покрывается льдом.

На небольших речках Шахдагского хребта, на участках, расположенных ниже выхода из ущелий, ледяной покров образуется только в ночные часы, а днем растаивает.

Сплошной ледяной покров по всей длине нижнего течения речек является редкостью, и в большинстве таких случаев лед оказывается нависшим.

Некоторую особенность представляет зимний режим р. Балык-чай, которая на участке ниже шоссе моста по дороге из с. Еленовки в г. Делижан промерзает до дна и вода устремляется частью под снег, а частью в аллювий. Причина этого заключается в более суровых здесь

климатических условиях, мелководности этого участка, малобитности речки и малых скоростях течения.

Образование ледяного покрова на некоторых речках сопровождается значительными колебаниями речного стока. Так, например, на р. Адиаман-чай ежегодно в последней декаде ноября наблюдаются резкие падения суточных расходов (до 50%) в течение нескольких дней, после чего расход опять восстанавливается до нормальной величины. На речках Южно-Гокчинского хребта в это время замечается сильное уменьшение расхода ночью и утром и увеличение его днем. С установлением ледяного покрова расход также восстанавливается до нормального.

Наиболее сильные и длительного характера уменьшения стока имеют место в бассейне оз. Гилли, где обычно в конце декабря—начале января наблюдается резкое уменьшение расходов воды до 50%. Низкий сток держится в течение всего января и февраля, а в марте, под влиянием таяния снега на Мазринской равнине, уже начинается весенний подъем.

Это явление, повидимому, связано с образованием ледяного покрова на озерке Гилли и частичным промерзанием аллювиально-делювиальной толщи, в которой циркулируют подземные воды Мазринской равнины.

Весеннего ледохода на речках севанского бассейна не наблюдается—лед растаивает на месте. Исключение составляет только проток оз. Гилли, где в начале апреля в течение одного-двух дней проходит лед озера.

ВЕЛИЧИНА ГОДОВОГО СТОКА

Рассмотрев в общих чертах главнейшие составляющие годового стока—поверхностный сток, подземное питание и особенности зимнего режима речек Севанского бассейна—перейдем теперь к годовым величинам стока. Последние мы будем рассматривать в виде средних годовых модулей, выраженных в секундолитрах на 1 кв. км, которые наилучшим образом выявляют все физико-географические особенности отдельных составных частей бассейна.

Разнообразие физико-географических условий на территории бассейна естественно должно вызвать такое же разнообразие и в годовых модулях стока, что в действительности и имеет место. При этом, насколько отдельные составляющие годового стока зависят от геологического строения отдельных частей бассейна, настолько величина годового стока, особенно среднего за ряд лет, зависит уже почти исключительно от высоты над уровнем моря, как фактора, определяющего величину осадков, температуры и испарения. Большое влияние на величину годового модуля стока оказывает и конфигурация бассейна. При расширенной в верховьях форме бассейна естественно ожидать большей величины стока, чем с одинаковой же по размеру площади, но при иной форме бассейна. Этим, например, частично объясняется высокий модуль годового стока р. Гезельдара.

Ниже в табл. 17 приводятся естественные годовые модули стока за все время исследований. В виду отмеченного уже выше наличия подземного притока из бассейна оз. Ала-гёль, как в бассейн р. Гедак-булаг, так и в бассейн оз. Гилли, модуль стока определен здесь для всего района в целом.

Так как при рассмотрении колебаний среднего модуля по площади бассейна желательнее иметь данные за весь период исследований, то в тех случаях, где это оказалось возможным, более короткие ряды наблюдений были приведены к четырехлетним по аналогии с соседними бассейнами. Помимо того, сравнивая два последних столбца таблицы, мы видим, что средние трехлетние отклоняются от четырехлетних не более чем на 5%, что для указанных целей вполне достаточно.

Табл. 17.

Бассейн	Площадь бассейна кв. км	Средняя высота бассейна м	Модули в секундолитрах на 1 кв. км					
			1927	1928	1929	1930	Средн. 1928—1930	Средн. 1927—1930
р. Кявар-чай	480,5	2436	6,7	7,2	8,8	7,1	7,7	7,4
р. Вали-агалу	69,1	2573	—	13,3	17,9	14,4	15,2	14,7 ¹⁾
р. Бахтак-чай	162,9	2520	—	10,8	13,8	10,6	11,7	11,2 ¹⁾
р. Адиаман-чай	386,6	2467	8,5	12,3	13,2	7,3	10,9	10,3
р. Куручай	83,8	2748	—	—	—	9,2	12,5 ¹⁾	—
р. Гезельдара	107,3	2711	15,4	14,4	18,5	10,8	14,6	14,8
р. Алучалу	71,8	2541	—	—	8,1	5,2	—	6,7 ¹⁾
р. Гедак-булаг, Гилли, оз Ала-гёль	1047,2	2415	—	6,0	7,0	6,1	6,4	—
р. Сатанахач	9,6	2541	—	7,6	6,3	8,2	7,4	—
р. Памбак	19,3	2539	—	—	—	9,2	8,4 ¹⁾	—
р. Джил	11,2	2421	—	6,8	6,0	5,4	6,1	—
р. Тохлуджа	34,6	2255	3,5	5,7	—	—	—	—
”	39,9	2236	—	—	4,5	3,0	4,4	4,2
р. Балык-чай	85,9	2224	7,4	12,0	13,0	9,2	11,4	10,4

Как видно из приведенных в таблице данных, модуль годового стока колеблется по площади Севанского бассейна в больших пределах. Наибольшая величина его наблюдалась на р. Гезельдара—18,5 л/сек. и р. Вали-агалу 17,9 л/сек., а наименьшая на р. Тохлуджа, где он составил всего 3,0 л/сек.

В среднем за время исследований колебание модуля годового стока по площади бассейна представляется в следующем виде. Наибольшие модули стока наблюдались в наиболее возвышенных районах—Ахманганском и Южно-Гокчинском. Здесь средние годовые модули колебались в пределах от 6,7 л/сек. (р. Алучалу) до 14,8 л/сек. (р. Гезельдара и р. Вали-агалу). В Шахдагском районе модуль стока

¹⁾ Приведены по аналогии с соседними бассейнами.

от 7,4 л/сек. на р. Сатанахач постепенно падает по мере снижения хребта в северо-западном направлении и на р. Джил снижается до 6,1 л/сек. Наименьший средний годовой модуль стока наблюдается на р. Тохлуджа, где он составляет 4,2 л/сек. На р. Балык-чай, благодаря увеличению осадков в этой части бассейна, модуль снова возрастает до 10,4 л/сек.

Таким образом мы видим, что колебания среднего годового модуля стока тесно связаны с его орографическими особенностями, что вполне понятно, так как последними обуславливаются и колебания основных факторов стока—осадков, температуры, испарения и т. д.

В виду наличия вполне определенной зависимости стока от высоты была сделана попытка изобразить эту связь графически, которая и представлена на рис. 27, где на вертикальной оси нанесены средние высоты отдельных речных бассейнов, а на горизонтальной—соответствующие средние модули стока.

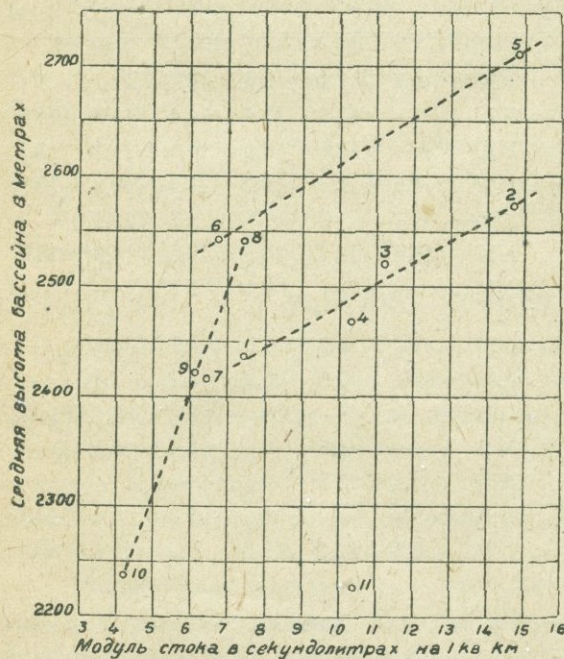


Рис. 27. График зависимости речного стока от средней высоты бассейна.

1. р. Кявар-чай.
2. „ Вали-агалу.
3. „ Бахтак-чай.
4. „ Адиаман-чай.
5. „ Гезельдара.
6. „ Алучалу.
7. „ Гедак-булаг.
8. „ Сатанахач.
9. „ Джил.
10. „ Тохлуджа.
11. „ Балык-чай.

Из графика видно, что общей для всего Севанского бассейна зависимости стока от высоты не наблюдается, а намечается ряд зависимостей для отдельных гидрологических районов: Ахманганского (точки 1,2,3, и 4), Южно-Гокчинского (5,6) и Гюней-Шахдагского (8,9 и 10). Совершенно особняком стоит Памбакский район, представленный р. Балык-чай (точка 11).

Недостаточное количество точек и полное отсутствие их для нижних высот делает невозможным определить вид указанной зависимости, которая несомненно имеет криволинейный характер.

Отсутствие обшей для всего бассейна зависимости свидетельствует о неодинаковости физических условий, главным образом осадков, в пределах одних и тех же высотных зон отдельных районов бассейна.

Действительно, если сопоставить, например, количество осадков выпадающих на Ахманганском хребте (от р. Занги до бассейна р. Адиаман-чай) и Южно-Гокчинском (от бассейна р. Куручай до бассейна оз. Гилли), то оказывается, что при значительно меньшей высоте первого района осадков здесь выпадает больше, чем во втором.

	Средняя высота скло- на в м	Годовое количество осадков в мм
Ахманганский хребет . .	2368	616
Южно-Гокчинский хребет	2488	602

Особое положение р. Балык-чай объясняется уже не раз отмеченным большим количеством осадков в северо-западной части бассейна озера.

КОЭФФИЦИЕНТ СТОКА

Большой интерес представляет величина коэффициента стока, т. е. отношение стока к величине выпавших осадков, и ее колебание по площади Севанского бассейна.

Имея карту изогий, составленную для средних за 1926/27—1929/30 гг. количеств осадков, легко было определить и количество осадков по отдельным речным бассейнам и получить величину искомого коэффициента. Следует отметить при этом, что величины стока исчислялись нами за календарный год, а осадки с 1/XII по 31/XI. Однако ошибок в данном случае ожидать нельзя, т. к. и осадки и сток за декабрь 1927 и 1930 гг. различаются очень незначительно.

Приводимые ниже в табл. 18 значения коэффициентов стока нужно рассматривать как приближенные, т. к. величины осадков в верхних зонах бассейна, как известно, получены экстраполяцией.

Величина коэффициента стока в Севанском бассейне колеблется в значительных пределах от 0,64 (р. Вали-агалу) до 0,24 (р. Тохлуджа). В общем же колебания коэффициента стока в Севанском бассейне, так же, как и осадков и стока, вполне логично увязываются с орографическим строением котловины и все сказанное выше относительно первых относится полностью, конечно, и к их производной—коэффициенту стока.

ВОДОНОСНОСТЬ

Несмотря на значительные величины удельного стока, абсолютные значения его, ввиду малых площадей водосборов, невелики.

На диаграмме (рис. 28) приводятся средние годовые секундные расходы по бассейнам речек, на которых производились гидрометрические работы, а в табл. 19 даются величины естественных абсолютных стоков в тысячах кубических метров как за наиболее многоводный, так и за наиболее маловодный год, а также и их отношения.

Табл. 18

Бассейн	Площадь бассейна кв. км	Средняя высота бассейна м	Сток 1927— 1930 гг.	Осадки XII 1926— XII 1930 гг.	Коэффи- циент стока
			в миллиметрах		
р. Кявар-чай	480,5	2436	235	636	0,37
р. Вали-агалу	69,1	2573	465 ¹⁾	720	0,64
р. Бахтак-чай	162,9	2520	358 ¹⁾	663	0,54
р. Адиаман-чай	386,6	2467	325	628	0,52
р. Куручай	83,8	2748	395 ¹⁾	686	0,58
р. Гезельдара	102,3	2711	466	740	0,63
р. Алучалу	71,8	2541	214 ¹⁾	606	0,35
р. Гедак, булаг, оз. Гилли, оз. Ала- гёль	1047,2	2415	200 ²⁾	575	0,35
р. Сатанахач	9,6	2541	233 ²⁾	583	0,40
р. Памбак	19,3	2539	263 ²⁾	613	0,43
р. Джил	11,2	2421	193 ²⁾	609	0,32
р. Тохлуджа	34,6	2255	131	536	0,24
р. Балык-чай	85,9	2224	329	648	0,51

Табл. 19.

Бассейн	Сток в тыс. куб. м		Отношение многоводн. к маловодн.
	Многоводный год.	Маловодный год	
р. Кявар-чай	134 323—1929 г.	101 280—1927 г.	1,3
р. Вали-агалу	39 203—1929 г.	29 067—1928 г.	1,4
р. Бахтак-чай	70 892—1929 г.	54 571—1930 г.	1,3
р. Адиаман-чай	161 123—1929 г.	88 267—1930 г.	1,8
р. Гезельдара	59 654—1929 г.	34 848—1930 г.	1,7
р. Алучалу	18 208—1929 г.	11 706—1930 г.	1,6
р. Гедак-булаг	61 988—1929 г.	47 324—1928 г.	1,3
оз. Гилли	169 596—1929 г.	140 852—1928 г.	1,2
р. Сатанахач	2 500—1930 г.	1 933—1929 г.	1,3
р. Джил	2 424—1928 г.	1 924—1930 г.	1,3
р. Тохлуджа	6 146—1928 г.	3 249—1930 г.	1,9
р. Балык-чай	35 344—1929 г.	20 054—1927 г.	1,8

1) Приведены к средним по соседним речкам.

2) Средние трехлетние за 1928—1930 гг. (см. стр. 57).

Из приведенных в табл. 19 данных видно, что колебания абсолютных стоков по отдельным речкам весьма значительны. Наибольший абсолютный сток имеет бассейн оз. Гилли, р. Адиаман-чай и р. Кявар-чай, а наименьший—речки Гюней-Шахдагского района.

Наиболее многоводным годом за время исследований, судя по данным речек с четырехлетним циклом наблюдений, являлся 1929 г., хотя на р. Тохлуджа таковым был 1928 г. Что же касается наиболее маловодного, то таковыми явились 1927—1930 гг., за исключением р. Гедак-булаг, где самым маловодным был 1928 год.

Отношения стока за многоводный год к маловодному колеблются от 1,2 до 1,9, причем в районах Ахманганском и Гедак-булагском эти отношения в среднем составляют 1,3, а в остальных, кроме Шахдагского, около 1,8.

Распределение водоносности в году тесно связано с геологическими особенностями Севанского бассейна. В районах Ахманганском и Гедак-булагском, где распространены трещиноватые андезито-базальтовые лавы, сток является наиболее зарегулированным, в остальных же районах обнаруживаются сильные колебания его в году.

График (рис. 29) и приводимые ниже в табл. 20 данные характеризуют распределение водоносности за отдельные месяцы по отношению к годовой величине в отдельных районах.

Табл. 20.

Месяцы	Величина стока в процентах от годового		
	Ахманганский и Гедак-булагский районы	Южно-Гокчинский и Гюней-Шахдагский районы	Памбакский район
Январь	6,5	2,5	0,7
Февраль	6,7	2,2	0,6
Март	7,0	2,7	1,2
Апрель	15,2	23,5	40,1
Май	19,5	32,8	35,6
Июнь	8,0	16,0	11,8
Июль	5,6	5,0	2,6
Август	5,7	2,8	1,0
Сентябрь	5,8	2,7	1,3
Октябрь	6,4	3,4	2,4
Ноябрь	6,9	3,5	1,6
Декабрь	6,7	2,9	1,1
Год	100	100	100

В районах Ахманганском и Гедак-булагском в течение трех весенних месяцев проходит около 40% всего годового стока, в районах

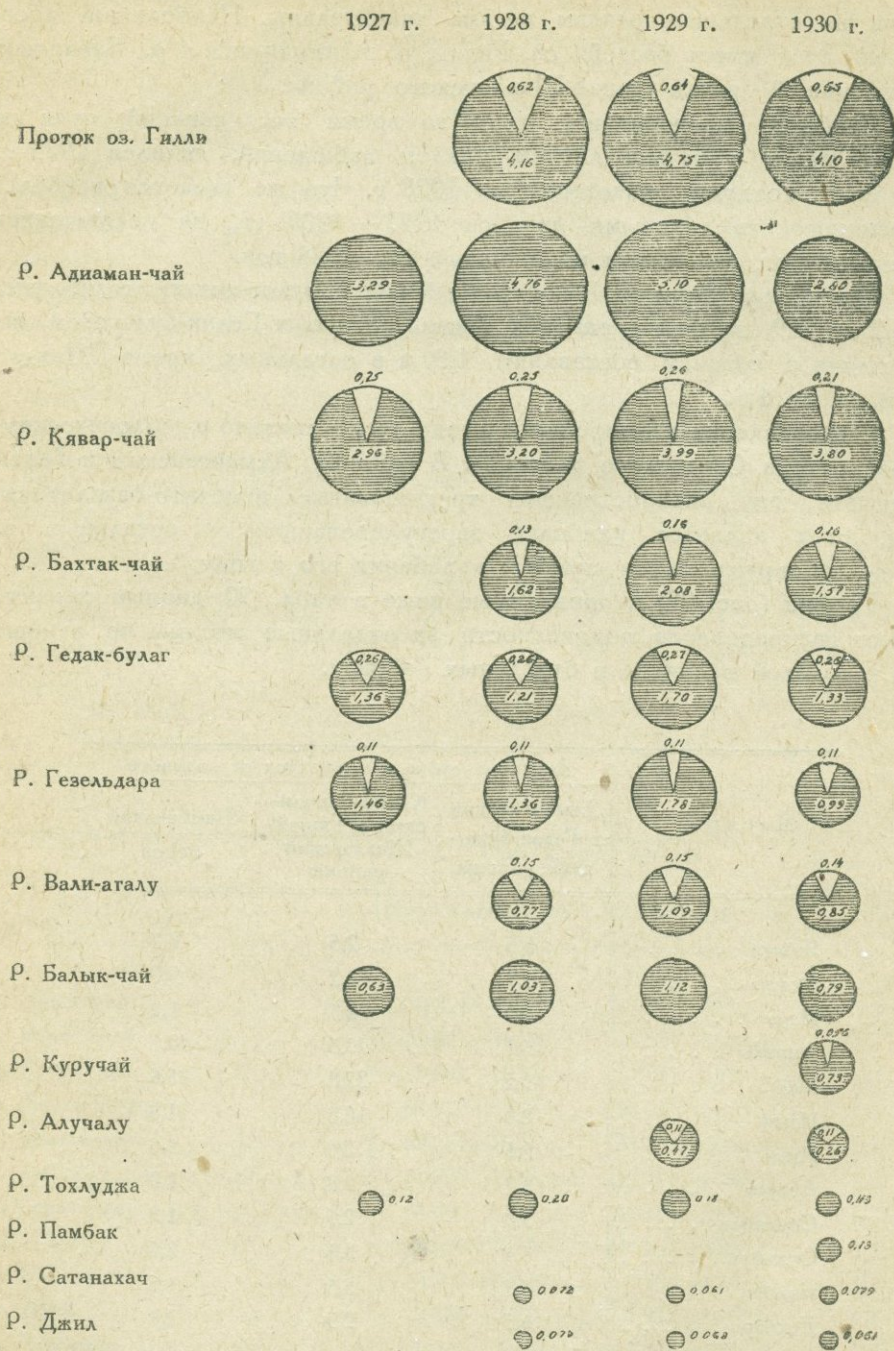


Рис. 28. Диаграмма средних годовых расходов рек бассейна оз. Севан. (Площадь круга соответствует естественному расходу, большой сектор—расходу в створе, а малый—расходу на орошение выше створа поста.

Южно-Гокчинском и Гюней-Шахдагском—около 70% и в Памбакском—около 90%.

Если взять отношения максимального месячного стока к минимальному, то в первых районах оно составляет 3,5, во вторых—14,9 и в третьем—66,8.

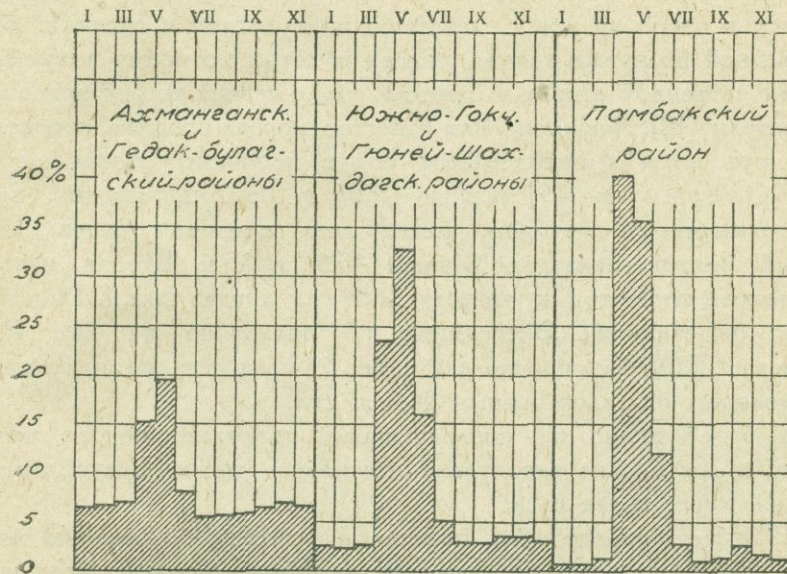


Рис. 29. Распределение стока по месяцам в различных гидрологических районах.

Крайне незначительная величина указанного отношения в Ахманганском и Гедак-булагском районах указывает на уже не раз отмеченную высокую регулируемую способность трещиноватых андезитово-базальтовых лав, которая может сравниться только с регулирующей способностью озер. В качестве примера приведем данные о величине этого отношения для рек, вытекающих из озер:

р. Нева у Шлиссельбурга . . .	4,0
р. Волхов у Гостинополя . . .	5,0

Учитывая широкое распространение лав и отмеченную регулируемую способность их, вполне естественно ожидать и высокую зарегулированность притока воды в озеро, что в действительности, как мы увидим ниже, и наблюдается.

Закончив этим краткое описание некоторых особенностей режима стока в отдельных частях Севанского бассейна, перейдем теперь к наиболее актуальным для нас вопросам—общему стоку со всей площади водосборного бассейна озера Севан и фактическому притоку воды в озеро, понимая под последним общий сток, уменьшенный на количество воды, потребленной на орошение и подземную утечку за пределы водосборного бассейна.

III. ПРИТОК ВОДЫ В ОЗЕРО СЕВАН

Главным источником питания озера Севан является сток с водосборной площади бассейна, занимающего 3475 кв. км или 71% общей площади Севанского бассейна, равной 4891 кв. км.

Помимо речек и родников, значительное количество воды приносится в озеро временно действующими логами и скатами, оживающими весной во время таяния снегов и летом во время ливней.

Количественной стороной притока уже с давних пор интересовались исследователи [18]. Насколько нам известно, первая попытка определения притока относится к пятидесятым годам прошлого столетия, когда инж. А. Овериным [19] осенью 1856 г. был произведен, правда, очень примитивным методом, замер всех притоков озера. Общий секундный приток оказался равным 10,9 куб. м. Вторая известная нам попытка относится к августу 1889 г., когда инж. Дудовым, одним из участников „Экспедиции по орошению на юге России и на Кавказе“ [20], был произведен замер 24 притоков озера, суммарный расход которых оказался равным 26,8 м³/сек.

Как будет видно из последующего, насколько первая попытка дала результаты вполне вероятные, настолько вторая—преувеличенные, по крайней мере, в два раза.

В 1913 году определение меженного притока, по заданию концессионера Стюарта, было произведено Гидрометрической Частью при Водном Управлении на Кавказе, но результат этого замера нам неизвестен.

По сообщению Ученого Секретаря Севанского Комитета С. Е. Манасерияна, в августе—октябре того же года измерение всех притоков (кроме рр. Тохлуджа и Аг-булаг) произвел быв. вице-директор Гидрометрического Департамента Швейцарской Республики проф. Г. Голье, командированный контрагентом 47 селений б. Эриванской губ. Итоги произведенной работы увезены за границу и нам также неизвестны.

Из перечисленных выше попыток определения притока воды в озеро видно, что все они носили случайный характер и относились исключительно к меженному времени. Только сейчас, в результате четырехлетних регулярных гидрометрических исследований, явилась возможность подойти вплотную к вопросу о величине действительного притока в озеро и колебаниях его во времени.

Гидрометрические исследования дали возможность получить величину стока с большей части водосборной площади бассейна озера. Размеры непосредственно учтенных площадей в кв. км. и процентах от общей водосборной площади бассейна озера за отдельные годы исследований приводятся ниже:

Годы	кв. км	%%
1927	1 344	39
1928	2 390	69
1929	2 467	71
1930	2 570	74

Для наиболее обследованного 1930 года приводится карта (рис. 30), из которой видно, что районы с неучтенным непосредственно стоком, за исключением Шахдагского, расположены преимущественно в прибрежной, наиболее сухой, зоне бассейна. Вполне очевидно, что учтенная величина стока должна поэтому составить значительную долю всего стока.

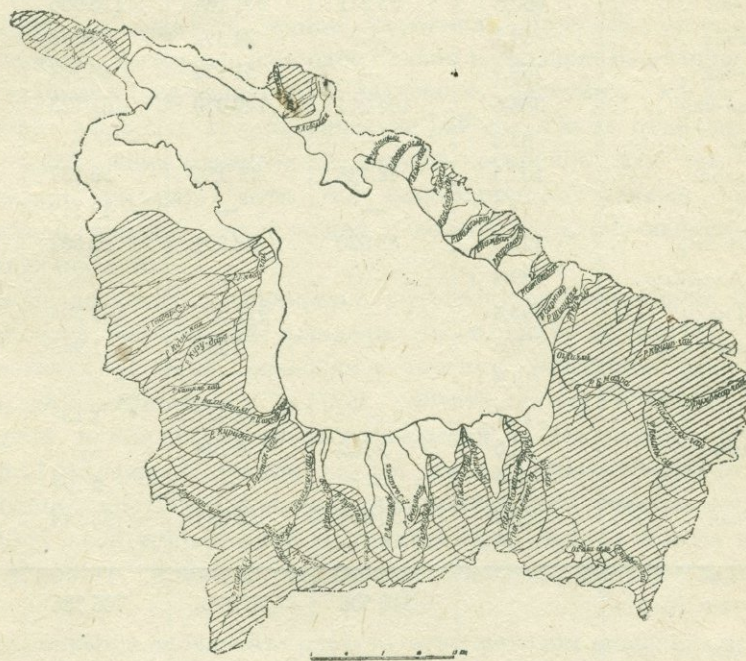


Рис. 30. Карта обследованности Севанского бассейна (штриховкой показаны районы, сток с которых непосредственно учтен в гидрометрических створах).

В помещенной ниже таблице 21 приводятся годовые стоки, учтенные в гидрометрических створах. В конце таблицы дано общее количество воды, потребленной на орошение выше створов и суммарная величина учтенного естественного стока.

В дальнейшем задача определения притока сводилась таким образом к определению величины стока с необследованной части водосборного бассейна озера.

РАСЧЕТ ГОДОВОГО ПРИТОКА

В условиях горного ландшафта, где дифференцировка физико-климатических условий и, следовательно, стока вызывается почти исключительно высотой места, наиболее рациональной казалась попытка связать сток с высотой и воспользоваться этой связью для решения

Табл. 21.

Бассейн	Площадь водосб. басс. кв. км	Сток в створах гидрометрических постов в тысячах куб. метров.			
		1927	1928	1929	1930
р. Кявар чай	480,5	93 241	101 184	126 086	101 052
р. Вали-агалу	69,1	—	24 372	34 346	27 001
р. Бахтак-чай	162,9	—	51 124	65 704	49 410
р. Адиаман-чай	386,6	104 214	149 970	161 123	88 267
р. Куручай	83,8	—	—	—	22 549
р. Гезельдара	102,3	46 188	43 086	56 137	31 268
р. Алучалу	71,8	—	—	14 719	8 344
р. Гедак-булаг	124,4	43 020	38 231	53 652	42 155
басс. оз. Ала-гёль	129,4	—	—	—	—
басс. оз. Гилли	793,4	—	131 397	149 504	129 702
р. Сатанахач	9,6	—	2 299	1 933	2 500
р. Памбак	19,3	—	—	—	5 653
р. Джил	11,2	—	2 424	2 134	1 924
р. Тохлуджа	34,6	3 789	6 146	—	—
„	39,9	—	—	5 704	3 743
р. Балык-чай	85,9	20 054	32 823	35 344	24 917
Итого		310 506	583 056	706 386	538 485
Расход воды на орошение выше створов гидрометрических постов (нетто)		47 597	48 351	54 735	54 394
Естественный сток		358 103	631 407	761 121	592 879

поставленной задачи—расчета стока с неучтенных участков.

Проделанная в этом направлении попытка установить зависимость между средними высотами отдельных речных бассейнов и модулями стока уже описана нами. Однако, практически использовать ее в наших целях не представилось возможным, так как единой для всего Севанского бассейна зависимости не получилось, а наметившиеся для отдельных его районов зависимости оказались очень слабо обследованными.

Поэтому для решения поставленной задачи мы решили применить обычный в таких случаях метод гидрологических аналогий, или типичности, а также метод графического изображения распределения стока по территории, или изолиний стока.

Метод гидрологических аналогий еще в самом начале организации гидрометрических исследований был нами положен в основу изучения стока.

Этот метод исходит из положения, что в районах с одинаковыми физико-географическими условиями должны быть одинаковы и условия стока. Если для некоторых из них определить непосредственно величину стока, то, учитывая различие в площадях и атмосферных осадках, можно по аналогии получить величину стока и в соседних районах. Надежность результата зависит от степени изученности физико-климатических условий сопоставляемых объектов, так как обычно полной аналогии не наблюдается, а при частичной, большей частью трудно бывает выявить факторы, наиболее сильно влияющие на величину стока.

В условиях изученности Севанского бассейна, когда имелась возможность выделить гидрологические районы и даже отдельные в них участки, применение означенного метода, особенно для тех участков, по которым имелись хотя бы одногодичные данные по стоку, не встречало никаких затруднений и должно дать результаты близкие к действительности.

Что же касается прибрежных участков, составляющих примерно половину всей неучтенной площади, то в силу их особых физико-географических условий, аналогии с другими учтенными нами частями бассейна не наблюдалось, и при расчете стока с этой площади мы условно приняли для нее минимальный из полученных модулей—модуль р. Тохлуджи. В данном случае мы допустили ошибку в сторону преувеличения, но, благодаря тому, что прибрежные участки составляют только 15% всей водосборной площади озера, ошибка эта на величине общего годового притока отразится сколько нибудь значительно не может.

Полученные в результате расчета этим методом величины естественного стока с неучтенных участков за 1928—30 гг. приводятся ниже; что же касается 1927 года, то, в силу малой обследованности, мы для этого года применили другой способ, на описании которого остановимся несколько позже.

1928 г.	229 742	тыс. куб. м
1929 „	207 862	„ „ „
1930 „	120 894	„ „ „

Суммируя приведенные данные с величинами учтенного нами естественного стока (табл. 21), получаем естественный сток со всего бассейна оз. Севан:

1928 г.	861 149	тыс. куб. м
1929 „	968 983	„ „ „
1930 „	713 773	„ „ „

Для получения теперь величины фактического притока в озеро мы должны из величины естественного стока вычесть общий расход на орошение и подземную утечку в бассейн р. Занги с северо-восточного участка Ахманганского хребта:

		1928 г.	1929 г.	1930 г.
Орошение	тыс. куб. м	63 948	68 767	65 605
Подземная утечка	„ „ „	17 580	19 188	19 274

При расчете подземной утечки в бассейн р. Занги было сделано допущение, что на данном участке сохраняются те же соотношения между подземным и годовым стоком, которые получены нами в среднем для Ахманганского района:

1928 г. . . .	72%
1926 „ . . .	64%
1930 „ . . .	80%

Вычитая приведенные выше величины из естественного стока, получаем приток в озеро:

1928 г.	780 621 тыс. куб. м
1929 „	881 028 „ „ „
1930 „	628 894 „ „ „

Необходимо отметить, что при расчете притока мы принимали все количество воды, потребленной на орошение, изъятым из полезного притока в озеро, так как за отсутствием данных не имелось возможности определить количество возвратных вод.

Как уже выше отмечалось, ввиду недостаточного количества данных за 1927 год, воспользоваться способом аналогий для расчета притока за этот год было невозможно, и здесь применен другой способ.

Произведенная попытка определить переходный коэффициент между фактическим притоком за 1928—1930 гг., вычисленным по 6 речкам, для которых имелись данные за 1927 г. (рр. Кявар-чай, Адиаман-чай, Гезельдара, Гедак-булаг, Тохлуджа и Балык-чай), и притоком со всего водосборного бассейна озера, выявила устойчивость этого коэффициента, что и ожидалось ввиду более или менее равномерного распределения указанных речек по площади бассейна.

Годы	Переходный коэффициент
1928	$371\,440 : 780\,621 = 0,48$
1929	$438\,046 : 881\,028 = 0,50$
1930	$291\,402 : 628\,894 = 0,46$

Принимая среднее значение коэффициента равным 0,48, получаем фактический приток в озеро за 1927 г. 646 888 тыс. куб. м.

Для получения величины естественного стока со всего водосборного бассейна озера мы должны к указанной величине прибавить количество воды, потребленной на орошение (62 595 тыс. куб. м) и подземную утечку в бассейн р. Занги (16 941 тыс. куб. м), и в результате имеем естественный сток 726 424 тыс. куб. м.

Второй примененный для расчета стока способ изолиний стока основан на положении, что, поскольку основные факторы годового стока—осадки, температуру, испарение и т. д.—принято изображать в виде изолиний, постолько и сток, как функция этих элементов, также может быть изображен на карте в виде соответствующих изолиний стока.

Насколько известно, впервые графическое изображение распределения стока по территории было введено в гидрологическую практику

американцем F. H. Newell [21], построившим карту среднего годового стока САСШ. У нас в СССР гидрологом П. Н. Лебедевым [22] были построены „Карта изомодулей средних межених расходов бассейна р. Днепра“ и „Карта среднего годового стока с больших бассейнов Европы“ и гидрологом Д. И. Кочериным [23] „Карта среднего многолетнего стока Европейской части Союза“.

При построении такой карты для Севанского бассейна встретились затруднения, которые при построении перечисленных выше карт ввиду их мелкого масштаба довольно легко обходились. Такими затруднениями являлись: 1) неопределенность местоположения центра, характеризующего средние физические условия, а следовательно, и средние условия стока в данном речном бассейне и 2) необходимость экстраполяции изолиний в верхних и нижних зонах бассейна.

За точки, характеризующие средние условия стока, мы приняли геометрические центры тяжести бассейнов, куда и отнесли величины естественного стока, приводимые ниже в табл. 22; руководствуясь известной нам связью стока с высотой и местными физико-географическими особенностями, мы провели изолинии стока, изображенные на прилагаемой карте (рис. 31), где представлено распределение среднего за 1927—30 гг. годового стока.

Табл. 22.

Бассейн	Площадь бассейна кв. км	Средняя высота бассейна м	Естественный сток в миллиметрах					
			1927	1928	1929	1930	1928—30	1927—30
р. Кявар-чай . . .	480,5	2436	210	227	279	224	243	235
р. Вали-агалу . . .	69,1	2573	—	421	567	454	481	465 ¹⁾
р. Бахтак-чай . . .	162,9	2520	—	340	435	334	370	358 ¹⁾
р. Адиаман-чай . . .	386,6	2467	270	384	417	228	343	325
р. Куручай	83,8	2748	—	—	—	290	—	395 ¹⁾
р. Гезельдара . . .	102,8	2711	485	456	583	341	460	466
р. Алучалу	71,8	2541	—	—	254	163	—	214 ¹⁾
р. Гедак - булаг, Гилли, Ала- гёль	1047,2	2415	—	189	221	190	200	—
р. Сатанахач . . .	9,6	2541	—	239	201	260	233	—
р. Памбак	19,3	2539	—	—	—	293	263 ¹⁾	—
р. Джил	11,2	2421	—	216	190	172	193	—
р. Тохлуджа	34,6	2255	110	178	—	—	—	—
„	39,9	2236	—	—	143	94	138	131
р. Балык-чай	85,9	2224	233	382	411	290	361	329

¹⁾ Приведены к средним по соседним речкам.

Такие карты были составлены отдельно за каждый год исследований, исключая 1927 г., для которого не имелось достаточного количества данных. При проведении изолиний данные по стоку р. Гедакбулаг и бассейна оз. Гилли, ввиду наличия здесь подземного притока из соседнего бассейна оз. Ала-гёль, не учитывались. В бассейне р. Адиаман-чай, при его своеобразной форме, обусловленной расположением на стыке двух хребтов, центр тяжести бассейна не характери-

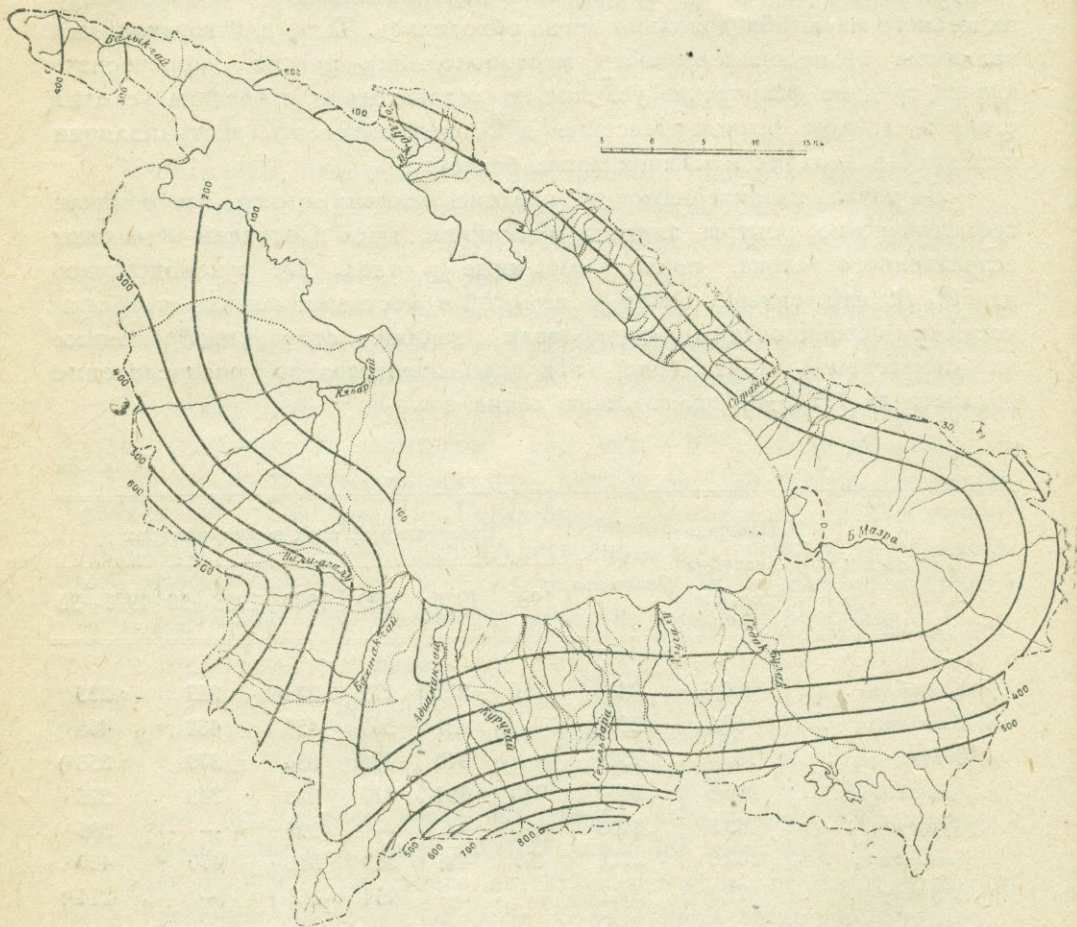


Рис. 31. Карта распределения среднего годового стока за 1927—1930 гг. (в миллиметрах слоя).

зует средних условий стока, а потому, как и в предыдущем случае, при проведении здесь изолиний мы руководствовались общим направлением изолиний на прилегающих хребтах и местными физико-географическими особенностями, как то: рельефом, атмосферными осадками, снеговым покровом и частью почвенно-ботаническим покровом.

При значительном удельном весе площади, захваченной непосредственными измерениями (в среднем 71%), у нас имелась полная возможность контролировать правильность проведения изолиний путем плани-

метрирования и сравнения полученных данных по стоку с его фактическими значениями.

Произведенное по отдельным речным бассейнам сличение фактического стока с величиной, полученной путем планиметрирования по карте, выяснило, что расхождения эти не превышают 2—4%.

Обращаясь теперь к карте распределения среднего за 1927/30 гг. годового стока, мы видим, что изолинии стока так же, как и метеорологические элементы (осадки, снеговой покров и др.), и почвенно-ботанический покров, располагаются концентрично вокруг Севанской котловины. Такое расположение указанных выше элементов вполне понятно, если учесть, что все они тесно связаны с орографическим строением котловины.

Наибольшего значения величина годового стока достигает на Южно-Гокчинском и Ахманганском хребтах, где в самых верхних зонах проходят изолинии стока 700—800 мм. Изолинии 100—200 мм слоя стока замыкаются в нижних частях котловины, а остальные выходят за ее пределы.

Путем планиметрирования карт за каждый год в отдельности был подсчитан годовой сток с неучтенных измерениями отдельных участков Севанского бассейна, который приводится ниже.

1928 г.	195 936	тыс. куб. м
1929 „	188 711	„ „ „
1930 „	117 043	„ „ „

Если теперь сравнить эти данные с величинами, полученными способом аналогий, то они оказываются в среднем на 10% (1930 г.—3%, 1929 г.—11%, 1928 г.—17%) меньше, что и следовало ожидать ввиду допущенной нами ошибки в сторону преувеличения при расчете первым способом. В общем же данные обоих подсчетов расходятся в пределах точности обычных практических расчетов и при исчислении годовой величины общего пригона в озеро эти расхождения, как мы увидим ниже, примут еще меньшие значения.

Прибавив теперь к приведенным выше данным величину стока, учтенного на гидрометрических створах (табл. 21) и количество воды, потребленное на орошение выше створов, получим годовую величину естественного стока со всей водосборной площади бассейна:

1928 г.	827 343	тыс. куб. м
1929 „	949 832	„ „ „
1930 „	709 922	„ „ „

Вычитая из приведенных данных количество воды, потребленной на орошение и подземную утечку в бассейн р. Занги (взятую с карты изолиний и уменьшенную соответственно принятому выше коэффициенту подземного стока), получаем фактический приток в озеро:

1928 г.	743 844	тыс. куб. м
1929 „	863 307	„ „ „
1930 „	623 408	„ „ „

Подсчет притока за 1927 г. был произведен, так же как и в предыдущем случае, по предварительно определенному эмпирическому коэффициенту соотношения между притоком по 6 речкам и общим притоком в озеро ($k=0,49$), при чем величина естественного стока с бассейна получилась 715 832 тыс. куб. м, а фактического притока в озеро— 633 686 тыс. куб. м.

Из помещаемой ниже табл. 23, где сопоставлены величины фактического притока в озеро, исчисленные описанными выше способами, мы видим, что в конечном итоге расхождения незначительны и максимальное составляет всего 5%. Это вполне понятно, если учесть, что из всего притока в озеро 80% учтено в гидрометрических створах.

Табл. 23.

Способ подсчета	Фактический приток в озеро в тыс. куб. м			
	1927	1928	1929	1930
По методу аналогий .	646 888 ¹⁾	780 621	881 028	628 894
„ „ изолиний .	633 686 ²⁾	743 844	863 807	623 408
Расхождение в % между вторым и первым подсчетом . . .	- 2,1	- 4,9	- 2,0	- 0,9

Имея в виду, что метод гидрологических аналогий дает величины годового притока заведомо преувеличенные и учитывая целый ряд преимуществ второго способа—изолиний стока, за окончательную величину естественного стока в Севанском бассейне и фактического притока в озеро принимаем данные подсчета по изолиниям (табл. 24).

Табл. 24.

Годы	Естественный сток с бассейна				Фактический приток в озеро			
	Слой в мм	тыс. куб. м	м ³ /сек	л/сек на 1 кв. км	Слой в мм	тыс. куб. м	м ³ /сек	л/сек на 1 кв. км
1927	206	715 832	22,7	6,5	182	633 686	20,1	5,8
1928	238	827 343	26,2	7,5	214	743 844	23,5	6,8
1929	273	949 832	30,1	8,7	248	863 307	27,4	7,9
1930	204	709 922	22,5	6,5	179	623 408	19,8	5,7
Средн.	230	800 732	25,4	7,3	206	716 061	22,7	6,6

Преимуществом последнего метода, помимо его наглядности, является еще то, что он дает возможность хотя бы приближенно оценить величину стока в любом участке бассейна, а особенно ценен он в том отношении, что при наличии карты изолиний стока, путем экстраполяции может быть намечена и вероятная величина стока с той площади, которая будет обнажаться по мере снижения уровня озера.

1) Вычислен по 6 притокам, $k=0,48$

2) Вычислен по 6 притокам, $k=0,49$

РАСЧЕТ ПРИТОКА ПО МЕСЯЦАМ

Расчет месячного притока с неучтенных гидрометрическими створами участков за 1928—30 гг. произведен путем дифференциации годового стока по аналогии с соседними бассейнами, а за 1927 г. годовая величина притока, полученная для всего Севанского бассейна в целом, дифференцировалась по аналогии с месячным притоком перечисленных выше 6 рек.

Результаты расчета общего притока в виде средних месячных секундных расходов в кубических метрах приводятся в нижепомещаемой табл. 25.

Табл. 25.

Годы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Средн. за год
1927	11,6	11,0	11,4	27,9	77,4	30,2	12,5	11,4	12,5	11,8	11,7	10,4	20,1
1928	11,6	11,5	11,8	74,9	62,7	29,2	12,7	11,6	13,0	14,0	15,4	14,3	23,5
1929	12,3	12,6	15,4	62,9	90,0	41,6	17,1	13,3	15,3	17,0	15,5	14,8	27,4
1930	12,3	12,7	18,4	38,5	45,5	27,8	11,7	10,6	12,9	16,8	15,8	13,9	19,8
Средн. за 1927—30	12,0	12,0	14,2	51,0	69,0	32,2	13,5	11,8	13,4	14,9	14,6	13,4	22,7

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИТОКА ЗА 1927—30 гг.

Рассмотрение характерных особенностей притока за изученное четырехлетие начнем с годового хода, представленного на рис. 32. Из графика видно, что максимум притока приходится на весенние месяцы апрель—июнь, минимум же наблюдается или зимою (январь—февраль), или летом (июль—сентябрь).

Ниже приводится распределение среднего за 1927—30 гг. притока в процентах от годового:

Январь	4,5	Июль	5,0
Февраль	4,0	Август	4,4
Март	5,3	Сентябрь	4,9
Апрель	18,5	Октябрь	5,6
Май	25,8	Ноябрь	5,3
Июнь	11,7	Декабрь	5,0

В течение трех весенних месяцев (апрель—июнь) стекает 56% всего годового притока. Максимум падает на май, когда в течение одного месяца приток составляет $\frac{1}{4}$ всего годового количества воды, минимум—на февраль, когда приток достигает $\frac{1}{25}$ годового расхода. Отношение наибольшего месячного притока к наименьшему составляет 6,4.

Такое распределение годового притока объясняется, как уже отмечалось выше, широким распространением по площади Севанского бассейна сильно трешиноватых лав, являющихся в данном случае регулятором поступления воды в озеро.

Что же касается колебаний величины притока из года в год, то за изученное четырехлетие, как видно из нижепомещаемой табл. 26, они были достаточно велики. Разница между минимальным годовым притоком и максимальным доходит до 40%

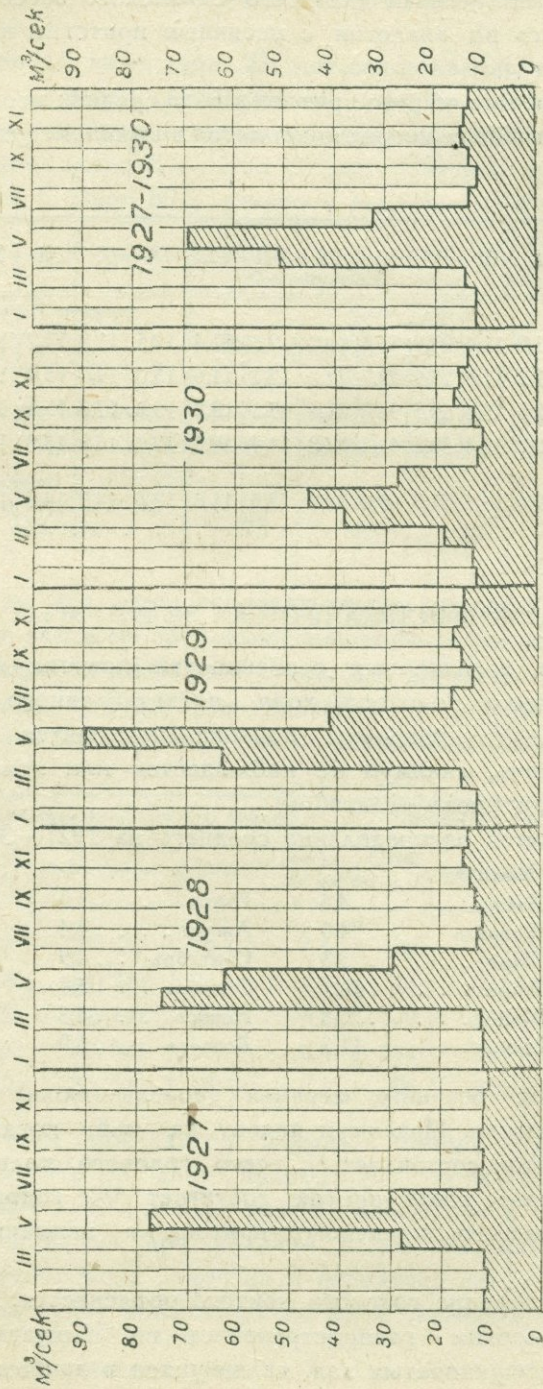


Рис. 32. График притока воды в озеро по месяцам.

Первый и последние годы исследований характеризуются минимальным притоком в озеро, причем первый отличался минимальным меженным притоком, а последний—весенним. Годовые же величины в обоих случаях получались очень близкими.

Табл. 26.

Год	Средн. приток воды в м ³ /сек		
	IV—VI	I—II и VII—XII	За год
1927	45,3	11,6	20,1
1928	55,6	12,9	23,5
1929	64,8	14,8	27,4
1930	37,3	13,9	19,8
Средний за 1927—1930 гг.	50,8	13,3	22,7

Максимум как весеннего, так и меженного притока в озеро наблюдался в 1929 году. Наиболее близким к среднему за изученное четырехлетие оказался 1928 г. Как мы уже видели при изучении отдельных притоков озера, это достаточно хорошо увязывается и с ходом метеорологических элементов—осадков и температуры воздуха.

В заключение небезынтересно выяснить, какую же долю от выпавших на площади водосборного бассейна осадков составляет сток. Годовое количество осадков в среднем за 1926/27—1929/30 гг. равнялось 590 мм, а сток за то же время—230 мм, т. е. последний составил 39% от общей суммы выпавших в бассейне озера осадков.

Вопрос о том, насколько средняя из четырехлетних величина притока близка к многолетней и насколько изученные годы являются характерными в многолетнем ряду, будет рассмотрен ниже.

ПОДЗЕМНЫЙ ПРИТОК

Имея в виду, что в литературе встречается не мало указаний на наличие подземного питания озера, на выходы на дне озера родников и т. д., считаем должным вкратце остановиться и на этом вопросе,

Факт подземного питания озера почти по всему смоченному его периметру является бесспорным. Частью это питание происходит за счет выхода подземных вод из коренных пород, а частью за счет вод, циркулирующих в прибрежных делювиально-аллювиальных толщах и часто находящихся здесь во вторичном залегании. Особенно это заметно в районе Шагдагского хребта, где речки по выходе из ущелий на предозерную делювиальную равнину теряют большую часть воды в рыхлых отложениях, по которым и достигают озера. Кроме того, небольшой подземный приток можно ожидать и из речного аллювия.

Что же касается выходов родников на дне озера, то в результате многолетних температурных наблюдений и химических анализов образцов

воды, взятых у самого дна, нигде не удалось обнаружить каких бы то ни было признаков наличия родников. На невозможность выхода здесь родниковых вод указывают и данные гидрогеологических исследований и характер грунтов озера.

Правда, в береговой полосе, в местах, где обрываются лавовые потоки и где имеются контакты последних с подстилающими их породами, встречаются на дне озера выходы небольших родников. Но только небольшая часть выходящих здесь родников может быть названа подводными, а для большей части это название будет чисто условным, так как они то обнажаются, то заливаются, в зависимости от стояния уровня озера.

Места возможных выходов таких родников располагаются в северо-западной части озера между с. Александровкой и устьем р. Кявар-чай, в юго-западной—в прибрежной полосе к востоку от бассейна р. Кявар-чай, на юге—близ устьев рр. Адиаман-чай и Куручай и на юго-востоке—между устьем р. Гедаг-булаг и с. Загалу.

В перечисленных выше районах, за исключением устья р. Куручай, концы лавовых потоков обрываются на самом урете озера или даже вдаются в озеро, образуя сильно изрезанные лапчатые берега, как, например в северо-западном районе.

На северо-западном побережье озера только в двух местах у уреза воды были обнаружены небольшие сочащиеся роднички—около с. Айри-ванк и к западу от устья р. Кявар-чай. В остальных же местах этого района, на довольно широкой прибрежной полосе, многочисленными колодцами был вскрыт горизонт подземных вод, циркулирующих по трещинам андезито-базальтовых лав. Поверхность этих вод имеет форму кривой, плавно опускающейся к озеру.

В юго-западном районе известен выход подводного родника около с. Кура-хараба, где, по словам жителей с. Норадуз, на дне озера выходит небольшой родник.

На юге, к западу от устья р. Адиаман-чай, выше и ниже зеркала озера на протяжении нескольких сот метров выходит большое количество мелких струй из трещин андезито-базальтовой лавы и прибрежного песка.

Около с. Мартуни изыскательской партией Закавказского Управления Речного Транспорта, при бурении на берегу озера, на глубине 7 м был обнаружен горизонт напорных вод.

В юго-восточном районе, между устьем р. Гедаг-булаг и с. Загалу, где лавовый поток обрывается прямо в озеро, по словам местного населения, под водой имеются выходы родниковых струй, легко обнаруживающиеся здесь зимою по отсутствию в таких местах ледяного покрова.

Имея в виду, что в районе Шахдагского хребта замеры речек производились до места выхода последних на предозерную равнину и что при принятом нами методе подсчета притока учитывался сток и с прибрежных районов, нужно полагать, что главная масса подзем-

ного притока по смоченному периметру озера оказалась учтенной. Только в отдельных случаях, когда выходящие в прибрежной зоне родники питаются за счет высоко расположенных частей водосбора, возможен недоучет некоторой доли притока, но он очевидно настолько незначителен, что играть большой роли в общем притоке в озеро не может. Что же касается напорных вод, обнаруженных около с. Мартуни, то они являются исключением и не характерны в гидрогеологических условиях Севанского бассейна. К таким же выводам относительно подземного питания озера приходит и гидрогеолог С. С. Кузнецов [5].

МНОГОЛЕТНИЙ ПРИТОК

Полученные в результате исследований данные по притоку в оз. Севан охватывают очень короткий период наблюдений, и потому считать выведенную из них среднюю за нормальную величину притока, без соответствующего анализа было бы недостаточно осторожным.

В приводимых ниже соображениях по этому вопросу мы будем иметь в виду величину естественного стока с водосборного бассейна озера.

I. Работами ряда русских и иностранных гидрологов вполне установлено, что как положительные, так и отрицательные отклонения величины стока от нормы непосредственно и тесно связаны с соответствующими отклонениями от нормы метеорологических элементов—осадков, температуры, испарения и т. д. При отсутствии же заметных отклонений от нормы указанных элементов близок к нормальной величине и сток.

Имея в виду вышесказанное, мы попытались сравнить средние метеорологические условия периода 1926/27—1929/30 гг. с соответствующими средними за многолетний период.

Вследствие малого количества метеорологических станций, не было возможности определить средние по бассейну значения указанных элементов и для сопоставления пришлось использовать отдельные станции, имевшие более или менее продолжительные ряды наблюдений.

Многолетние данные по осадкам, полученные путем непосредственного подсчета за период наблюдений, имелись лишь по трем станциям бассейна: Семеновка (27 лет), Еленовка (26 лет) и Нор-Баязет (30 лет), а приведенные—по двум: Шорджа (10 лет) и Басаргечар (14 лет). Приведение же более коротких рядов наблюдений по станциям, работавшим в период 1926—30 гг., оказалось ненадежным, ввиду больших расхождений в результатах приведения их по разным станциям.

Для указанного же сопоставления мы использовали данные только первых трех станций, как наиболее надежные.

Средние арифметические из годовых сумм осадков по этим станциям, как видно из приводимых ниже данных, довольно согласно следуют колебаниям стока в бассейне.

Годы	Осадки в мм	Сток в мм
1927	520	206
1928	533	238
1929	582	273
1930	499	204

По температурам воздуха были взяты те же станции, что и по осадкам. Ввиду отсутствия данных по фактическому испарению, для характеристики испаряемости мы использовали дефицит влажности, вычисленный по формуле Ольдекопа для перечисленных выше трех станций.

Приводим годовые значения этих элементов за многолетний период и отклонения от них средних за 4 года. (табл. 27)

Табл. 27

Станция	Многолетние:			Абсол. отклон. средн. за 1926/27—1929/30 гг. от многол.		
	Осад-ки в мм	Темп. воз-духа в град. С	Дефицит влажности в мм	Осад-ки в мм	Темпер. воздуха в град. С	Дефицит влажности в мм
Семеновка	605	3,2	1,65	-15	-0,2	0,26
Еленовка	520	4,8	2,29	27	-0,2	0,37
Н.-Баязет	443	4,8	2,59	18	-0,1	0,06
Средн	523	4,3	2,18	10	-0,2	0,23

Сравнивая годовые количества осадков в среднем за рассматриваемый период с многолетними, мы видим, что на всех трех станциях они оказались очень близкими к норме, отклоняясь всего от -2% (Семеновка) до +5% (Еленовка). В среднем же для трех станций отклонение составило +2%.

Что же касается средне-годовых температур воздуха, то они тоже оказались очень близкими к нормальным, отклоняясь всего на 0,2°.

Дефицит влажности на всех трех станциях бассейна превысил норму в среднем на 0,23 мм.

При таких относительно незначительных отклонениях от нормы осадков и температуры воздуха в среднем за рассматриваемый период, естественно было сделать вывод, что и сток в среднем за четырехлетний период должен быть близок к нормальному. Однако, повышенный против нормы дефицит влажности свидетельствует о большей величине испарения в рассматриваемый период и, следовательно, средний сток за этот период должен быть несколько меньше нормального.

2. Изложенное выше соображение дает лишь качественную оценку и для того, чтобы подойти к интересующему нас вопросу с количественной стороны, мы попытались пополнить ряды наших наблюдений путем установления связи со стоком верхней Занги, замкнутой в створе гидрометрического поста у с. Н. Ахты (площ. басс. около 760 кв. км).

Несмотря на то, что р. Занга берет начало из озера, главную массу поверхностного стока в створе указанного поста она получает за счет правого ее притока—р. Маман-чай (площ. басс. 420 кв. км), а подземное питание происходит за счет родников, выходящих на участке с. с. Рандамал—Н.-Кахсы и частично являющихся, как мы увидим ниже, результатом подземной утечки воды из озера.

В створе указанного поста имеются данные по стоку, охватывающие два периода: 1914—1917 и 1925—1930 гг., всего 10 лет.

Данные за первый период, полученные инженерами И. Мелик-Пашаевым и С. Ф. Завалишиным, опубликованы в работе проф. Егиазарова [24], а за второй—получены нами от быв. Зав. Гидрометр. подотделом Армводхоза Т. Г. Чикнаверова.

В первой графе приводимой ниже табл. 28 даются расходы р. Занги у с. Н. Кахсы, во второй графе—у истока и в третьей—у с. Н. Кахсы за вычетом расхода у истока. В дальнейшем мы будем пользоваться данными только последней графы, так как данные по посту у истока, благодаря постоянному вмешательству человека в жизнь реки, не выявляют условий естественного истечения из озера. В частности в 1925 г. исток был вовсе закрыт вследствие рытья в этом месте котлована.

Табл. 28

Годы	Средние годовые расходы в м ³ /сек.		
	Р. Занга у Н. Кахсы	Р. Занга у истока	Р. Занга у Н. Кахсы за вычетом расхода у истока
1914	11,9	2,8	9,1
1915	15,6	4,0	11,6
1916	10,2	2,5	7,7
1917	8,2	0,7	7,5
1925	8,1	0,0	8,1
1926	10,7	1,1	9,6
1927	8,5	1,0	7,5
1928	8,5	1,2	9,3
1929	12,4	1,9	10,5
1930	8,6	1,6	7,0

При сопоставлении годовых стоков бассейна оз. Севан и р. Занги обнаруживаются вполне согласные колебания, что и понятно, так как оба бассейна находятся, примерно, в одинаковых климатических условиях.

Годы	Р. Занга у Н. Кахсы	Приток в озеро
1927	7,5 м ³ /сек.	22,7 м ³ /сек.
1928	9,3 „	26,2 „
1929	10,5 „	30,1 „
1930	7,0 „	22,5 „

При нанесении приведенных величин на график в прямоугольных координатах (рис. 33), получается достаточно удовлетворительная связь между стоками в обоих бассейнах.

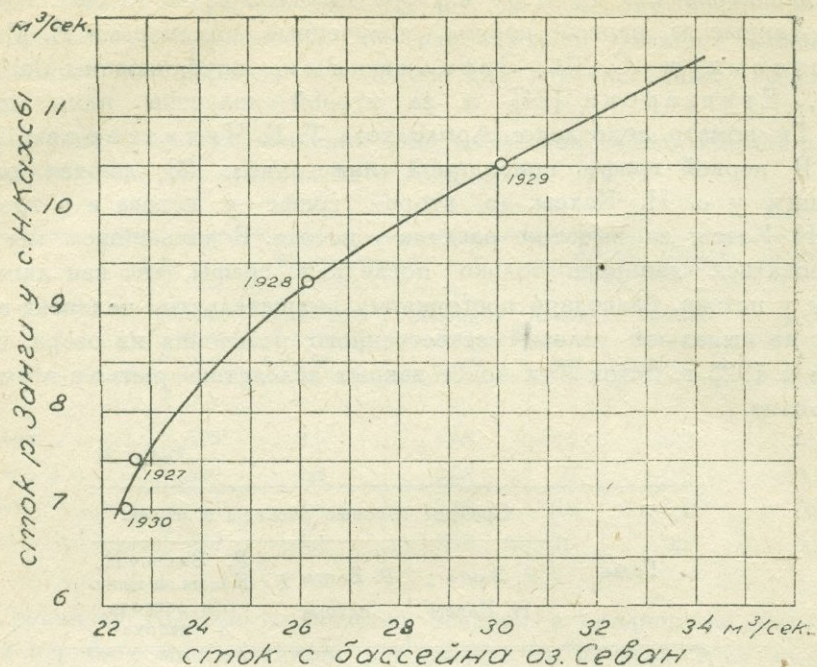


Рис. 33. График связи годового стока Севанского бассейна со стоком р. Занги у с. Нижние Кахсы.

Пользуясь этой связью, мы и определили величины стока в Севанском бассейне за годы 1914—1917 и 1925—26, приводимые ниже:

1914 г.	25,7 м³/сек.
1915 г.	34,2 „
1916 г.	23,1 „
1917 г.	22,9 „
1925 г.	23,7 „
1926 г.	27,1 „

Вместе с данными за 1927—30 гг. это даст в среднем за 10 лет 25,8 м³/сек.

Сопоставляя теперь среднюю за четырехлетний период величину стока со средней десятилетней, мы видим, что последняя отклоняется от первой всего на +1,6%.

Однако и десятилетних данных для вывода надежных нормальных величин также может показаться недостаточно, почему нами была проделана попытка восстановить величину стока за более продолжительный период.

3. При рассмотрении особенностей режима стока в Севанском бассейне нами было отмечено, что колебания как суммарного весеннего

стока, так и подземного питания довольно хорошо следуют колебаниям зимних осадков. Имея это в виду, мы и попытались установить связь между зимними осадками с декабря по март включительно и величиной общего стока с водосборной площади Севанского бассейна.

На рис. 34 представлена связь между зимними осадками, взятыми в виде средних по трем станциям—Еленовка, Семеновка и Нор-Баязет, и естественным стоком в бассейне.

Необходимо отметить, что ввиду отсутствия по ст. Нор-Баязет данных за 1916—1917 гг., средние количества зимних осадков за эти годы были определены путем сравнения средних, вычисленных по двум и по трем станциям за остальной период. В виду ненадежности восстановления осадков по двум станциям (Еленовка и Семеновка) за 1925—1926 гг., использовать эти годы при установлении связи не представилось возможным.

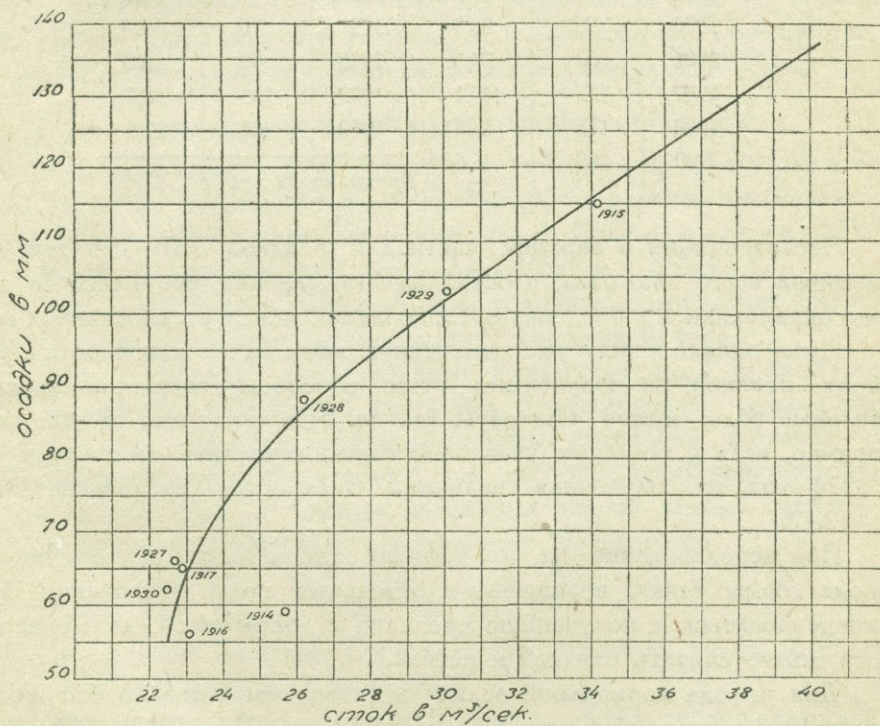


Рис. 34. График связи годового стока Севанского бассейна с зимними осадками (XII—III).

Как видно из рис. 34, все точки за исключением 1914 года дают достаточно удовлетворительную связь. Среднее квадратическое отклонение составляет $\pm 4,9\%$ и, если исключить 1914 г., давший отклонение $+12,1\%$, то средняя квадратическая ошибка снизится до $\pm 1,6\%$.

Пользуясь указанной связью, мы с помощью осадков восстановили и величины стока за отдельные годы (табл. 29.)

Табл. 29

Г о д	Осадки XII—III	Сток в м ³ /сек.	Г о д	Осадки XII—III	Сток в м ³ /сек.
1895	82	25,3	1910	79	24,8
1896	138	40,4	1911	65	23,0
1897	100	29,6	1912	90	26,9
1898	60	22,7	1913	75	24,2
1899	78	24,6	1914	59	25,7
1900	97	28,5	1915	115	34,2
1901	65	23,0	1916	56*	23,1
1902	89	26,6	1917	65*	22,9
1903	94	27,8	1925	—	23,7
1904	70	23,6	1926	—	27,1
1905	90	26,9	1927	76	22,7
1906	82	25,3	1928	83	26,2
1907	137	40,1	1929	103	30,1
1908	115	33,8	1930	62	22,5
1909	89	26,6	Средн. за 29 лет .		27,0

Экстраполяция в верхней части для осадков 137—138 мм была применена всего два раза, в остальных же случаях все искомые величины определялись в пределах обследованной части установленной связи.

Имея однако в виду уже отмеченную нами ранее неточность в учете зимних осадков, на полученные этим способом величины стока за отдельные годы нужно смотреть, как на приближенные. В частности, например, если с помощью указанной связи исчислить по осадкам сток за 1914 год, то полученная величина отклонится от действительной на —12,1%.

При использовании же полученных таким образом величин для вывода нормы стока, возможные в отдельные годы отклонения будут компенсироваться и полученную среднюю с достаточной долей вероятности можно считать близкой к истине.

Для вывода нормальной величины стока мы к только что восстановленному ряду прибавили и десятилетний ряд 1914—1917, 1925—30 гг. и получили в среднем за 29 лет величину стока равную 27,0 м³/сек.

Сравнивая теперь эту величину с определенными ранее, мы видим, что она отклоняется от средней четырехлетней на +6,3% и средней десятилетней на +4,6%.

Таким образом и в данном случае оправдывается высказанное нами в начале положение, что средняя из четырехлетних величин стока должна быть несколько меньше нормальной, т. е. выведенной за длительный промежуток времени. Интересно отметить, что если из 29-летнего ряда исключить два исключительных года с максимальным

стоком (1896 и 1907), то средняя за остающиеся 27 лет оказывается равной $25,6 \text{ м}^3/\text{сек.}$, т. е. очень близкой к определенным ранее.

Учитывая, однако, что полученная последним способом нормальная величина стока является все же приближенной и что как эта величина, так и средняя за 10 лет, оказываются несколько большими средней за 4 года, мы за окончательную величину нормального стока в Севанском бассейне примем среднюю, выведенную за десятилетний период с закруглением до целых, т. е. $26 \text{ м}^3/\text{сек.}$ которая почти совпадает со средней арифметической из средних за 4 года и 29 лет.

Принятая нами величина $26 \text{ м}^3/\text{сек.}$ представляет собственно величину естественного стока с водосборной площади Севанского озера, и для получения величины фактического притока в озеро она должна быть снижена на величину потребления воды на орошение и подземной утечки в бассейн р. Занги. Последние величины за исследованное четырехлетие оказались достаточно устойчивыми и, в среднем, разница между естественным стоком с бассейна и притоком в озеро выразилась в $2,7 \text{ м}^3/\text{сек.}$ Принимая эту величину и в многолетней перспективе, мы получаем нормальный приток воды в озеро равным $23,3 \text{ м}^3/\text{сек.}$

ВЕРОЯТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ГОДОВОГО ПРИТОКА

В основу определения вероятных колебаний годового стока в Севанском бассейне, мы положили метод Фостера с успехом примененный на реках Европейской части СССР инж. Д. Л. Соколовским [25].

В кратких словах этот метод заключается в следующем.

Все многообразие распределения годового стока может быть выражено с помощью кривой распределения Пирсона III типа.

Для построения интегрального выражения этой кривой—кривой обеспеченности—необходимо знать два коэффициента: 1) коэффициент вариации C_v , характеризующий амплитуду колебаний годовых стоков, и 2) коэффициент несимметрии C_s , характеризующий несимметричность годового стока или отклонение медианных членов ряда от средней.

Коэффициент вариации определяется по формуле:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum (k-1)^2}{n-1}}$$

где k модульный коэффициент (отношение годового стока к многолетнему) и n число лет наблюдений.

Этот коэффициент отличается значительной устойчивостью для каждой реки и для его определения достаточно 10-ти и даже 5-летних наблюдений, дающих в большинстве случаев значения коэффициентов, близкие к многолетнему.

Исследованиями инж. Д. А. Соколовского установлено, что величина коэффициента вариации зависит от физико-географических условий и размеров бассейна. В Европейской части СССР значения коэффициентов вариации возрастают по мере следования с севера на юг, а в пределах одного района—при переходе от большого бассейна к малому.

Коэффициент же несимметрии, наоборот, требует для надежного подсчета очень длительного ряда наблюдений, но практически оказывается вполне достаточным брать его нижний теоретический предел, который для кривых III типа равняется удвоенному значению коэффициента вариации, что отвечает и наиболее осторожному варианту кривой в отношении маловодных лет.

По найденному значению коэффициента вариации и принятому значению коэффициента несимметрии, пользуясь „таблицей отклонений ординат кривых продолжительности от середины“, приложенной к работе того же автора, легко определить и модульные коэффициенты любой обеспеченности.

Применяя этот метод в наших условиях прежде всего необходимо было выяснить, соответствуют ли кривые III типа действительному распределению годового стока в изучаемом районе, и возможно ли для коэффициента несимметрии принимать его нижний теоретический предел.

Для разрешения этих вопросов мы построили теоретические кривые обеспеченности модульных коэффициентов изображенные на рис. 35, 36, и 37, для бассейна оз. Севан, р. Занги у с. Н. Кахсы и р. Куры у с. Ахалдаба. Цифровой материал, положенный в основу этого построения, приводится в табл. 30.

Полученные при этом значения коэффициентов вариации сведены в табл. 31.

Табл. 30.

Год	Р. Кура-Ахалдаба ¹⁾ , площ. басс. 11172 кв. км		Р. Занга-Н-Кахсы ²⁾ , площ. басс. 760 кв. км		Бассейн оз. Севан, площ. 3475 кв. км	
	Средний годовой расход в м ³ /сек.	Отно- шение к норме	Средний годовой расход в м ³ /сек.	Отношение к норме	Средний годовой расход в м ³ /сек.	Отношение к норме
1914	116,6	1,08	9,1	1,03	25,7	0,99
1915	138,7	1,30	11,6	1,32	34,2	1,31
1916	87,6	0,81	7,7	0,88	23,1	0,89
1917	83,5	0,78	7,5	0,85	22,9	0,88
1918	74,4	0,70	—	—	—	—
1919	127,3	1,19	—	—	—	—
1920	132,5	1,24	—	—	—	—
1921	—	—	—	—	—	—
1922	—	—	—	—	—	—
1923	105,3	0,98	—	—	—	—
1924	81,6	0,76	—	—	—	—
1925	109,2	1,02	8,1	0,92	23,7	0,91
1926	101,2	0,95	9,6	1,09	27,1	1,04
1927	113,0	1,05	7,5	0,85	22,7	0,87
1928	119,3	1,11	9,3	1,06	26,2	1,01
1929	103,8	0,97	10,5	1,19	30,1	1,16
1930	—	—	7,0	0,80	22,5	0,86
Норма стока .	106,7	—	8,8	—	26,0	—

1) По материалам Закавказск. Оп.-Иссл. Ин-та Водн. Хозяйства.
2) За вычетом поверхностного стока из озера.

Табл. 31

Наименование бассейна	Пункт	Годы наблюдений	Число лет	Площадь бассейна в кв. км	Норма стока в м ³ /сек.	Коэффициент вариации.
Оз. Севан	—	1927—30	4	3475	26,0	0,144
” ”	—	1914—17 и 1925—30	10	”	26,0	0,147
р. Занга	Н. Кахсы	”	10	760	8,8	0,169
р. Кура	Ахалдаба	1914—20 и 1923—29	14	11172	106,7	0,184

Для проверки соответствия построенных кривых данным наблюдений были подсчитаны в процентах соответствующие значения обеспеченности по формуле:

$$P = 100 \left(\frac{m - 0,5}{n} \right), \text{ где}$$

P — процент обеспеченности, m — порядковый номер члена при расположении в убывающем порядке и n — число членов.

Как видно из графиков, теоретические кривые обеспеченности III типа достаточно удовлетворительно соответствуют наблюдаемым значениям годового стока.

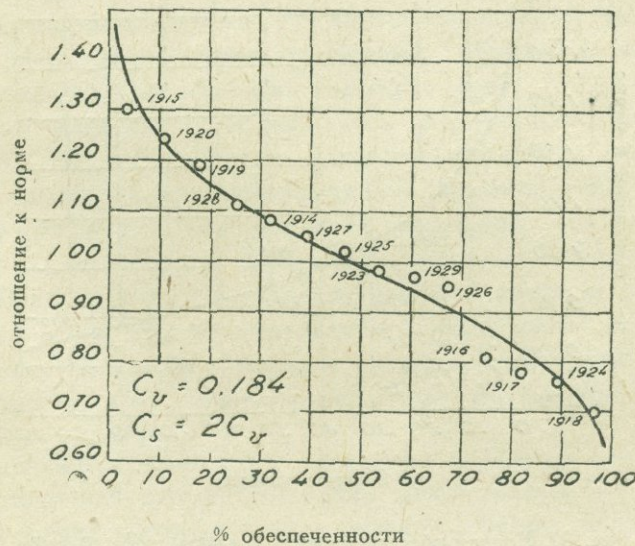


Рис. 35. Кривая обеспеченности годового стока р. Куры у с. Ахалдаба.

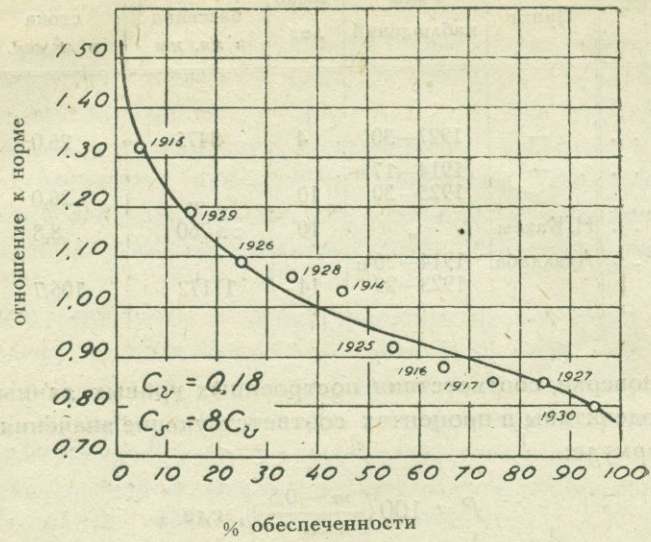


Рис. 36. Кривая обеспеченности годового стока р. Занги у с. Н. Кахсы.

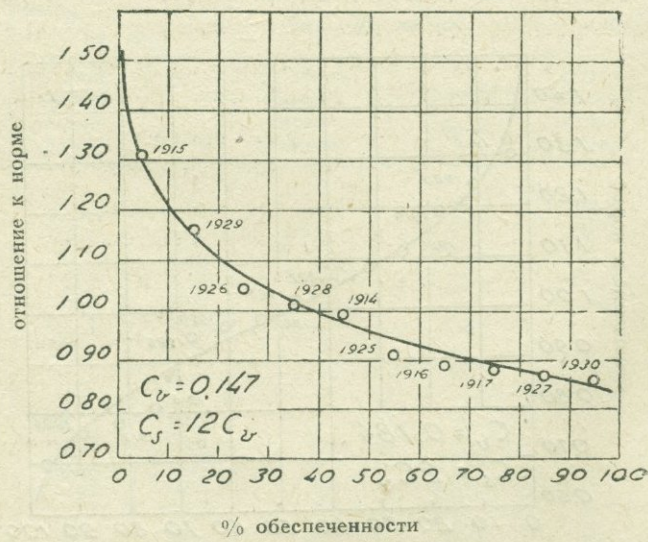


Рис. 37. Кривая обеспеченности годового стока бассейна оз. Севан.

Обращаясь теперь к коэффициентам вариации и сравнивая их с данными, приводимыми в работе Д. Л. Соколовского, мы видим, что они близки по своей величине к коэффициентам вариации сильно зарегулированных рек (р. Свирь—0,18, р. Выг—0,18) или рек с большими бассейнами (р. Волга у Вязовых 0,16). Незначительная величина коэффициента вариации может объясняться либо физико-климатическими условиями Закавказья, либо неудачным совпадением периодов наблюдений, когда амплитуды годовых стоков были незначительны. В отношении последнего следует сказать, что это предположение отпадает. Как на р. Куре, так и на р. Занге наблюдениями были захвачены годы близкие к предельным: 1915 г. считается в Закавказье одним из самых многоводных, а 1917—1918 гг.—наоборот, маловодными. Проф. И. В. Фигуровский [26] так характеризует эти годы: „1915 г. был необычайно сырой, с очень дождливым летом, а весенний паводок этого года был выдающимся из ряда лет по высоте и продолжительности; 1917 г., наоборот, был очень сухой, жаркий и ветреный“.

Поэтому единственной причиной, влияющей в данном случае на величину коэффициента вариации, являются физико-географические особенности рассматриваемых бассейнов. Бассейны оз. Севан и р. Куры у с. Ахалдаба характеризуются значительным распространением по площади трещиноватых лав, являющихся, как мы видели выше, регуляторами стока. Что же касается р. Занги у с. Н. Кахсы, то здесь лавы, в виду их малого распространения, играют второстепенную роль, и зарегулированность стока объясняется уже отмеченными выше обильными выходами родниковых вод на участке с.с. Рандамал—Н. Ахты.

Таким образом геологическое строение и гидрогеологические особенности рассматриваемых бассейнов благоприятствуют зарегулированности стока и являются причинами, обуславливающими малую величину коэффициента вариации годового стока.

Что же касается коэффициентов несимметрии, то, как видно из рис. 35, 36 и 37, вполне удовлетворительные результаты для р. Куры получились при коэффициенте несимметрии, приравненном удвоенному значению коэффициента вариации, для р. Занги—при 8-кратном, а для басс. оз. Севан 12-кратном значении коэффициента вариации. В последних двух случаях высокие значения коэффициентов несимметрии дали лучшие результаты в отношении маловодных лет, для остальных же вполне удовлетворительные результаты получались и при коэффициенте несимметрии, равном удвоенному значению коэффициента вариации.

По найденным значениям модульных коэффициентов мы определили с достаточной для практических целей точностью и абсолютные значения средних годовых стоков разных обеспеченностей, которые и приводятся ниже в табл. 32.

Как видно из табл. 32, половина всех лет имеет годовые расходы в пределах от 23,1 до 27,8 м³/сек., 80% всех лет имеют годовые расходы от 22,4 до 31,2 м³/сек. и 90%—от 22,1 до 33,8 м³/сек.

Табл. 32.

Обеспеченность	Расход в м ³ /сек.	Отношение к норме
1% (1 год, многоводный на 100 лет) . .	39,5	1,52
3% (1 год " " 33 г.) . .	35,4	1,36
5% (1 год " " 20 л.) . .	33,8	1,30
10% (1 год " " 10 л.) . .	31,2	1,20
25% (верхне-квадрильянный)	27,8	1,07
50% (медианный)	25,0	0,96
75% (нижне-квадрильянный)	23,1	0,89
90% (1 год, маловодный на 10 л.) . . .	22,4	0,86
95% (1 год, маловодный на 20 л.) . . .	22,1	0,85
97% (1 год, " на 33 г.) . . .	21,8	0,84
99% (1 год, маловодный на 100 л.) . . .	21,8	0,84
Средний многолетний	26,0	1,00

Приведенные выше значения обеспеченности средних годовых расходов относятся к естественному стоку с водосборной площади оз. Севан. Для получения же величины фактического притока в озеро означенные цифры должны быть уменьшены на величину расхода воды, потребленного на орошение, и на величину подземной утечки в бассейн р. Занги, которые в среднем составляют около 2,7 м³/сек.

В заключение отметим, что четырехлетними исследованиями были захвачены весьма характерные в многолетней перспективе годы: 1929 г. является многоводным, с обеспеченностью среднего годового расхода на 12%, 1928 г.—очень близок к среднему многолетнему, 1927 и 1930 г. принадлежат к числу маловодных, причем расход первого обеспечен на 80%, а второго на 86%.

IV. СТОК ВОДЫ ИЗ ОЗЕРА СЕВАН

Сток воды из озера Севан происходит двумя путями—поверхностным и подземным, причем первый, в силу местных условий, имеет перемежающийся характер, а второй постоянный.

ПОВЕРХНОСТНЫЙ СТОК

В северо-западной части Севанского бассейна, в месте стыка Ахманганского и юго-восточного отрога Памбакского хребтов, где водораздельная линия снижается почти до самого зеркала озера, берет начало единственный поверхностный исток из озера р. Занга—в древности Раздан. По выходе из озера река течет на запад и, приняв с правой стороны самый большой свой приток р. Мисханку (Маман-чай), изменяет направление на юго-западное и сохраняет его вплоть до выхода в долину р. Аракса.

Ширина реки в месте истечения из озера около 4 м, а непосредственно ниже 10—11 м. Пройдя $\frac{1}{4}$ км от истока, река разливается по широкой заболоченной пойме, постепенно суживающейся к с. Еленовке, где река снова вступает в коренные берега. Максимальная ширина поймы доходит в некоторых местах до 0,5 км.

Вода озера сливается в реку Зангу через отверстие, образованное прорывом берегового вала и заваленное камнями. В период высокого стояния уровня, озеро имеет поверхностный сток, а в периоды низкого положения—поверхностный сток прекращается (рис. 38).

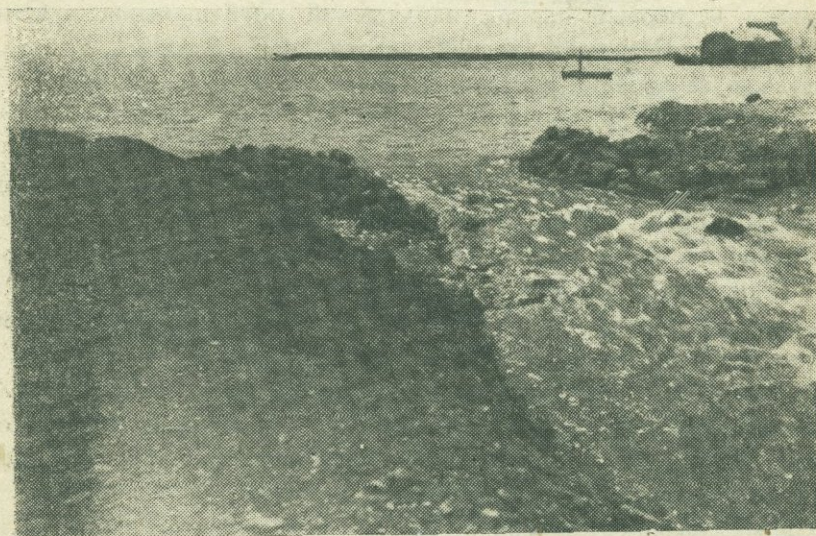


Рис. 38. Исток р. Занги.

Высотная отметка порога стока, благодаря вмешательству человека, постоянно изменяется. В случаях недостатка воды для работы мельниц, расположенных ниже по реке, русло реки у истока углубляется путем расчистки от камней, а летом на время покоса тростника, густо покрывающего пойму реки, исток забрасывается камнями.

В виду вышесказанного говорить что-либо о величине естественного стока из озера через р. Зангу совершенно не приходится. По тем же самым причинам исключается и возможность связать сток р. Занги с колебаниями уровня озера, хотя для некоторых периодов, как, например, 1914—17 гг., когда вышеописанных явлений не наблюдалось, эта связь может быть установлена.

Отдельные попытки определения величины поверхностного стока из озера, не носившие систематического характера и предпринимавшиеся в связи с появлением проектов использования запасов озера для дополнительного питания р. Занги, имели место в период 1861—1913 гг. [18]. Регулярные же гидрометрические работы начались лишь в конце 1913 г., когда Гидрометрической частью при Водном Управлении на Кавказе был открыт у истока реки водомерный пост и приступлено

к определениям расходов воды. В мае 1918 г. наблюдения прервались и возобновились в 1924 г. В 1925 г. в связи с производством работ по углублению русла реки исток был закрыт почти в течение круглого года.

В первый период 1913—1918 гг. Гидрометрической частью было определено 32 расхода воды, во второй же период 1925—30 гг. определено 60 расходов воды, из которых 42 Севанским Гидрометеорологическим Бюро и 18 — Гидрометрическим подотделом Армводхоза и Закавказского Опытного-Исследовательского Института Водного Хозяйства.

Данные за первый период наблюдений опубликованы в Отчетах и Бюллетенях Гидрометрической части при Водном Управлении на Кавказе, а за второй — в изданиях Армводхоза, Закавказского Опытного-Исследовательского Института Водного Хозяйства и в „Материалах по исследованию озера Севан и его бассейна“, ч. I, вып. 1.

Необходимо отметить не совсем удачное местоположение поста у истока из озера. Берега реки здесь сложены рыхлыми отложениями, легко разрушаются и материал, их слагающий (галька), отлагается в русле реки, что, в связи с переездами вброд непосредственно ниже поста, создает нарушения в условиях протекания потока и вызывает рассеяние точек на графике зависимости расходов от уровней.

Точный учет стока из озера затрудняется также наличием явлений сейш, вызывающих в исключительные дни колебания уровня озера в течение получаса до 50 см. Большую роль играют и сильные западные ветры, особенно развитые здесь осенью и зимою.

Однако, выбрать другое место для производства работ не представлялось возможным, так как ниже по реке выходят родники, являющиеся результатом просачивания озерной воды через Еленовскую гряду.

В виду произведенного в 1925 г. углубления русла реки, связать наблюдения обоих периодов оказалось невозможным, и потому обработка была произведена отдельно за каждый период [30]. Результаты этой обработки помещены в табл. 33.

Полученные в результате обработки величины стока р. Занги за первый период наблюдений, кроме 1917 г., оказались очень близкими к опубликованным в работе проф. И. В. Егизарова [24].

Из рис. 39, где изображен сток р. Занги по месяцам за 1914—17 и 1926—30 гг. видно, что в годовом ходе минимум приходится на зимние месяцы (февраль—март), а максимум наблюдается летом (июнь—июль).

В общих чертах годовой ход стока воды из озера повторяет ход уровня в самом озере.

Наблюдающиеся в некоторые годы в конце июля и начале августа резкие падения расходов р. Занги связаны с временным закрытием истока на время сенокоса. Увеличение же расходов осенью (октябрь—ноябрь), наоборот, обусловлено расчисткой истока с целью увеличения количества воды для работающих ниже по реке мельниц.

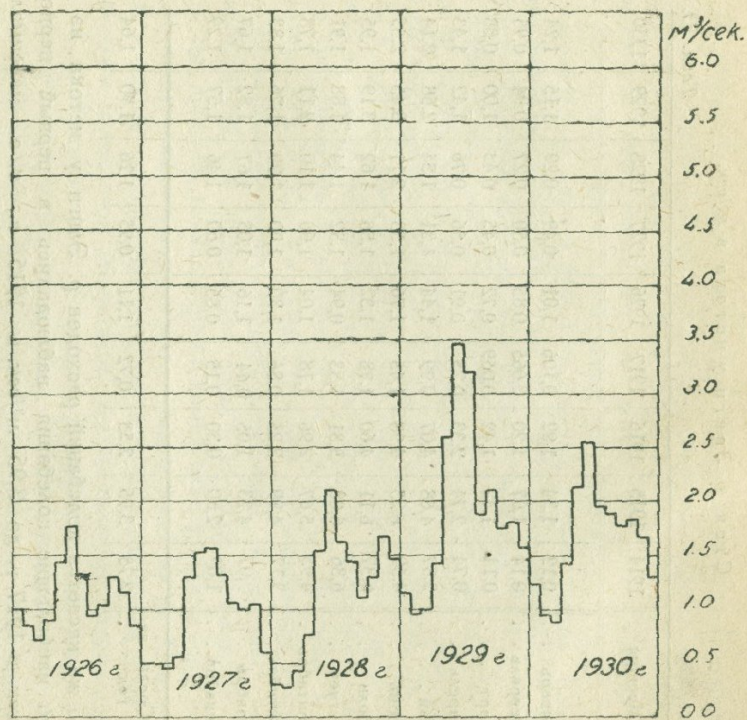
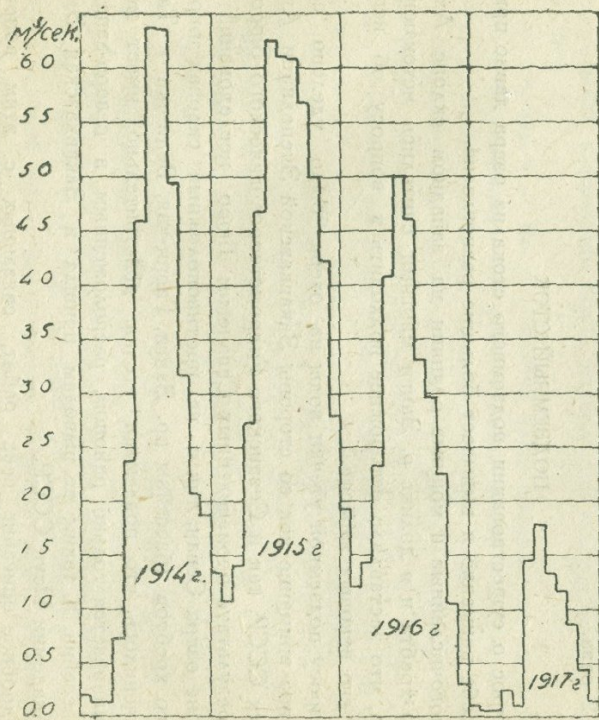


Рис. 39. График стока воды из оз. Севан.

Сток р. Занги у истока в м³/сек.

Табл. 33.

Месяцы	1914	1915	1916	1917	1926	1927	1928	1929	1930
Январь . . .	0,19	1,34	1,92	0,106	1,01	0,49	0,29	1,15	1,24
Февраль . . .	0,14	1,07	1,20	0,065	0,85	0,50	0,27	0,94	0,95
Март	0,14	1,42	1,42	0,059	0,72	0,45	0,43	1,00	0,88
Апрель . . .	0,74	2,74	2,33	0,25	0,91	0,56	0,76	1,42	1,43
Май	2,37	4,68	4,07	0,99	1,44	1,31	1,54	2,58	2,14
Июнь	4,59	6,25	4,98	1,45	1,76	1,53	2,11	3,45	2,55
Июль	6,37	6,11	4,60	1,78	1,32	1,56	1,62	3,19	1,95
Август . . .	6,36	6,08	3,31	1,33	0,94	1,32	1,44	1,88	1,91
Сентябрь . .	4,95	5,67	2,96	1,18	1,04	1,06	1,10	2,11	1,78
Октябрь . . .	3,17	4,99	2,25	0,86	1,30	1,00	1,29	1,76	1,83
Ноябрь . . .	2,07	4,23	1,05	0,44	1,16	1,05	1,67	1,82	1,67
Декабрь . . .	1,89	2,80	0,30	0,15	0,85	0,60	1,46	1,57	1,29
Средн. за год . . .	2,75	3,95	2,53	0,72	1,11	0,95	1,16	1,90	1,64

Что же касается колебаний расходов р. Занги у истока из года в год, то наибольшие колебания наблюдались в первый период от 0,72 м³/сек. в 1917 г. до 3,95 м³/сек. в 1915 г., т. е. максимальное значение в 5,5 раз превышало минимальное, во второй же период— всего в 2 раза.

ПОДЗЕМНЫЙ СТОК

Вопрос о существовании подземного стока из озера давно привлекает к себе внимание и вызывает большие разногласия.

Многочисленные и мощные родники на западном склоне Ахманганского хребта и в долине р. Занги многими считались истекающими из озера, что заставляло осторожнее подходить к вопросу об использовании его вековых запасов.

Вопросу подземной утечки воды из озера было уделено самое тщательное внимание как со стороны Закавказской Экспедиции Академии Наук СССР, так и Севанского Гидрометеорологического Бюро.

В результате произведенных Севанским Бюро исследований как в бассейне озера Севан, так и на противоположных склонах окружающих его хребтов (бассейны рр. Занги, Гарни-чая, Веди-чая и Тарса-чая), выяснилось, что подземная утечка, действительно, имеет место, но ограничивается только районом, расположенным в северо-западной части бассейна. К таким же выводам пришла и Закавказская Экспедиция Академии Наук СССР.

Подробное описание всех работ, связанных с этим вопросом изложено в работе А. П. Соколова [2].

Возможность подземной утечки воды в северо-западной части Севанского бассейна предопределена геологическими и гидрогеологическими особенностями побережья озера на участке с. с. Еленовка—Ордаклю и расположенного на запад от него участка вплоть до р. Занги, в районе с. с. Рандамал—Н. Кахсы.

Первым был изучен район подземной утечки через Еленовскую андезито-базальтовую гряду, на которой расположено с. Еленовка и которая является водоразделом р. Занги и озера.

Здесь на всем протяжении пойменного участка и даже ниже, как на левом берегу, так и в русле самой реки, выходят многочисленные родники, относительно которых рядом исследователей—М. Ф. Митте [3], Е. С. Марковым [27] и др. было высказано предположение, что они являются в результате просачивания озерной воды через сильно трещиноватую андезито-базальтовую гряду. Другими же исследователями—О. Т. Карапетян [32]—это предположение отвергалось.

Для разрешения этого вопроса Севанским Бюро был поставлен ряд наблюдений над горизонтами воды в шурфах, заложенных поперек гряды, над дебитом, температурой и химическим составом воды родников, которые подтвердили мысль о просачивании воды из оз. Севан.

В целях же количественного учета просачивающейся воды, Гидрометрическим подотделом Армводхоза был установлен гидрометрический пост на р. Занге ниже с. Еленовки, у развалин быв. монастырской мельницы. Участок этого поста расположен в самом узком месте реки, около бывшей мельничной запруды. Русло реки на участке рабочего профиля завалено камнями, создающими препятствия к точному учету стока, но найти поблизости более подходящий участок не представилось возможным.

Так же, как и на посту у истока, здесь проявляется вмешательство человека в естественный быт реки. Одновременно с закрытием истока на время сенокоса, для более быстрого спуска воды с поймы реки, население пытается производить расчистку русла у развалин мельницы, что вызывает изменения условий протекания потока на участке поста и создает рассеяние точек на графике зависимости расходов от уровней. Этому же способствует и частая заброска русла камнями. Наиболее интенсивно вмешательство человека сказалось в июне 1930 г., когда в рабочем створе был устроен временный мост для перевозки камня с разрушенной мельницы, вызвавший подпор в 12 см.

Результаты обработки наблюдений по этому посту приводятся ниже в табл. 34.

Имея данные о расходах воды на верхнем посту у истока р. Занги и нижнем—у мельницы, легко, казалось бы, определить и количество просачивающейся здесь озерной воды. Однако более или менее точному определению этой величины, помимо уже отмеченного выше непостоянства условий протеканий потока в русле реки, препятствовало также и наличие заболоченного пойменного участка и, правда, очень незначительного притока с правого берега реки Занги между обоими

Табл. 34.

Сток р. Занги у б. монастырской мельницы в м³/сек.

Месяца.	1926 г.	1927 г.	1928 г.	1929 г.	1930 г.
Январь	1,16	0,79	0,67	1,26	1,57
Февраль	0,98	0,73	0,60	1,13	1,33
Март	0,97	0,61	0,87	1,19	1,32
Апрель	1,02	0,74	1,12	1,84	1,74
Май	1,56	1,52	1,58	2,96	2,12
Июнь	2,12	1,45	2,31	4,08	2,77
Июль	1,63	1,79	1,99	3,65	2,32
Август	1,55	1,58	1,71	2,39	2,09
Сентябрь	1,61	1,53	1,40	2,49	2,22
Октябрь	1,88	1,43	1,62	1,84	2,31
Ноябрь	1,39	1,34	1,88	1,96	2,08
Декабрь	1,04	0,79	1,57	1,77	1,68
Средн. за год.	1,41	1,19	1,44	2,21	1,96

постами. В силу указанных выше причин более или менее достоверно могла быть определена только средняя годовая величина просачивающейся здесь озерной воды, которая и приводится ниже.

1926 г.	0,30 м ³ /сек
1927 „	0,24 „
1928 „	0,28 „
1929 „	0,31 „
1930 „	0,32 „

Таким образом колебания просачивающейся озерной воды из года в год можно считать практически незначительными и в среднем за 1926—30 гг. количество ее принять равным 0,30 м³/сек.

Второй район подземной утечки воды из озера занимает более обширную площадь; начинаясь в береговой полосе озера между с. с. Еленовка—Ордакю, он простирается на запад до с. с. Рандамал—Агпара, где в долине р. Занги на обоих берегах реки выходят мощные родники: Рандамальские, Каравансарайские и Макраванкские.

Во второй район озерная вода устремляется, повидимому, в древнюю долину р. Занги, залитую в настоящее время трещиноватой лавой, и выходит ниже в долине реки в виде родников.

Гидрохимические исследования этих родников выяснили, что вода их характеризуется, как разбавленная атмосферными осадками вода озера Севан. Во всех родниках наблюдается характерное для озерной воды соотношение между кальцием и магнием: значительное преобладание магния над кальцием, а также повышенное содержание хлора и щелочей.

Составленная для района с. с. Ордаклю—Еленовка карта изогипс подземных вод определенно подтверждает существование здесь депрессии уровня подземных вод от озера на запад.

Для определения количества просачивающейся из озера воды необходимо было иметь данные об общем дебите родников, для чего на последних были поставлены соответствующие гидрометрические работы. На родниках Рандамальных и Макраванских работы состояли из периодических определений расходов воды, на родниках же Каравансарайских непосредственно определять расходы не представлялось возможным, так как главная масса их выходит в русле реки Занги и для определения их дебита производились эпизодические определения расходов воды р. Занги на участке с. с. Рандамал—Нижние Ахты.

В результате произведенных работ подсчитан средний годовой суммарный дебит родников на участке р. Занги от с. Рандамал до с. Нижние Ахты, приводимый ниже:

1928 г.	3,3 м ³ /сек
1929 „	3,9 „
1930 „	3,8 „

В целях контроля полученных величин были использованы имевшиеся в нашем распоряжении материалы гидрометрических наблюдений на постоянных гидрометрических постах на р. Занге у с. Нижние Кахсы и у развалин монастырской мельницы и эпизодические расходы р. Маман-чай. Результаты контрольного подсчета оказались очень близкими к вышеприведенным.

В виду отсутствия данных непосредственных измерений в 1927 г. и небольших расхождений в величинах дебита родников за 1927 и 1928 г. по контрольному подсчету, мы считаем допустимым принять средний годовой расход за 1927 г. равным расходу 1928 г., т. е. 3,3 м³/сек.

Как уже выше отмечалось, дебит родников складывается из озерной воды, разбавленной на пути своего следования циркулирующей в андезито-базальтах водой гидрометеорного происхождения.

Площадь питания этих родников, ограниченная на севере р. Зангой, а с юга линией: бухта Ордаклю—г. Уч-тапаляр—г. Кизыл-даг—с. Каравансарай, составляет 235,3 кв. км. В нее входит указанный выше участок Ахманганского хребта, имеющий поверхностный сток в озеро Севан, а подземный—в бассейн р. Занги.

Определение количества озерной воды в родниках было произведено двумя способами: химическим и гидрометеорологическим.

По первому способу, на основании учета разбавления озерной воды метеорными водами, хлорное число которых принято равным 6 мг/л, т. е. величине характерной для подземных вод андезито-базальтовых пород этого района, было получено следующее количество озерной воды:

1928 г.	2,2 м ³ /сек
1929 „	2,6 „
1930 „	2,4 „

Гидрометеорологический же способ, учитывающий количество подземной воды, поступившей с возможной площади питания родников, дал следующие результаты:

1928 г.	1,8 м ³ /сек.
1929 „	2,5 „
1930 „	2,2 „

При этом подсчете сток с восточного участка был взят с карт-изолиний стока, а с западного — сообразно вероятным направлениям на этом участке изолиний стока. Для исчисления величины подземного стока были взяты те же соотношения между подземным стоком и годовым, которые получены нами для восточного склона Ахманганского хребта.

Сравнивая полученные этим способом данные с предыдущими, мы видим, что в 1929 и 1930 гг. расхождения незначительны, а для 1928 г. достигают 18%. В среднем за три года расхождение составляет около 10%.

Для окончательных подсчетов нами приняты средние из указанных величин, приводимые ниже.

1927 г.	2,0 м ³ /сек.
1928 „	2,0 „
1929 „	2,5 „
1930 „	2,3 „

Суммируя полученные величины подземных потерь в обоих районах, получаем следующие данные:

1927 г.	2,3 м ³ /сек
1928 „	2,3 „
1929 „	2,8 „
1930 „	2,6 „

Что же касается наличия значительного количества мощных родников на западном склоне Ахманганского хребта и в среднем течении р. Занги, то согласно произведенным исследованиям выяснилось, что воды этих родников ничего общего с озерной водой не имеют, и что выходы родников в определенных местах обуславливаются исключительно геологическими особенностями настоящего и прошлого рельефа и гидрогеологическими свойствами андезито-базальтовых лав, в которых родниковый сток составляет примерно 75% всего годового стока.

Сопоставив ниже величины поверхностного стока из озера и подземной утечки, мы видим, что удельная роль подземной утечки значительно выше поверхностного стока и особенно велика эта роль в годы низкого стояния уровня озера, когда поверхностный сток через р. Зангу прекращается.

Годы	Поверхностный сток.	Подземный сток
1927	0,95 м ³ /сек	2,3 м ³ /сек
1928	1,16 „	2,3 „
1929	1,90 „	2,8 „
1930	1,64 „	2,6 „

В заключение, для сравнения с приведенной выше величиной коэффициента стока с водосборного бассейна, небезынтересно привести и величину коэффициента стока со всего Севанского бассейна, включая и зеркало озера. Среднее годовое количество осадков за 1927—30 гг. в бассейне составило 534 мм, а сток за это время, вместе с подземной утечкой 25,3 мм, т. е. коэффициент стока для всего Севанского бассейна равен 0,05.

В то время, как с прибавлением к площади водосборного бассейна (3475 кв. км) площади зеркала озера (1416 кв. км) осадки уменьшились всего на 10%, коэффициент стока упал на 87%.

Такое огромное падение коэффициента стока объясняется тем значительным испарением, которое мы имеем с водной поверхности озера, являющегося в настоящее время расточителем влаги, так необходимой для нужд сельского хозяйства в пониженной части СССР Армении в долине р. Аракса.

V. УРОВЕНЬ ОЗЕРА СЕВАН

ДАННЫЕ НАБЛЮДЕНИЙ

Регулярные наблюдения над уровнем озера Севан начались в июле 1889 г., когда „Экспедицией по орошению на юге России и на Кавказе“ [20] был открыт около с. Еленовки первый водомерный пост, работающий и в настоящее время.

В наблюдениях по этому посту имеются два перерыва: один с 14 августа 1908 г. по 30 октября 1910 г. и второй, более продолжительный, с 13 мая 1918 г. по 12 июня 1924 г. Во время второго перерыва была попытка восстановить наблюдения, но, начатые в августе 1919 г., они в декабре того же года уже прервались.

Наблюдения за время со дня открытия поста по 1907 г. включительно были обработаны Е. С. Марковым [27], а впоследствии вся обработка была заново произведена Т. Г. Чикнаверовым [28], который дал подробную историю поста и полную сводку наблюдений с 1889 г. по 1928 г.

Репером этого поста служит цоколь здания Еленовской больницы — в прежнее время шоссейной заставы — с условной отметкой 52,934 м. Отметка нуля графика поста по этому реперу равна 40,14 м и соответствует отметке нуля футштока, установленного в 1895 г. Е. С. Марковым. Интересно отметить, что Т. Г. Чикнаверов при сличении подлинных записей наблюдателя с уровнями, опубликованными в работе, Е. С. Маркова, обнаружил, что последний приводил уровни не к нулю футштока, как ранее предполагалось, а к нулю переносной рейки с отметкой 40,66 м.

В 1929 г. Закавказским Геодезическим Управлением была произведена повышенная техническая нивелировка по маршруту Акстафа — Эривань и при этом репер № 1 Гидрометбюро Армводхоза на пло-

щадке Еленовской Гидрометеорологической станции, по сообщению производителя работ инженера Полозова, получил абсолютную отметку 1924,174 м.

По этому реперу отметка указанного выше цоколя получилась равной 1927,220 м, а нуля графика поста 1914,43 м.

В течение трех лет с 1894 г. по 1896 г., помимо Еленовского поста, на озере работал еще водомерный пост в с. Александровке, установленный заведывавшим в то время рыбными промыслами А. В. Золотаревым. Регулярные наблюдения на этом посту производились с мая по август, а для остальных месяцев имеются только отрывочные наблюдения за один 1895 г. Нулем графика этого поста являлся уровень воды в озере 16 апреля 1894 г., который отмечен на рейке, высеченной в скале, соответствующим выступом, ниже которого деления идут со знаком минус. Результаты наблюдений по этому посту опубликованы в работе Е. С. Маркова.

В середине октября 1913 г. Гидрометрической Частью при Водном Управлении на Кавказе был открыт водомерный пост на острове Севан, но в декабре того же года наблюдения здесь прекратились. Данные опубликованы в Бюллетенях Гидрометрической части [29].

В 1927—1930 гг. Севанским Гидрометеорологическим Бюро дополнительно к работавшему Еленовскому посту, были установлены на озере еще три водомерных поста: в Арданышском заливе—в бухте Глаголь (абс. отм. нуля графика 1914,445 м), в с. Загалу (абс. отм. нуля графика 1914,933 м) и на Норадузском мысу (абс. отм. нуля графика 1915,384 м).

На указанных выше постах, за исключением Норадузского, помимо обычных речных наблюдений над уровнем, велись наблюдения и с помощью лимниграфов. Наиболее длинный ряд последних имеется по посту в с. Еленовка.

Подробное описание этих постов вместе с данными наблюдений, исключая лимниграфные, напечатаны в „Материалах по исследованию озера Севан и его бассейна“ ч. I, вып. 1 [30].

Обработка записей лимниграфа была произведена только за 13 месяцев работы Еленовского поста и послужила для заключения о точности исчисления среднего месячного и суточного уровней по срочным речным наблюдениям. Имея в виду, что этот вопрос подробно рассмотрен в отчете о гидрометрических исследованиях [30], здесь мы только отметим, что для вывода среднего месячного уровня с точностью до 1 см оказываются вполне достаточными даже наблюдения в один из общепринятых сроков.

Из перечисленных выше материалов по уровню озера Севан мы в дальнейшем используем данные Еленовского поста, как имеющего длинный ряд наблюдений, а также постов Загалу и Глаголь, как работавших одновременно с Еленовским в течение трех лет и потому дающих представление о колебании уровня озера в его различных частях. Наблюдениями же на посту в с. Александровке мы воспользуемся лишь для

корректировки и восстановления пропусков в 1894—1896 гг. на Еленовском посту.

В нижепомещаемой таблице 35 приводятся результаты наблюдений на всех вышеперечисленных постах, за исключением поста на о-ве Севан, наблюдения на котором производились всего $2\frac{1}{2}$ месяца. Уровни даются в сантиметрах над нулями графиков постов и в деках соблюдения однородности—по дневным наблюдениям.

ДОСТОВЕРНОСТЬ НАБЛЮДЕНИЙ НАД УРОВНЯМИ

В отношении надежности помещенных в табл. 35 данных следует отметить, что наблюдения на постах Глаголь, Загалу и Еленовка, начиная с 1910 г., заслуживают полного доверия и могут быть положены в основу суждений об изменениях уровня озера. Также вполне надежными можно считать и наблюдения на посту в с. Александровке. Что же касается наблюдений на Еленовском посту до 1910 г., то большая часть из них внушает вполне основательные, как мы сейчас увидим, сомнения в их точности.

Не останавливаясь здесь на ряде дефектов, имевшихся как в процессе наблюдений, так и их обработке и отмеченных в работах Е. С. Маркова и Т. Г. Чикнаверова, укажем лишь, что главнейшим из дефектов является неустойчивое положение футштока, при очень редких поверках положения его нуля.

Неустойчивое положение футштока объясняется его конструкцией: футшток представлял собою каменный четырехгранный столб, установленный в колодце из каменной наброски. Измерения уровня производились с помощью деревянной рейки, разделенной на сотые части сажени и имевшей на обратной стороне лапу, которая во время измерения накладывалась на верхнюю поверхность футштока. На самом футштоке также были высечены деления, но через сантиметры.

Вполне очевидно, что в условиях Еленовской бухты, ежегодно замерзающей в декабре и вскрывающейся в апреле, такой футшток не мог сохранять своего первоначального положения в период ледостава и особенно весной, при подвижках льда.

Е. С. Марков в своей работе относительно имевших место смещений футштока отмечает только следующее: „В 1891 и 1894 гг. водомерный камень был сдвинут льдом со своего места. Это явление, к сожалению, повторявшееся благодаря неблагоприятным условиям и впоследствии, не представляет еще большой беды, если имеется возможность определить положение камня после сдвига и привести показание футштока в новом положении к показаниям последнего до момента перемещения“.

Никаких прямых указаний на смещение футштока после перестановки его в 1895 году в работе Е. С. Маркова не имеется. Только при сличении подлинных записей наблюдателя с 1 января 1903 г. по 14 августа 1908 г., хранящихся в архиве Закводхоза, с данными, опубликованными в работе указанного автора, Т. Г. Чикнаверов обнару-

Уровни озера Севан

Табл. 35.

Год	Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Средний годовой
с. Е л е н о в к а														
1889	—	—	—	—	—	—	—	—	119	103	100	—	—	—
1890	—	—	—	83	90	94	94	92	85	—	76	—	—	—
1891	—	—	—	—	—	—	61	58	52	45	—	—	—	—
1892	—	—	—	—	46	53	85	110	95	91	90	—	—	—
1893	—	—	—	—	100	114	126	127	119	101	98	—	—	—
1894	—	—	—	—	101*	118*	118*	113*	104*	—	—	—	83*	—
1895	77*	76*	77*	92*	102*	117*	125*	124*	115*	111	107	102	102	102
1896	99	94	98	104	116	142	151	155	153	149	138	133	128	128
1897	134	134	134	146	164	183	187	181	168	148	146	139	155	155
1898	140	134	145	162	183	221	230	227	178	112	99	94	160	160
1899	94	94	110	159	174	188	171	167	152	137	123	112	140	140
1900	108	94	98	110	129	147	152	156	153	148	144*	140*	132	132
1901	136	138	142	135	147	157	153	157	155	145	142	135	144	144
1902	127	133	130	143	153	160	155	149	150	145	137	132	145	145
1903	125	113	107	128	151	162	169	148	131	137	129	126	136	136
1904	119	117	119	131	146	166	179	179	162	132	129	139	143	143
1905	138	140	149	169	203	221	224	228	225	217	215	215	196	196
1906	199	171	168	184	230	247	257	258	256	233	220	210	220	220
1907	213	225	233	235	237	251	263	261	257	251	241	234	242	242
1908	227	226	231	247	—	292	293	—	—	—	—	—	—	—
1909	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1910	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	235	226	—	—
1911	221	221*	222	230	240	260	264	263	257	249	246	240	243	243
1912	237	229	231	242	258	273	274	267	261	251	244	236	250	250
1913	230	229	230	232	248	262	261	256	244	235	228	223	240	240
1914	213	215	217	222	234	249	256	253	243	235	230	229	233	233
1915	224	223	223	229	245	259	272	269	261	250	243	228	244	244
1916	228	224	225	228	239	245	245	240	234	226	218	210	230	230
1917	205	202	202	209	218	224	221	214	206	196	187	178	205	205
1918	177	170	168	171	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1919	—	—	—	—	—	—	—	—	207	197	190	—	—	—

1920	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1921	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1922	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1923	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1924	—	—	—	—	—	234	237	235	230	223	214	209	—
1925	207*	206*	204	208	215	221	224	219	209	200	191	183	207
1926	180	177	174	179	191	204	211	212	202	191	184	177	190
1927	171	170	169	173	187	201	204	200	194	186	181	171	184
1928	165	165	167	172	190	202	204	200	196	188	182	178	184
1929	174	170	170	177	199	216	219	215	209	206	197	190	195
1930	185	182	184	189	198	207	208	206	192	189	186	181	192

с. А л е к с а н д р о в к а

1894	—	—	—	—	15	32	32	25	18	—	—	—3	—
1895	—9	—10*	—9*	6	16	31	39	37	29*	25*	—	—	—
1896	—	—	—	—	31	55	65	68	—	—	—	—	—

Н о р а д у з (рыбные промыслы)

1930	90*	87*	89*	94*	102	111	111	111	98	94	91	87	87
------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----	----	----	----

А р д а н ы ш с к и й з а л и в (Глаголь)

1927	—	—	—	—	—	—	—	197	192	184	179	169	—
1928	164	164*	165*	171*	188	198	201	198	194	186	181	177	182
1929	172	169	168	178*	198*	214	216	214	208	204	196	190	194
1930	184	185	183	189	198	207	207	203	192	189	183	177	191

с. З а г а л у

1927	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	130	118	—
1928	116	115	116	123	140	151	153	150	147	137	132	127	134
1929	123	120	120	128*	149	167	168	166	159	155	147	140	145
1930	135	133	134	139	149	157	158	154	141	139	133	128	142

Примечание. Курсив означает сомнительные уровни; звездочкой показаны—по Еленовскому посту за 1894—1895 гг. уровни, восстановленные по посту в Александровке, а за остальные годы—интерполированные между соседними месячными; по постам Арданышскому, Загалинскому и Нарядузскому звездочкой отмечены уровни, восстановленные по уравнениям, связывающим средние месячные показания каждой пары постов, работавших в период 1927—1930 гг.; звездочкой по посту Александровскому—неполные наблюдения.

жил, что с 14 декабря 1904 г. по 1 марта 1905 г. Е. С. Марков интерполировал поправку плюс 28 см, которая затем осталась уже постоянной. В записях наблюдателя с начала расхождения значится: „залив замерз“.

Из письма Е. С. Маркова (архив Закводхоза) в Главное Управление Землеустройства и Земледелия от 18 февраля 1909 г. и из подлинных записей наблюдателя известен еще один случай смещения футштока. В записях наблюдателя от 29 апреля 1908 г. отмечено: „ледоход, футшток свалился“, а 27 мая того же года: „футшток восстановлен“.

Относительно положения нуля при этом фактически ничего неизвестно и только из того же письма видно следующее: „наблюдения не производились в течение целого месяца до 27 мая, когда камень был поставлен на свое место“.

Т. Г. Чикнаверов полагает, что в данном случае футшток действительно мог быть восстановлен без смещения нуля, так как прибыв воды на 28 см с конца апреля до конца мая вполне нормальна.

Выше были отмечены известные нам случаи смещения нуля футштока. Что же касается проверок его положения, то, судя по имеющимся материалам, их было только четыре: первая при установке поста в 1889 г., вторая в 1894 г., третья при перестановке поста в 1895 г. и четвертая, повидимому, в 1905 г., после чего Е. С. Марковым введена поправка +28 см. Что было в промежутке между указанными нивелировками и позже—нам неизвестно.

Основываясь на данных нивелировки 1894 г., обнаружившей понижение нуля футштока по сравнению с положением его в момент установки поста в 1889 г. на 0,68 м, Е. С. Марков ввел указанную поправку в наблюдения за весь период 1891—1894 гг. Согласиться с этим, по нашему мнению, однако нельзя, так как указанная величина смещения футштока могла получиться в результате не одного, а целого ряда смещений, которые могли иметь место в промежутке между двумя указанными нивелировками. Последнему могло содействовать и то, что в эти годы в период ледостава наблюдения не производились и футшток оказывался таким образом вмерзшим в лед. Поэтому мы полагаем, что из наблюдений 1889—1894 гг. надежными можно считать данные 1889 г., когда футшток был связан нивелировкой с репером и никаких смещений в летние месяцы (август — октябрь) ожидать нет оснований. К тому же в этом году на озере работала установившая пост „Экспедиция по орошению на юге России и на Кавказе“, которая, нужно полагать, имела пост под своим присмотром.

Что же касается наблюдений за 1894 г., в котором была произведена вторичная нивелировка поста, то их также можно считать достаточно близкими к истинным. Правильность этого заключения легко контролируется по работавшему в это время посту в с. Александровке. При сличении показаний Еленовского и Александровского футштоков

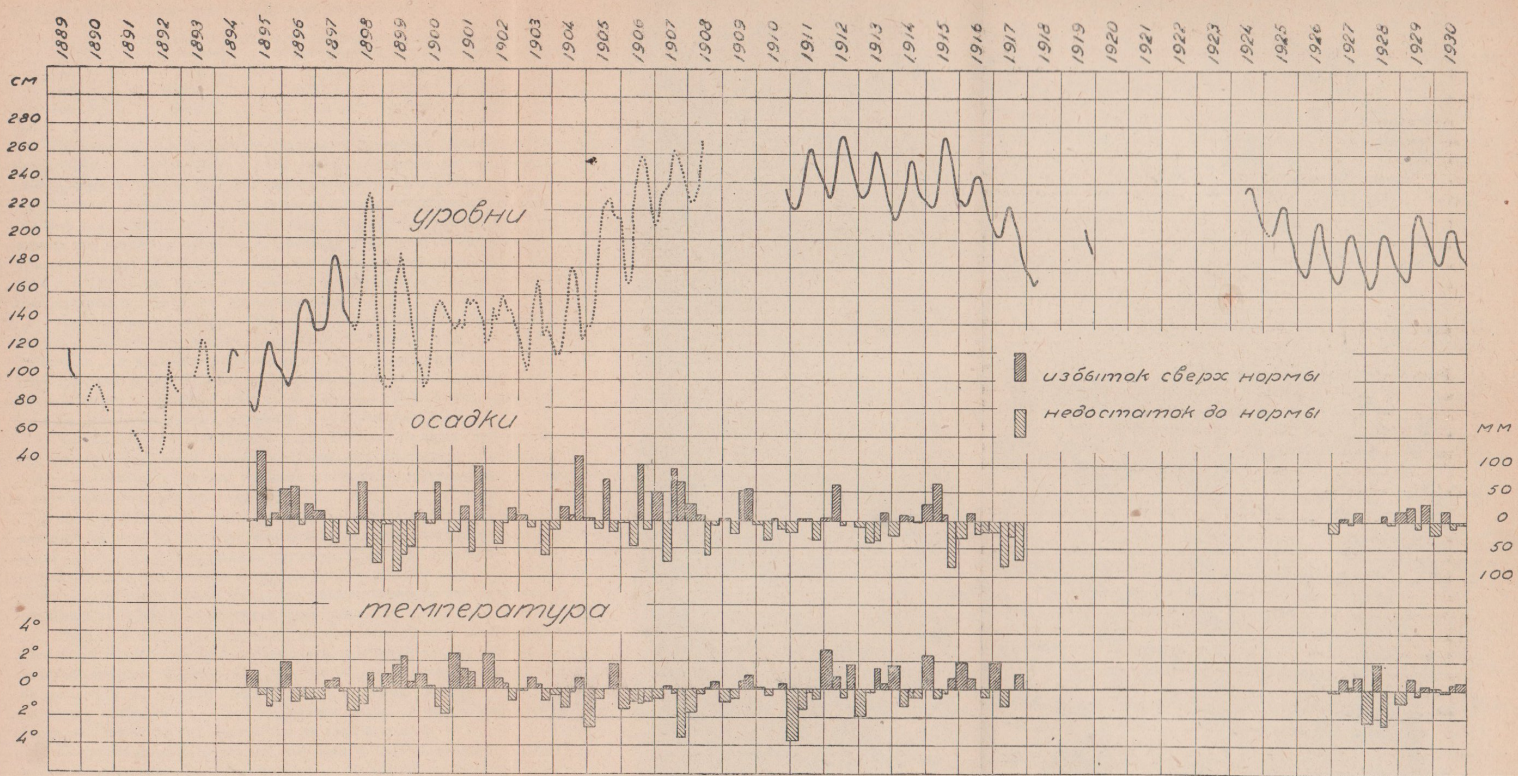


Рис. 40. График колебаний средних месячных уровней оз. Севан и отклонений от нормы осадков и температуры воздуха за отдельные сезоны.

за время с мая по август 1894 г., с сентября по ноябрь 1895 г. и с мая по август 1896 г. получились следующие результаты:

Годы	Средний уровень в Еленовке	Средний уровень в Александровке	Разность Еленовка-Александровка
1894	114,8 см	26,0 см	88,8 см
1895	109,0 "	23,5 "	85,5 "
1896	141,0 "	54,8 "	86,2 "
			} Средн. 85,8 см

Получившуюся в результате указанного сравнения разницу в 3 см между 1894 г. и 1895—1896 гг. мы склонны отнести за счет ошибок нивелировки в 1894 г. или при перестановке поста в 1895 г., так как на основании четырехлетних наблюдений вполне установлено (см. ниже: годовой ход уровня), что уровень озера колеблется одинаково в различных его частях и наибольшие разницы в среднем за месяц не превышают ± 1 см. Имея это в виду, мы считаем более правильным принять для 1894 г. не опубликованные Е. С. Марковым уровни, а восстановленные по посту в с. Александровке.

Наблюдения с октября 1895 г. по август 1896 г. включительно можно также считать вполне надежными. В октябре пост был связан с репером, а в дальнейшем наблюдения легко контролируются по Александровскому посту. Уровни за время перерыва в наблюдениях на Еленовском посту с декабря 1895 г. по сентябрь 1896 г. восстановлены нами на основании данных футштока в с. Александровке.

Что же касается наблюдений после 1896 г., то здесь для выяснения степени надежности данных нам пришлось прибегнуть к единственному возможному в наших условиях способу — сопоставлению уровня с метеорологическими факторами.

При рассмотрении годового хода уровня из года в год, представленного на рис. 40, сразу же выясняется ряд дефектов, свидетельствующих о неустойчивом положении футштока. Особенно бросаются в глаза прямо поражающие своими амплитудами 1898 и 1899 годы. Для выяснения соответствия таких амплитуд действительности мы попытались объяснить их метеорологическими факторами.

Подъем воды в озере зависит от весеннего стока с водосборного бассейна и осадков весны и частью лета, а первый, как мы уже видели, довольно хорошо увязывается с зимними осадками; поэтому естественно ожидать, что и подъемы воды в озере и суммы осадков с декабря по месяц максимального стояния уровня озера должны обнаруживать более или менее согласованный ход из года в год.

С другой стороны учитывая, что спад воды обуславливается почти исключительно потерями на испарение, а последние до некоторой степени зависят от температуры лета и осени, естественно ожидать и в этом случае некоторой согласованности в их ходе.

Вышесказанное в общих чертах и подтверждается на рис. 41, где подъемы воды в озере от самого низкого среднего месячного до самого высокого уровня сопоставлены с осадками за время с декабря по месяц

высокого стояния уровня, а спады воды от момента высокого стояния уровня до самого низкого—с суммами температур лета и осени (VII—XI).

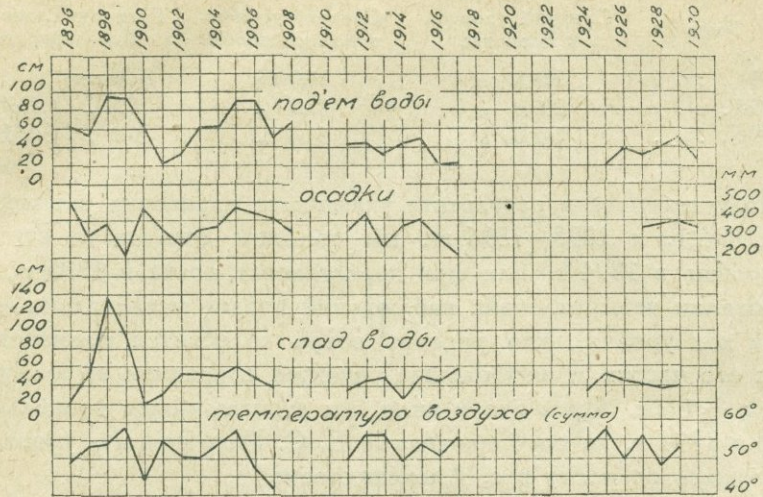


Рис. 41. Соотношения подъема воды в озере с количеством осадков и спада воды с температурой воздуха.

Исключением из общей картины, как видно, являются указанные выше 1898 и 1899 гг.

Из того же графика видно, что при общей согласованности хода осадков и подъемов воды, наблюдается все же сильное несоответствие между ними в годы 1903—1906.

Несоответствие хода уровня в 1899 г. метеорологическим условиям этого года хорошо видно также из рис. 40, при сравнении его с ходом уровня в 1917 г., отличавшемся так же, как и 1899 г., сильно пониженными против нормы осадками и повышенными температурами воздуха.

Из других бросающихся в глаза несоответствий можно отметить очень замедленный спад осенью 1905 г., при пониженном против нормы количестве осадков и повышенной температуре, т. е. при условиях благоприятствующих спаду. Зимой же 1906 г. наблюдается слишком быстрый спад воды: за два месяца, с 1 января по конец февраля, уровень упал на 44 см. Пренебрегая стоком из озера, ввиду малой его величины, мы должны в этом случае допустить заведомо невероятную величину среднего суточного испарения с поверхности озера в 7,3 мм, не считая притока и осадков, которые должны хотя и немного, но все же повысить указанную цифру.

Непонятны также и те зубцы, которые мы видим в годовом ходе уровня за 1901—1903 гг.

Все вышесказанное приводит нас к заключению, что за исключением данных 1889 г. и 1894—1897 гг., все остальные данные по этому посту, начиная с 1898 по 1908 г. включительно, в виду имевших несомненно место смещений футштока и отсутствия нивелировок, не явля-

ются надежными и не могут быть безоговорочно использованы в дальнейшем для суждения о движении поверхности озера.

ГОДОВОЙ ХОД УРОВНЯ

Представление о годовом ходе уровня в среднем за более или менее длительный промежуток времени дают нам данные поста в с. Еленовке. Однако, будучи расположенным в северной части озера в защищенной бухте, этот пост может и не отражать действительных средних колебаний всего озера. Для выяснения этого вопроса нами использованы данные наблюдений на постах Глаголь и Загалу, работавших одновременно с Еленовским в течение трех лет 1928—1930 гг. В нижепомещаемой табл. 36 приводится годовой ход уровня озера по этим трем постам в среднем за период 1928—1930 гг. в виде отклонений от среднего годового уровня в сантиметрах.

Табл. 36.

Пост Месяц	Еленовка	Глаголь	Загалу
Январь	—15,8	—15,7	—15,5
Февраль	—18,2	—17,3	—17,9
Март	—16,8	—17,0	—16,9
Апрель	—11,2	—10,3	—10,5
Май	5,2	5,6	5,8
Июнь	17,8	17,2	18,1
Июль	19,8	18,9	19,5
Август	16,5	15,9	16,5
Сентябрь	8,5	8,9	8,8
Октябрь	3,8	3,9	3,5
Ноябрь	—2,2	—2,3	—2,9
Декабрь	—7,5	—7,7	—8,5

Данные таблицы говорят о том, что уровень озера в течение года имеет одинаковый ход на всех трех постах и наибольшие разницы не превышают одного сантиметра. Таким образом пост в с. Еленовке можно считать достаточно хорошо отражающим действительный средний уровень всего озера и данные по этому посту вполне надежными для вывода годового хода.

Денивелиция отдельных случайных суточных отклонений на всех постах при выводе средних за месяц дала нам возможность связать средние месячные показания каждой пары постов и с помощью выведенных уравнений на основании абсолютных отметок на посту в с. Еленовке определить и абсолютные отметки реперов и нулей графиков остальных озерных постов. Подробности этого вопроса достаточно полно рассмотрены в отчете о гидрометрических исследова-

ниях [30], а ниже в табл. 37, воспользовавшись определенными таким способом отметками нулей графиков постов, приводим абсолютные отметки уровня озера в среднем за 1928—1930 гг. (в метрах).

Табл. 37.

Пост	Абсолютная отметка нуля графика	Средн. уровень за 1928—1930 гг.	Абсолютная отметка уровня озера
Еленовка . . .	1914,430	1,905	1916,335
Глаголь	1914,445	1,891	1916,336
Загалу	1914,933	1,402	1916,335

Таким образом абсолютные отметки уровня озера в среднем за 1928—1930 гг. на всех трех постах получились совершенно одинаковыми.

Обращаясь теперь к годовому ходу уровня, заметим, что для его вывода нами использованы только не внушавшие никаких сомнений данные за периоды 1895—1897, 1911—1917 и 1925—1930 гг., т. е. всего

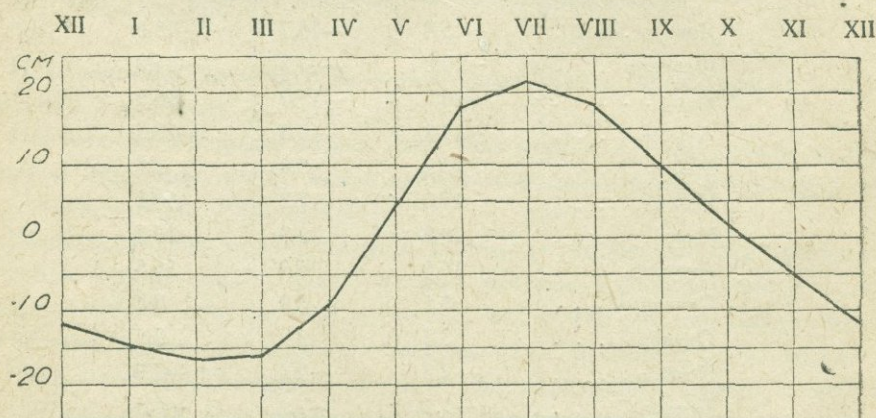


Рис. 42. Годовой ход уровня оз. Севан.

за 16 лет. Годовой ход уровня в среднем за указанные годы представлен на рис. 42, а цифровой материал в виде отклонений от среднего годового уровня (199,0) в сантиметрах приводится ниже:

І	ІІ	ІІІ	ІV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-14,6	-16,7	-16,1	-9,5	3,8	17,6	21,4	18,1	10,0	1,6	-4,8	-11,6

Минимум в годовом ходе уровня в среднем наступает в феврале, а максимум в июле. Подъем уровня продолжается обыкновенно пять месяцев, с марта по июль, причем максимальной интенсивности достигает в мае—июне. В августе месяце начинается спад воды, вначале замедленный, а затем до декабря месяца более быстрый. В месяцы январь—март колебания уровня незначительны. Весенний и летний подъем уровня обуславливаются как поступлением воды из притоков,

так и осадками на зеркало озера, которые в это время преобладают над стоком из озера и испарением.

Средняя величина подъема воды в озере составляет 38 см, максимальная 61 см (1896 г.) и минимальная 22 см (1917 г.).

В годы многоводные и с большими летними осадками максимум наступает позже указанного выше срока—в августе, а в годы мало-водные и с небольшими количествами летних осадков, наоборот раньше—в июне.

За рассматриваемый 16-летний период наибольшая высота уровня наблюдалась в июле 11 раз, в июне—3 раза и в августе 2.

С августа месяца, в связи с увеличением дефицита влажности, испарение начинает преобладать над притоком и осадками и начинается спад воды в озере, достигающий наибольшей интенсивности в месяцы сентябрь—октябрь. Минимум за рассматриваемый период чаще всего приходился на февраль месяц (9 раз), реже на январь (4) и март (3).

КОЛЕБАНИЯ УРОВНЯ ИЗ ГОДА В ГОД

Колебания уровня озера из года в год представлены на рис. 43 где также показаны и отклонения от нормы годовых сумм осадков в среднем по станциям Семеновка, Еленовка и Нор-Баязет и средних годовых температур воздуха по данным последней станции. Средние годовые уровни за сомнительные 1898—1907 годы показаны пунктиром.

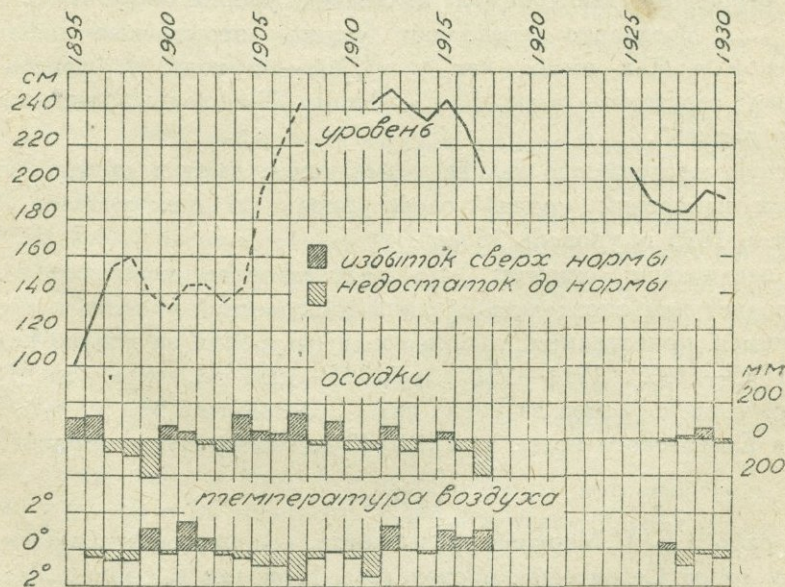


Рис. 43. График колебаний уровней оз. Севан и отклонений от нормы осадков и температуры воздуха.

Из приведенного графика видно, что за рассматриваемый период высокие уровни на озере наблюдались с 1907 по 1915 гг., причем максимум стояния пришелся на 1912 г. Наиболее низкий средний

годовой уровень наблюдался в 1895 г. По неполным и не совсем надежным данным средний годовой уровень за 1891 г. был меньше среднего годового за 1895 г. приблизительно на 0,50 м.

Как видно из того же графика, накоплению воды в озере предшествовал ряд лет с повышенными против нормы осадками и пониженными температурами. Наступавший в 1916—17 гг. спад сопровождался, наоборот, пониженными против нормы осадками и повышенными температурами.

Что же касается стояния уровня в прежнее время, то по этому вопросу довольно полный материал имеется в работе Е. С. Маркова; приводим лишь отмеченные последним периоды высокого и низкого стояния уровня:

Максимум	Минимум
1810—1814 г.г.	1830 г.
около 1845 „	1852 „
„ 1860 „	1885 „
1912 „	

Как видно из приведенных данных, никакой правильной периодичности в стоянии уровня озера установить невозможно.

В той же работе Е. С. Маркова, а также в работе Л. С. Берга [33] указывается, что колебания уровня озера Севан довольно согласно следуют колебаниям уровня в озерах Турции (Ван, Урмия) и Средней Азии (Арал, Балхаш). Л. С. Берг объясняет это тем, что все указанные озера расположены в области, где климатические изменения одинаковы.

В отношении многолетних колебаний уровня озера Е. С. Марков пишет „.... Насколько позволяют судить отрывочные наблюдения и в 40-х и в 60-х годах, как и в 1908—09 году, ¹⁾ уровень озера превышал горизонты воды 30-х, 50-х и 80-х годов приблизительно на одну сажень“.

Такую же примерно величину амплитуды дают и данные непосредственных измерений уровня озера (июль 1912 г. уровень 273 см и февраль 1895 г. уровень 76 см).

В заключение отметим, что недостаточное количество данных не позволяет нам определить средний многолетний уровень озера и мы ограничимся приведением только среднего уровня за вполне надежные годы 1895—1897, 1911—1917 и 1925—1930 гг., т. е. за 16 лет. Средний уровень озера за эти годы составит 1,990 м над нулем графика Еленовского поста или 1916,42 м над уровнем моря.

СЕЙШИ

В работе Е. С. Маркова указывается, что первые наблюдения над сейшами озера Севан были произведены Нешелем в 1852 г. „...Несмотря на кратковременность измерений Нешелю удалось отметить сейши с периодом в 1—2 ч., а также были короткие колебания с периодом от 10 до 40 мин. Амплитуда колебаний достигала 3,5 и даже 4 дюймов“.

¹⁾ Данных о положении уровня в 1912 г. Е. С. Марков не имел, т. к. работа его вышла в 1911 г.

По вычислениям Л. С. Берга [34], период продольной унинодальной сейши для озера Севан равняется 125 минутам.

Изучения сейш с помощью самопишущих приборов вплоть до самого последнего времени произведено не было.

Как уже выше отмечалось, в период 1927—1930 гг. три водомерных поста на озере были оборудованы лимниграфами и в настоящее время мы располагаем их записями: Еленовка за период 1928—1930 гг., Глаголь—за сентябрь—декабрь 1929 г. и апрель—октябрь 1930 г. и Загалу—с мая по август 1928 г.

Изучение явлений сейш, как самостоятельная задача, не являлось предметом наших исследований, а нас интересовал главным образом вопрос, насколько стоячие колебания уровня озера влияют на точность определения среднего суточного и месячного уровней воды по срочным речным наблюдениям.

Выше уже приводилось заключение по этому вопросу, и потому вновь останавливаться на этом нет надобности.

Учитывая однако, что явление сейш само по себе все же представляет некоторый интерес и имеет, помимо того, и чисто практическое значение при разрешении ряда вопросов, связанных с выводом воды из озера, мы считаем необходимым, хотя бы в самых общих и кратких чертах, остановиться и на этом явлении.

Прежде всего следует отметить, что за все время работы лимниграфов ни одна из записей последних ни разу не дала плавной линии, а всегда свидетельствовала о наличии на озере частых колебательных движений. Последнее вполне понятно, если учесть окружающую озеро физико-географическую обстановку.

Для иллюстрации наблюдавшихся на озере сейш, на рис. 44 и 45 приведены копии лимниграмм по всем трем вышеуказанным постам.

При беглом просмотре лимниграмм удалось установить, что, как в Еленовке (лимниграммы 1, 2, 4, 5), так и в расположенном на противоположном конце озера с. Загалу (7), наблюдаются сейши с периодом 124 минуты, т. е. равным периоду унинодальной сейши, исчисленному Л. С. Бергом. В Арданышском заливе подметить таких сейш не удалось.

В чистом виде эти сейши не встречаются, и на них обычно накладываются более мелкие колебания. Максимальная амплитуда, по наблюдениям в Еленовке, достигала 50 см. Какова же максимальная амплитуда в Загалу—за недостатком данных сказать трудно.

Из „местных“ сейш в Еленовке наиболее часто встречаются сейши с периодами в 31 (6) и 38 минут (3), причем в первом случае амплитуда доходит до 20 см, а во втором до 30 см.

В Арданышском заливе (Глаголе) наиболее часты сейши с периодом около 30 минут (11), но помимо них бывают и сейши с периодами 49 (12 и 13) и 57 (14) минут. Первые имеют небольшую амплитуду, а у вторых она доходит до 50 см.

В Загалу встречаются сейши с периодом 20 (8) и 57 (9 и 10) минут и амплитудами до 50 см.

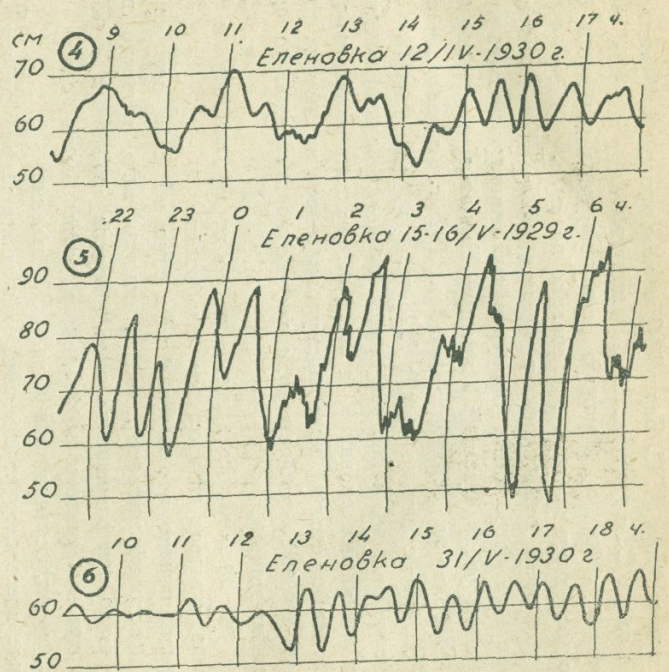
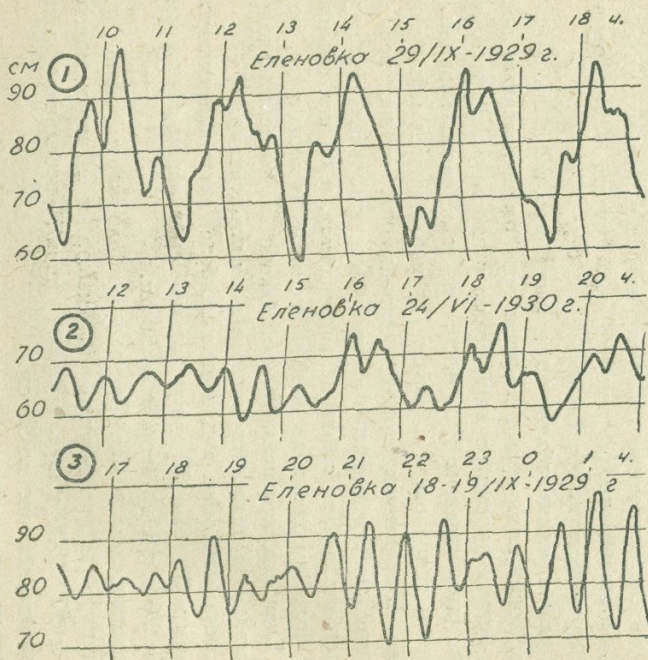


Рис. 44. Сейши озера Севан по записям лимниграфа в с. Еленовке.

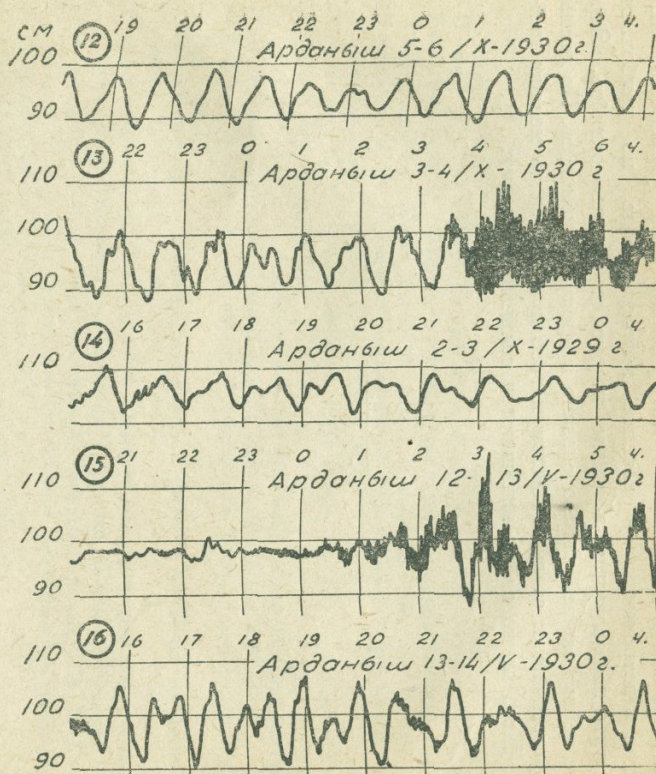
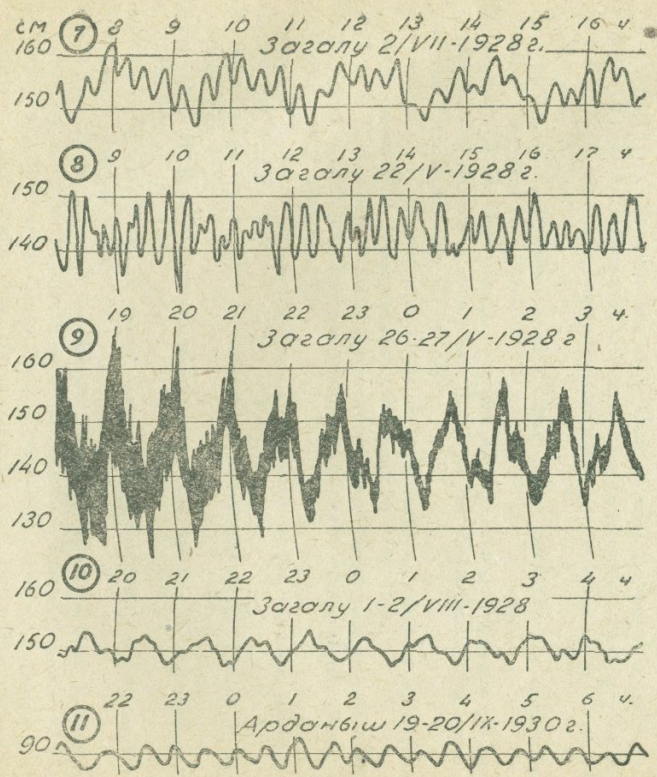


Рис. 45. Сейши озера Севан по записям лимниграфа в Арданьшском заливе (Глаголь) и в с. Загалу.

В заключение отметим, что хотя сейши всех указанных выше периодов и встречаются в течение круглого года, но наибольшие амплитуды наблюдаются в теплое полугодие апрель—октябрь. Зарождение сейш большей частью связано с прохождением гроз. По данным метеорологических станций максимум гроз приходится на месяцы май—июнь. Часто также сейши вызываются сильными ветрами.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Эссен, А. Белый уголь на Кавказе. Ком. по изуч. произв. сил России, II, в. 8, Ленинград, 1924.
2. Соколов, А. П. Подземный сток из оз. Севан, (рукопись).
3. Гинзберг, А. С. Геолого-петрографическое описание южного побережья озера Севан. Бассейн оз. Севан (Гокча), II, вып. 1, Ленинград, 1930.
4. Казаков, М. П. Гидрогеологический очерк южного берега озера Севан. Бассейн оз. Севан (Гокча), II, вып. 1, Ленинград, 1930.
5. Кузнецов, С. С. О гидрогеологии озера Севан. Бассейн оз. Севан (Гокча), II, вып. 1, Ленинград, 1930.
6. Кузнецов, С. С. О гидрогеологических условиях южных склонов Шахдагского хребта. Бассейн озера Севан (Гокча) II, вып. 1, Ленинград, 1930.
7. Орлов Г, И. Атмосферные осадки в бассейне оз. Севан и прилегающих районах, (рукопись).
8. Селезнева, Е. С. Температура воздуха в бассейне оз. Севан и прилегающих районах (рукопись).
9. Николаев, Н. Г. и Орлов, Г. И. Снеговой покров в бассейне оз. Севан. Материалы по исследованию оз. Севан и его бассейна, III, вып. 3, Эривань, 1932.
10. Фигуровский, И. В. Опыт исследования климатов Кавказа, СПб. 1912,
11. Казаков, М. П. Гидрогеологические исследования Ахманганского хребта. Бассейн оз. Севан (Гокча), I, Ленинград, 1929.
12. Паффенгольц, К. Н. Бассейн оз. Гокча, (рукопись).
13. Завалишин, А. А. Отчет об исследовании почвенного покрова северной части бассейна озера Гокча. Бассейн озера Севан (Гокча), I, Ленинград, 1929.
14. Ефимова, Т. А. Предварительный отчет об исследованиях болот в районе оз. Гокча в 1927 г. Бюлл. Бюро Гидрометеорологических исследований на оз. Севан № 1—3, Эривань, 1927.
15. Кочерин, Д. И. Колебания стока по площади в горном бассейне южного климата. Водн. Транспорт № 6, 1924.
16. Кочерин, Д. И. Определение отверстий искусственных сооружений с учетом хода паводочного притока и наполнения пруда. Труды Московского Института инженеров Транспорта, вып. VI, М. 1927.
17. Кочерин, Д. И. Нормы наибольших расходов снеговых паводков в Европейской части Союза ССР. Гидротехнический сборник № 1, М. 1927.
18. Заиков, Б. Д. Краткий очерк развития гидрометрических исследований в бассейне оз. Севан. Бюллетень Бюро Гидрометеорологических исследований на оз. Севан (Гокча), № 4, Эривань, 1928.
19. Оверин, А. П. О циркуляции вод Гокчайского озера. Кавказск. календарь на 1858 год, Тифлис, 1857.
20. Жилинский. Очерк работ экспедиции по орошению на юге России и на Кавказе. СПб, 1892.
21. Newell, F. H. Results of stream measurements XIV An. Rep. Geolog. Survey 1892—3, Pt. II.
22. Лебедев, П. Н. О нормах стока. Труды 1-го Всероссийского Гидрологического съезда, Ленинград, 1925.
23. Кочерин, Д. И. Средний многолетний, годовой и месячный сток в Европейской части Союза. Труды Московского Ин-та Инженеров Транспорта, вып. VI, М, 1927.
24. Егизаров, И. В. проф. Озеро Гокча и связанные с ним вопросы использования водных сил и орошения. Изв. Научно-Мелиорацион. Ин-та Нар. Ком. Землед., вып. 6, Птр., 1923.

25. Соколовский, Д. Л. Применение кривых распределения к установлению вероятных колебаний годового стока рек Европейской части СССР. Материалы по гидрологии, гидрографии и водным силам СССР, вып. 3, Ленинград, 1930.
26. Фигуровский, И. В. Краткий климатический очерк Кура-Араксинского бассейна. Материалы к общей схеме использования водных ресурсов Кура-Араксинского бассейна, вып. 1, Тифлис 1931.
27. Марков, Е. С. Озеро Гокча. Географическое описание озера, часть первая, география физическая, СПб. 1911.
28. Чикнаверов, Т. Г. Обработка наблюдений над колебаниями уровней озера Севан (Гокча) с 1889 по 1928 г. Бюллетень Бюро гидрометеорологических исследований на озере Севан (Гокча). № 5—6, Эривань 1928.
29. Бюллетень Гидрометрической части при Водном Управлении на Кавказе. Г.У.З. и Э, Отдел Земельных улучшений. Вып. 3, Тифлис, 1913.
30. Зайков, Б. Д. и Белинков, С. Ю. Гидрометрические исследования в бассейне оз. Севан в 1926—1930 гг. Материалы по исследованию озера Севан и его бассейна, I, вып. 2, Ленинград, 1932.
31. Митте, М. Ф. Бассейн Гокчинского озера Горн. Журн., том 2-ой, Апрель—Май—Июнь 1891, СПб.
32. Карапетян, О. Т. Геологический очерк ССР Армении, Эривань, 1928.
33. Берг, Л. С. Современное состояние уровня крупных озер СССР. Труды второго Всесоюзного Гидрологического Съезда, II, Ленинград, 1929.
34. Берг, Л. С. Аральское море Изв. Турк. Отд. Русск. Геогр. Об-ва, 1908.

HYDROLOGICAL SURVEY OF LAKE SEVAN BASIN.

By B. D. Zajkov.

Summary.

I. The area of Lake Sevan drainage basin has 3475 sq. km, the area of its surface—1416 sq. km.

According to its hydrological peculiarities the basin may be divided into the following main regions (fig. 3):

a) Regions of predominating subterranean yearly runoff, those are Ahmangan and Gedak-bulag.

b) Regions with prevailing surface runoff—Southern Gokča, Sahdag and Giunej-Pambak.

The first are to be found in the geologically recent parts of the basin covered by a whole layer of creviced lavas, capable of rapid percolation of the precipitated moisture. In regions of this type in the course of the three vernal months only 40% of the annual outflow runs off. The regions of the other type are covered by older rock formations having already been exposed to the influence of exogenous processes, thus the vernal runoff from them equals 70—90% (fig. 29).

II. The main conclusions on the regime of fluvial runoff may be formulated as following:

1. Out of the three kinds of superficial waters—spring tides, melting snow and pluvial floods—the first is of exceptional significance, for the total runoff and also as it occurs in most cases for the maximum amount of water withdrawn.

2. Spring tides are caused by the melting of the snow store and the maximum precipitation amounting to 40% of the yearly total.

3. By virtue of the vertical zone distribution of the basin high water is of a lasting character; its beginning drops into the first half of April, its end mostly corresponds with the last days of June or the beginning of July.

4. In the Ahmangan and Gedak-bulag regions the total vernal runoff on the average amounts to about 26% of the whole annual outflow in the Southern Gokča, Sahdag and Giunej regions—67% and in the Pambak region—87%.

5. The runoff of snow remains (firns) is rather limited and only of some importance for the water supply of camps or as irrigation water for the hills.

6. Pluvial runoff does not play any remarkable part; in the Sahdag district, where the soil-geological and orographical conditions are favourable, downpours sometimes occasion streams of the „sel“ type.

7. The feeding of Lake Sevan basin by springs thanks to its stability can be determined with sufficient minuteness by the winter debit (X—II) of streamlets (tabl. 15). Low water river discharges yield on incorrect quantity for spring feeding, the water being used for irrigation purposes at the upper parts of the streams.

8. The fluctuations of the amount of subterranean spring feeding of the basin area depend from the geological structure of the separate basins. In the Ahmangan region it equals about 72% of yearly runoff, in Southern Gokča, about 29—39% and in Giunej Pambak about 12%.

9. In dependence from the spring outlet and the stream velocity following kinds of ice covers formations are to be found: 1) none at all, 2) an ice cover only on separate portions, 3) a compact ice cover and 4) an up to the bottom freezing of the rivulets: the two first kinds being the most frequent.

10. There is a connection to be noted for the separate hydrological regions (fig. 27) between the average runoff modulus and the average altitudes of the corresponding water bodies: the absence of a common connection for all the Sevan basin tells of the difference in the physical conditions, mainly of precipitation in the boundaries of the same altitudinal zones of the separate basin regions.

11. The runoff coefficients for the different river basins (tab. 17) fluctuate in the limits from 64% to 24%.

12. The relation of the maximum monthly runoff to its minimum is 3,5 for the Ahmangan and Gedak-Bulag districts, 14,9 for Southern Gokča and Guinej Sahdag and 66,8 for the Pambak district. On the whole the broad extension of creviced lavas rather strongly regulate, the runoff in lake Sevan basin.

III. 1. For the computation of water inflow into the lake it has been necessary to know, besides the runoff quantity from the surveyed basins, also the runoff quantity from the investigated areas. The latter was obtained by planimetry of runoff isolines charts drawn on the basis of the runoff quantities in the separate basins, referred to the centres of gravity of their areas (fig. 31).

The computation data were controlled by means of the computation method of hydrological analogies. The yearly runoff from the whole drainage basin on the average for the years 1927—1930 equaled 801 millions m^3 or 25,4 m^3/sec .

2. The maximum annual inflow (fig. 32) in the course of the year on the average appears in May, when inflow composes $\frac{1}{4}$ of the total yearly quantity, the minimum in February, when inflow equals $\frac{1}{25}$ of annual discharge, the relation of maximum monthly inflow to minimum is 6,4.

3. The runoff coefficient in lake Sevan basin on the average for the years 1927—1930 is 39%. (Precipitation data for the same period are given on fig. 2).

4. Subterranean feeding of the lake takes place on the whole wet perimeter through subterranean waters of the radical beds as well as through the waters circulating in the coastal alluvia; concerning spring outlets on the lake bottom, there were discovered none. The applied computation method of runoff included the runoff from the coastal regions as well, therefore we have to take for granted that the main amount of subterranean inflow on the wetted lake perimeter has been computed.

5. On comparing the average precipitation, temperature and moisture deficit data for the surveyed quadrennium in the 3 stations of the lake basin with the perennial data of the quoted elements (tab. 27), it became clear that the mean runoff for this period (25,4 m^3/sec) must be very near to the normal. By means of connecting the runoff of lake Sevan basin with that of the neighbouring river Zanga basin and winter (XII—III) precipitation (fig. 33, 34), it proved possible to compute the runoff amount for the passed 29 years, beginning with 1895 and to take finally as normal runoff quantity 26 m^3/sec .

In order to get the actual inflow into the lake, we have to reduce this quantity by subtracting the amount of irrigation water and percolation into the river Zanga basin, which on the average for a quadrennium amounts

to 2,7 m³/sec. On applying the quoted quantity perennially, we get as normal inflow into the lake the quantity of 23,3 m³/sec.

6. Possible fluctuations of annual runoff in the Sevan basin are computed by the method of Foster, whereby the drawn theoretical curve of provision proved fairly to correspond the observation data (fig. 37).

IV. 1. The surface runoff from the lake got on the basis of discharge measurements at the source of river Zanga is 1,4 m³/sec on the average for the years 1927—30. As the conditions of normal outflow (into the river Zanga) from the lake are constantly checked, the perennial runoff of the river Zanga cannot be determined. The subterranean runoff of the lake water into the basin of the upper Zanga river amounts to 2,6 m³/sec.

2. The coefficient of total runoff from all the Sevan basin area, including the lake surface of 1416 sq. km, equals 5%.

V. 1. On comparing the level fluctuations of the lake with meteorological factors (fig. 40 and 41), we see that in consequence of transitions of the water marks and want of levelling the observation data on the gaging station in the village Jelenovka from 1898 up to 1908 are not to be relied on.

2. In the course of the year the lake level course remains uniform in all the stations and the greatest differences do not exceed 1 cm (tab. 35).

3. The annual level course (fig. 42 and tab. 37) on the average reaches its minimum in February—its maximum in July.

4. High levels were observed in the course of the years 1907 up to 1915 (fig. 43) the period of water accumulation was preceded by years of increased precipitation and decrease of temperature.

5. If judged by historical data, no regular periodicity in the level stand was observed.

6. The maximum amplitude, according to the average monthly observation data, was 197 cm.

7. The mean level for 16 years was 1,990 m above zero of the gaging station Jelenovka or 1916, 42 m. above the sea level.

8. Seiches with periods up to 2 years occur on the lake all the year round the maximum observed amplitudes reached up to 0,5 m. (fig. 44 and 45).

Таблица расчета притока

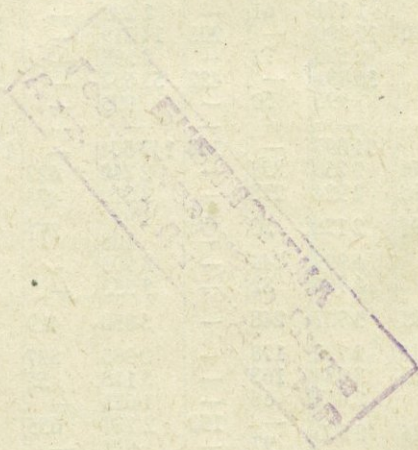
Наименование бассейна стока	Площадь в кв. км	Слой стока в мм	
		По карте изолиний	По измерениям
		1	9
Участок с. Еленовка—г. Кызыл-даг—с. Александровка	107,6	249	—
Побережье от с. Александровка до устья р. Кявар-чай	92,0	104	—
Р. Кявар-чай	480,5	—	211
Побережье к востоку от бассейна р. Кявар-чай	91,7	112	—
Р. Вали-агалу	69,1	—	353
Р. Бахтак-чай	162,9	—	314
Побережье между устьями рр. Вали-агалу и Адиаман-чай	4,2	50	—
Р. Адиаман-чай	386,6	—	384
Р. Куручай в створе поста	83,7	374	—
Р. Куручай—устьевой участок	18,0		—
Побережье между устьями рр. Куручай и Аликрых	25,5	92	—
Р. Аликрых	49,8	292	—
Р. Золохач	32,4	176	—
Снеговая речка	22,8	204	—
Побережье между устьями рр. Аликрых и Гезельдара	13,5	58	—
Р. Гезельдара в створе поста	102,3	—	422
Р. Гезельдара, устьевой участок	12,6	71	—
Побережье между устьями рр. Гезельдара и Алучалу	21,3	55	—
Р. Алучалу	71,8	219	—
Побережье между устьями рр. Алучалу и Гедак-булаг	36,1	70	—
Р. Гедак-булаг	124,4	—	307
Побережье, примыкающее к с. Загалу	19,9	50	—
Бассейн озера Ала-гёль	129,4	—	—
Бассейн озера Гилли	793,4	—	166
Р. Шишкая по выходе из ущелья	8,6	292	—
Р. Сарниер по выходе из ущелья	11,9	295	—
Р. Сатанахач в створе поста	9,6	—	239
Р. Сатанахач—устьевой участок	2,2	150	—
Р. Каравансарай	26,9	260	—
Побережье от устья р. Каравансарай до оз. Гилли	43,3	110	—
Р. Памбак, в створе поста	19,3	264	—
Р. Памбак, устьевой участок	4,3		—
Р. Шампырт	16,8	199	—
Р. Бабаджан	19,1	196	—
Побережье между устьями рр. Джил и Каравансарай	24,6	100	—
Р. Джил, створ поста	11,2	—	216
Р. Джил, устьевой участок	9,5	150	—
Р. Дели-ага	12,0	194	—
Р. Новруз-оглы	7,4	169	—
Р. Арданыш	16,9	147	—
Побережье между устьями рр. Арданыш и Джил	8,7	99	—
Побережье между устьями рр. Арданыш и Аг-булаг	59,4	50	—
Р. Аг-булаг	23,5	138	—
Р. Тохлуджа в створе поста в с. Тохлуджа	(34,6)	—	178
Р. Тохлуджа, устьевой участок от с. Тохлуджа	(5,5)	50	—
Р. Тохлуджа, в створе близ устья	39,9	—	—
Р. Тохлуджа, устьевой участок (от створа близ устья)	0,3	—	—
Побережье от р. Аг-булаг до устья р. Балык-чай	46,1	194	—
Р. Балык-чай в створе поста	85,9	—	382
Р. Балык-чай, устьевой участок	0,7	250	—
Побережье от устья р. Балык-чай до истока р. Зангн	15,4	250	—
Итого	3 475,0	—	—
Подземная утечка в бассейн р. Занги	—	—	—
Фактический приток в озеро	—	—	—

воды в озеро за 1928—1930 гг.

Приложение 1.

2 8 г.			1 9 2 9 г.						1 9 3 0 г.					
Сток	Расход на орошение	Приток в озеро	Слой стока в мм		Сток	Расход на орошение	Приток в озеро	Слой стока в мм		Сток	Расход на орошение	Приток в озеро		
			По карте	По измерениям				По карте	По измерениям					
в тыс. куб. м					в тыс. куб. м					в тыс. куб. м				
26 782	—	26 782	254	—	27 320	—	27 320	240	—	25 814	—	25 814		
9 543	—	9 573	110	—	10 126	—	10 126	78	—	7 180	—	7 180		
101 184	—	101 184	—	262	126 086	—	126 086	—	210	101 052	—	101 052		
10 267	—	10 267	144	—	13 200	—	13 200	110	—	10 084	—	10 084		
24 372	—	24 372	—	497	34 346	—	34 346	—	391	27 001	—	27 001		
51 124	—	51 124	—	403	65 704	—	65 704	—	303	49 410	—	49 410		
212	—	212	150	—	638	—	638	50	—	212	—	212		
149 970	—	149 970	—	417	161 123	—	161 123	—	228	88 267	—	88 267		
38 069	3 417	34 652	419	—	42 650	4 958	37 692	—	269	22 549	3 137	20 314		
2 350	—	2 350	117	—	2 988	—	2 988	50	—	902	—	—		
14 556	2 608	11 948	347	—	17 298	2 900	14 398	62	—	1 583	—	1 583		
5 709	351	5 358	206	—	6 683	830	5 853	198	—	9 870	2 637	7 233		
4 645	—	4 645	251	—	5 715	—	5 715	108	—	3 504	862	2 642		
781	—	781	70	—	943	—	943	140	—	3 188	—	3 188		
43 086	—	42 035	—	549	56 137	—	56 137	50	—	674	—	674		
891	1 942	—	80	—	1 004	2 277	54 864	306	—	31 268	1 838	30 058		
1 171	—	1 171	61	—	1 299	—	1 299	50	—	628	—	—		
15 720	3 320	12 400	—	205	14 719	—	14 719	50	—	1 064	—	1 064		
2 526	—	2 526	72	—	2 598	—	2 598	116	—	8 344	—	8 344		
38 231	—	38 231	—	432	53 652	—	53 652	60	—	2 165	—	2 165		
995	—	995	50	—	995	—	995	339	—	42 155	—	42 155		
—	—	—	—	—	—	—	—	50	—	995	—	995		
131 397	—	131 397	—	188	149 504	—	149 504	—	163	129 702	—	129 702		
2 526	276	2 250	259	—	2 240	622	1 618	283	—	2 448	432	2 016		
3 522	598	2 924	278	—	3 319	474	2 845	298	—	3 558	519	3 039		
2 299	—	2 128	50	201	1 933	—	1 670	—	260	2 550	—	2 640		
326	497	—	—	—	108	371	—	150	—	326	186	—		
6 999	—	6 999	249	—	6 703	—	6 703	275	—	7 403	—	7 403		
4 766	—	4 766	82	—	3 553	—	3 553	146	—	6 326	—	6 326		
6 228	491	5 737	248	—	5 850	419	5 431	—	293	5 653	419	5 882		
3 337	615	2 722	178	—	2 985	327	2 658	150	—	648	—	—		
3 749	65	3 684	163	—	3 118	55	3 063	195	—	3 270	327	2 943		
2 462	—	2 462	66	—	1 625	—	1 625	166	—	3 176	55	3 121		
2 424	—	—	—	190	2 134	655	2 397	90	—	2 216	—	2 216		
1 420	1 244	2 600	97	—	918	—	918	172	—	1 924	655	2 207		
2 318	173	—	164	—	1 960	144	1 816	99	—	938	—	—		
1 246	—	1 246	138	—	1 017	—	1 017	131	—	1 565	144	1 421		
2 480	—	2 480	145	—	2 446	—	2 446	98	—	722	—	722		
859	—	859	68	—	590	—	590	103	—	1 638	—	1 733		
2 970	—	2 970	50	—	2 970	—	2 970	50	—	434	—	434		
3 239	—	3 239	136	—	3 192	—	3 192	50	—	2 970	—	2 970		
6 146	—	6 146	—	—	—	—	—	83	—	1 948	—	1 948		
276	—	276	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	143	5 704	—	5 704	—	94	3 743	—	3 743		
—	—	—	50	—	16	—	16	50	—	16	—	16		
8 941	—	8 941	187	—	8 619	—	8 619	131	—	6 038	—	6 038		
32 823	—	32 823	—	411	35 344	—	35 344	—	290	24 917	—	24 917		
175	—	175	250	—	175	—	175	250	—	175	—	175		
3 850	—	3 850	250	—	3 850	—	3 850	212	—	3 265	—	3 265		
778 992	15 597	763 395	—	—	895 097	14 032	881 065	—	—	655 528	11 211	644 317		
—	—	19 551	—	—	—	—	17 758	—	—	—	—	20 909		
—	—	743 844	—	—	—	—	863 307	—	—	—	—	623 408		

55(с43)



Ответств. редактор: проф. В. Г. Глушков и В. К. Давыдов.

Технический редактор: С. Ю. Белинков.

Издание Закавказского Севанского Комитета.

Сдано в произв. 5/1—33 г.

Подп. к печ. 31/V—33 г.

Ст. форм. бум. 72 × 110.

Тип. зн. в 1 п. л. 55.300.

Ленгорлит № 14030.

Тир. 750.

Объем 7⁷/₈ л.

Тип. Госфиниздата, им. Котлякова, Ленинград, кан. Грибоедова, 30-32.

Зак. № 38.

КАРТА БАСЕЙНА ОЗ.СЕВАН (ГОРЧА)

Масштаб

Повыше горизонтальной черты 300 метров



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- ▲ Гидрометрический пост с лимниграфом
- ◆ Водомерный пост с лимниграфом
- Рабочий пост с историческим
- Местности в разрыбе
- III вазья
- Граница бассейна оз.Севан
- Бассейная река

ШКАЛА ВЫСОТ

Ниже 1800 мет.	От 2600 до 2800 мет.
От 1800 до 2000 мет.	2800 - 3000
2000 - 2200	3000 - 3200
2200 - 2400	3200 - 3400
2400 - 2600	3400 - 3600

Материалы по исслед. оз. Севан Ч. I, вып. 3.

КАРТА БАСЕЙНА ОЗ.СЕВАН (ГОРЧА)

Масштаб

Падение горизонталей через 200 метров

