

Р. М. Парпарова

Гидрохимический режим озера Севан по данным 1976 г.

Изучение химического состава воды озера Севан имеет многолетнюю историю. Начало этим работам было положено в 1891 г. (Митте, 1891), затем они были продолжены О. Стаховским (1897). Детально гидрохимический режим озера и его притоков был изучен в 1932 году С. Я. Лятти (1932). Позже такому же подробному изучению химического состава вод Севана посвятили свои работы Б. Я. Слободчиков (1951), Л. П. Рыжков (1966) и, частично, М. Е. Гамбарян (1968).

По своему химизму Севан отличался от других пресных озер. Главнейшие особенности гидрохимии Севана составляли: высокая минерализация, достигавшая 500 мг солей на литр; низкая окисляемость (около 2 мг/л); преобладание ионов магния над ионами кальция; щелочная реакция воды (рН 8,8—9,0); почти круглогодичное отсутствие соединений азота; воды Севана отличались почти полным отсутствием соединений железа, которое изредка обнаруживалось в виде следовых концентраций. Существенно выделялось озеро Севан среди других водоемов аномально высоким содержанием соединений фосфора. Содержание фосфатов достигало 0,8 мг/л (среднее содержание фосфора в оз. Байкал не превышает 0,01 мг/л).

В связи со спуском уровня озера в его химическом режиме произошли глубокие изменения. Так, уже в 1961 г. Л. П. Рыжков (1966) зафиксировал наличие всех форм азота в воде озера в довольно высоких концентрациях (нитриты—0,008 мг/л, нитраты—0,025 мг/л, ионы аммония—0,20 мг/л).

К сожалению, в период с 1967 по 1974 год регулярные исследования вод озера не проводились. Результаты наших исследований в 1976 г. позволяют выявить некоторые новые изменения, происшедшие в гидрохимическом режиме оз. Севан.

Методика. Пробы воды отбирались батометром на постоянных станциях (4, 2, 9—в Малом Севане и 22—в Большом, см. Приложение). Для выяснения вертикального распределения элементов пробы отбирались с различных горизонтов водной толщи. В периоды гомотермии пробы отбирались с горизонтов 0, 5, 10, 20, 30, 55 метров. В периоды стратификации отбор проб проводился таким образом, чтобы получить информацию о химическом составе различных слоев воды.

Во всех пробах проводились определения общего железа, фосфатов, минеральных форм азота, кремнекислоты. Кроме того, один раз в сезон проводилось определение ионов кальция, магния, сульфатов, хлоридов и т. д. (см. табл. 6).

Анализы проводились общепринятыми в гидрохимии методами, которые описаны в «Руководстве по химическому анализу вод суши» (Алекин и др., 1973). При проведении фотометрических методов был использован фотоэлектродный фотометр ФЭК-56М.

Расчет средних концентраций элементов проводился с учетом объемов соответствующих горизонтов (Киреев, 1929).

Результаты и обсуждение.**1. Железо.**

Соединения железа регистрировались почти в течение всего периода исследований (табл. 1). Содержание железа имеет выражен-

ную сезонную динамику, с наибольшими значениями, приуроченными к периоду весенней циркуляции (0,023 мг/л).

Таблица 1

Средние концентрации и вертикальное распределение
железа (в мг/л) в оз. Севан в 1976 г.

Дата	№ станц.	Горизонты (м)						средняя величина
		0	5	10	20	30	60	
20-01	4	0	0	0	0,015	0	0	0,003
	9	0	—	0	0	0	0	0
	22	0	0	0	0	0,005		0,001
9-03	4	0,005	—	0	0,004	0,015	0	0,005
	22	0	0,010	0,020	0	—		0,009
22-04	4	0,015	0,015	0,010	0,015	0,015	0,010	0,013
	9	0,010	0,010	0,005	0,010	0,010	0,015	0,009
	2	0,010	0,020	0,015	0,025	—		0,020
	22	0,017	0,035	0,020	0,020	0,020		0,023
5-05	4	0,007	0,007	0,003	0,007	0,010	—	0,006
	2	0,015	—	0,017	0,040	—		0,024
	22	0,004	—	0,015	0,007	0,009		0,009
21-05	4	0	0	0,020	0	0,008	0	0,005
	9	0,008	0,015	0,007	0,015	0,007	0,007	0,010
	2	0,015	0,020	0,032	0,065	—		0,038
	22	—	0,008	0	0,007	0,017		0,006
5-07	4	0,008	0,015	0,012	0,010	0	0,015	0,008
	9	0	0	0	0	0		0
	2	0	0	0	0,015			0,004
	22	0	0	0,020	0,009	0		0,008
29-07	4	0	0	—	0	0	0	0
	9	0,023	—	0	0	0	0	0,003
	2	0,010	0,008	0	0,020			0,006
	22	0,010	—	0,009	0,010	0,060	0,008	0,014
30-08	4	0,013	—	0,005	0,013	0,015	0,005	0,010
	9	0,005	—	0	0,007	0,020		0,015
	2	0,010	0,005	0,013	0,005			0,010
	22	0,005	—	0	0,005			0,002
16-09	4	0,006	—	0	0	0	0	0
	9	0,023	0,020	0,025	—	0,005	0,013	0,015
	2	0,013	0,013	0,005	0,020			0,012
	22	0,010	—	0,020	0,005	0,010		0,012
20-10	4	0,020	—	0,008	0,010	0,013	0,010	0,011
	9	0,007	—	0,008	0,009	0,009	0,032	0,013
	2	0,013	—	0,020	0,013			0,015
29-11	4	0,015	—	0,020	0,030	0,021	0,050	0,026
	9	0,030	—	0,025	0,040	0,025	0,021	0,028
	2	0,025	—	0,030				0,027

1	2	3	4	5	6	7	8	9
16.12	4 9 2	0,008 0 0	— 0 —	0,050 0 0	0,025 0 0	0,050 0	0 0,030	0,031 0,006 0

Среднее за год: для ст. 4—0,001 мг/л; ст. 9—0,001 мг/л; ст. 2—0,015 мг/л; ст. 22—0,0112 мг/л.

Среднее для всего озера за год—0,011 мг/л.

В летний период содержание железа убывает, достигая летнего минимума (0,005 мг/л). Осенью концентрация железа вновь возрастает, достигая величин весеннего максимума (0,029 мг/л).



Рис. 1. Сезонная динамика содержаний железа и фосфатов.

Вертикальное распределение железа в водной толще неравномерно, даже в условиях гомотермии. Например, в январе железо отсутствует в верхних слоях воды, а на глубине 20 м в Малом Севане и у дна в Большом Севане оно обнаруживается. В подледный период в Малом Севане железо по-прежнему концентрировалось в слое 20—30 м, а в Большом Севане оно отмечалось в значительных концентрациях вплоть до глубины 5 метров (0,015 мг/л в среднем). Во время весенней циркуляции распределение железа достаточно однородно. Летом, в период температурного расслоения водных масс, вертикальное распределение железа неоднородно, однако выраженной закономерности не прослеживается. В начале июля в Малом Севане железо регистрируется в концентрациях 0,008—0,015 мг/л в поверхностных слоях и у дна, убывая до 0 на тридцатиметровых глубинах. В этот же период в Большом Севане в слое 0—5 метров оно отсутствует, убывая с 0,020 мг/л на 10 метрах до 0,008 мг/л у дна.

В конце лета в открытых частях Малого Севана соединения железа обнаруживаются только у поверхности, тогда как в Большом Севане оно распределено довольно равномерно. Обогащение воды же-

лезом в период осенней циркуляции сопровождается некоторым увеличением его содержания с глубиной.

По результатам проведенных исследований нельзя выявить значительных различий в содержании железа на открытых участках озера (среднегодовая величина содержания железа на ст. 4—0,0098 мг/л, на ст. 9—0,0097 мг/л, на ст. 22—0,0112 мг/л).

Относительно мелководная ст. 2 (Лчашенская бухта) выделяется среди других станций повышенным содержанием железа—0,0152 мг/л.

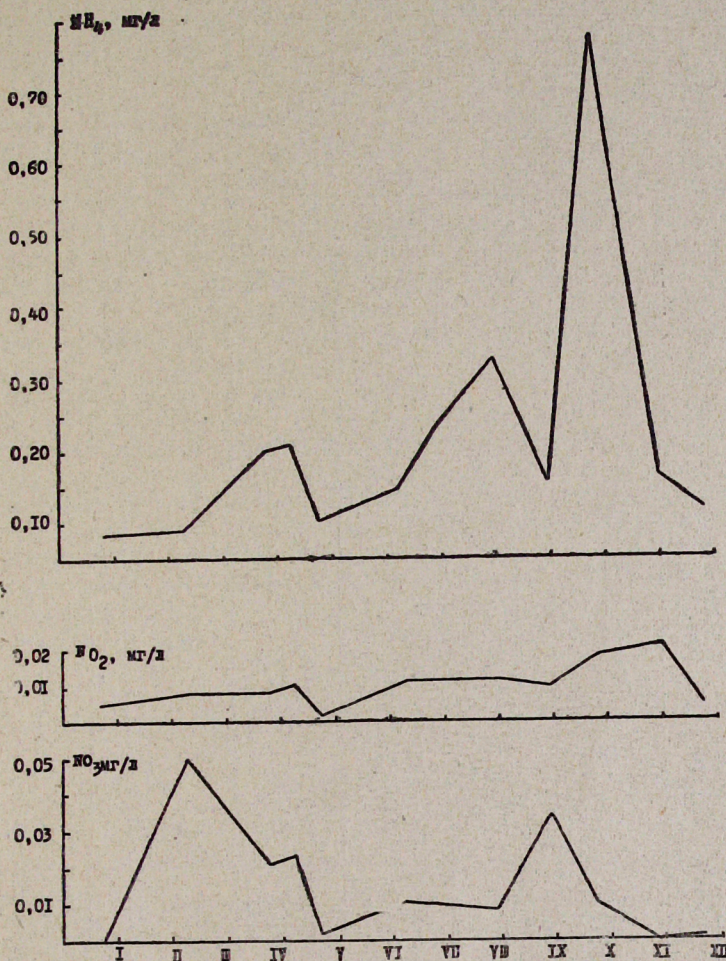


Рис. 2. Сезонная динамика различных форм азота.

Содержание железа возросло в озере в целом со следовых концентраций в 1947 г. до 0,014 мг/л в 1976 г.

2. Соединения азота.

а) нитриты

Соли азотистой кислоты в водах озера Севан отсутствовали (Слободчиков, 1951). Это объясняли небольшим количеством нитрифицирующих бактерий, которые обнаруживали только в зимний период (Гамбарян, 1968).

В 1976 г. нитриты присутствовали в воде озера круглый год (рис. 2), за исключением апреля—мая в Большом Севане и мая в

Малом (см. табл. 2). Максимальные значения регистрируются в обеих частях озера осенью и достигают 0,02 мг/л в Малом Севане и 0,026 мг/л—в Большом.

Таблица 2

Средние концентрации и вертикальное распределение нитритов (в мг/л) в оз. Севан в 1976 г.

Дата	№ станц.	Горизонты (м)						средняя величина
		0	5	10	20	30	60	
20-01	4	0,016	0,012	0,010	0,009	0,010	0,009	0,0098
	9	0,012	—	0,010	0,010	0,009	0,010	0,008
	22	0	0	0	0	0	0	0
9-03	4	0,017	—	0	0,008	0,019	0	0,008
	22	0	0	0,007	0,010			0,008
22-04	4	0,011	0	0,009	0,021	0,008	0,006	0,014
	9	0,011	0,009	0,009	0,009	0,009	0,012	0,010
	2	0,010	0,009	0,010	0,009			0,010
	22	0	0	0	0	0		0
5-05	4	0,014	—	0,009	0,013	0,010	0,013	0,011
	2	0,011	—	0,014	0,028			0,018
	22	0	0	0	0	0		0
21-05	4	0	0	0	0	0	0	0
	9	0,017	0	0	0	0,009	0,009	0,005
	2	0	0	0	0			0
	22	—	0,013	0	0			0,002
5-07	4	0	0	0	0	0	0,018	0,002
	9	0,008	0	0	0			0,005
	2	0	0,006	0	0,006	0,011	0,014	0,003
	22	—	0,009	0,014	0,014	0,015		0,013
29-07	4	0,015	—	0,007	0	0,015	0,022	0,011
	9	0,014	—	0,011	0,009	0,017		0,011
	2	0,014	0,011	0,012	0,016			0,013
	22	0,007	—	0,008	0,011	0,015		0,010
30-08	4	0,010	—	0,013	0,039	0,023	0,079	0,019
	9	0,010	—	0,015	0	0	0,028	0,008
	2	0,010	0,012	0,013	0,014			0,013
	22	0,011	—	0,012	0,013	0,015		0,012
26-09	4	0,008	—	0,013	0,017	0	0	0,008
	9	0,017	0,018	0,024	0,021	0	0,017	0,014
	2	0,008	0,014	0,007	0,010			0,0097
	22	0,013	—	0,040	0,013	0,045		0,026
20-10	4	0,020	—	0,014	0,019	0,014	0,010	0,015
	9	0,018	—	0,019	0,020	0,017	0,037	0,022
	2	0,028	—	0,037	0,028			0,031

1	2	3	4	5	6	7	8	9
29-11	4	0,010	—	0,012	0,012	0,010	0,310	0,070
	9	0,017	—	0,012	0,012	0,012	0,019	0,013
	2	0,009	—	0,010				0,009
	22	0,009	—	0,007	0,012	0,014		0,009
16-12	4	0,010	—	0,009	0	0,010	0,018	0,008
	9	0,018	—	0,008	0,009	0,011		0,009
	2	0,007	—	0	0			0,002

Среднее за год: для ст. 4—0,015 мг/л; ст. 9—0,010 мг/л; ст. 2—0,010 мг/л;
ст. 22—0,0104 мг/л.

Среднее для озера за год—0,011 мг/л.

Пелагиальные станции более богаты нитритами (ст. 4—0,014 мг/л), в то время, как на ст. 2 их концентрация ниже (0,0099 мг/л при среднем для всего озера 0,0113 мг/л).

Вертикальное распределение нитритного азота довольно однородно весной. В стратифицированных условиях отмечается тенденция увеличения нитритного азота с глубиной. Тенденция эта нечеткая и в некоторые периоды нитриты исчезают в придонных слоях.

б) нитраты

Нитраты присутствуют в воде озера не весь год. В открытых частях Малого Севана нитраты почти полностью отсутствовали с апреля по июнь (табл. 3). В этот же период в Большом Севане они фиксируются в довольно высоких концентрациях, что и обусловило весенний максимум этого элемента (рис. 2). В подледный период концентрация нитратов в Большом Севане доходила до 0,13 мг/л (глубина 10 м). Воды Большого Севана гораздо богаче нитратами. В среднем концентрация нитратов в Большом Севане составляла 0,026 мг/л на ст. 22, против 0,0145 мг/л на ст. 4 в Малом Севане.

Таблица 3

Средние концентрации и вертикальное распределение
нитратов (в мг/л) в оз. Севан в 1976 г.

Дата	№ станц.	Горизонты (м)						среднее
		0	5	10	20	30	60	
20-01	4	0	0	0	0	0	0	0
	9	0	0	0	0	0	0	0
	22	0	0	0	0	0	0	0
9-03	4	0	—	0,015	0	0,010	0	0,005
	22	0,070	0,050	0,130	0,110	—		0,095
22-04	4	0,015	0,016	0,020	0,015	0,015	0,020	0,016
	9	0,045	0,017	0,010	0,017	0,010	0,017	0,015
	2	0,065	0,065	0,020	0,017	—		0,041
	22	0	0,040	0	0,008	0,013		0,021
5-05	4	0,010	—	0,015	0,028	0,007	0	0,012
	2	0	—	0,027	0,052			0,028
	22	0,035	—	0,027	0,047	0,035		0,036

1	2	3	4	5	6	7	8	9
21-05	4	0	0	0	0	0	0	0
	9	0,013	0	—	0	0,026	0,026	0,012
	2	0,017	0	0	0	0	0	0,002
	22	—	0,010	0	0	0,009	0	0,004
5-07	4	0,015	0,015	0,025	0	0	0	0,006
	9	0	0	0	0	0,015	0,009	0,004
	2	0	—	0	0,015	0	0	0,004
	22	—	0,012	0,053	0,035	0,028	0	0,037
24-08	4	0	—	0	0	0	0	0
	9	0	0	0	0,080	0,008	0	0,015
	2	0,015	—	0	0	0	0	0,003
	22	0,040	—	0	0,015	0	0	0,013
26-09	4	0	—	0	0	0	0	0
	9	0,094	0,034	0,220	0,068	0,066	0,140	0,103
	2	0,008	0,014	0,007	0,010	0	0	0,009
	22	0	—	0	0,130	0,015	0	0,036
20-10	4	0,009	—	—	0,210	—	0,020	0,016
	9	0,008	0	0	0	0	0,025	0,006
	2	0,013	—	0,021	0,004	0	0	0,012
	22	0	—	0	0	0	0	0
29-11	4	0	0	0	0	0	0	0
	9	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	—	0	0	0	0	0
	22	0	—	0	0	0	0	0
16-12	4	0,005	—	0	0	0	0,010	0,002
	9	0	—	0	0	0	0,020	0,002
	2	0	—	0	0	0	0	0
	22	0	—	0	0	0	0	0

Среднее за год: для ст. 4—0,014 мг/л; ст. 9—0,017 мг/л; ст. 2—0,011 мг/л;
ст. 22—0,026 мг/л.

Среднее по озеру за год—0,017 мг/л.

В летние месяцы концентрация нитратов снижается, а осенью возрастает до 0,035 мг/л, обуславливая второй пик в годичной динамике этого элемента.

Четко выраженной закономерности в вертикальном распределении нитратов не прослеживается.

Как и по отношению к нитритам, мелководная ст. 2 менее богата соединениями нитратов. Средняя концентрация нитратов на ст. 2—0,011 мг/л, при среднем для озера в целом 0,017 мг/л:

в) ионы аммония

Источником аммонийного азота в озере Севан в условиях стабилизированного уровня служит в основном минерализация отмерших водных растений и животных.

В наших исследованиях аммонийный азот встречается в течение всего года, следовательно, минерализация органического вещества проходит круглогодично. На протяжении всего года ионы аммония являются доминирующей формой соединений азота в водах озера.

Таблица 4

Средняя концентрация и вертикальное распределение иона
аммония в оз. Севан в 1976 г.

Дата	№ станц.	Горизонты						средняя величина
		0	5	10	20	30	60	
20-01	4	0,140	0,010	0,016	0,040	0	0,145	0,043
	9	0,088	—	0,094	0	0,032	0	0,042
	22	0	0,048	0,056	0	0,016		0,015
9-03	4	0,050	—	—	0,028	0	0,070	0,037
	22	0,028	0,054	0,032	0,078			0,047
22-04	4	0,202	0,184	0,128	0,166	0,105	0,118	0,139
	9	0,238	0,200	0,120	0,160	0,224	0,160	0,178
	2	0,165	0,268	0,118	0,146	—		0,192
	22	0,112	0,120	0,096	0,146	0,096		0,112
5-05	4	0,320	—	0,360	0,410	0,350	0,350	0,360
	2	0,085	—	0,072	0,054			0,079
	22	0,062	—	0,044	0,030	0,044	0,045	0,049
21-05	4	0,018	0	0	0,024	0	0,040	0,012
	9	0,045	0,045	0,070	0,058	0,029	0,058	0,057
	2	0,038	0,044	0,054	0,116			0,072
	22	—	0,030	0,040	0,054	0,104		0,057
5-07	4	0,108	0,062	0,124	0,112	0,166	0,152	0,128
	9	0,056	0,066	0,082	0,076	0,128	0,160	0,111
	2	0,094	0,080	0,072	0,095	—		0,092
	22	0,025	0,066	0,074	0,025	0,058		0,058
29-07	4	0,102	—	0,148	0,118	0,118	0,220	0,199
	9	0,176	—	0,160	0,124	0,148		0,147
	2	0,234	0,210	0,315	0,340			0,233
	22	0,092	—	0,176	0,121	0,158		0,136
24-08	4	0,072	—	0,075	0,086	0,108	0,320	0,132
	9	0,064	—	0,078	0,050	0,064	0,162	0,083
	2	0,840	0,850	0,710	0,920			0,830
	22	0,074	0,020	0,070	0,178	0,115		0,070
26-09	4	0,066	—	0,064	0,060	0,038	0,045	0,054
	9	0,094	0,034	0,220	0,068	0,066	0,140	0,101
	2	0,066	0,086	0,064	0,098			0,078
	22	0,058	—	0,256	0,064	0,330		0,177
20-10	4	1,25	—	0,064	0,160	0,100	0,320	0,378
	9	0,062	—	0,098	0,066	0,066	0,064	0,071
	2	5,0	—	0,076	0,100			1,72
29-11	4	0,082	—	0,069	0,300	0,029	0,135	0,120
	9	0,076	—	0,068	0,075	0,034	0,156	0,107
	2	0,059	—	0,020				0,039
	11	0,060	—	0,165	0,068	0,059		0,103

1	2	3	4	5	6	7	8	9
161	4	0.060	—	0.082	0.063	0.050	0.118	0.072
	9	0.058	—	0.082	0.068	0.060	0.110	0.077
	2	0.052	—	0.064	0.104			0.073

Среднее за год: для ст. 4—0,139 мг/л; ст. 9—0,097 мг/л; ст. 2—0,340 мг/л; ст. 22—0,082 мг/л.

Среднее по озеру за год—0,164 мг/л.

Сезонная динамика ионов аммония имеет сходный характер в обоих частях озера. Сравнительно невысокая концентрация ионов аммония отмечена подо льдом—0,022 мг/л в Малом Севане и 0,047 мг/л в Большом Севане. Концентрация ионов аммония резко увеличивается в период весенней циркуляции: 0,36 мг/л в Малом Севане (ст. 4, 5.05) и 0,11 мг/л в Большом Севане (ст. 22, 19.04). Уже в конце мая происходит сильный спад концентрации иона аммония—в этот период регистрировались концентрации, близкие к минимальным. В июле—августе опять отмечались очень высокие концентрации ионов аммония (до 0,28 мг/л). Третий и самый интенсивный максимум концентрации этого иона отмечается осенью. В среднем концентрация ионов аммония в этот период составила 0,72 мг/л, а на ст. 2—1,72 мг/л. На различных участках озера концентрации иона аммония сильно различаются. Средняя за год величина содержания иона аммония на ст. 4—0,14 мг/л, на ст. 9—0,097 мг/л, на ст. 2—0,34 мг/л и на ст. 22—0,082 мг/л. Из приведенных данных видно, что содержание ионов аммония на мелководной ст. 2 значительно выше, чем в других районах озера, и в два раза превышает среднее содержание для всего озера (0,16 мг/л).

Несмотря на отсутствие четкой зависимости в вертикальном распределении, можно отметить увеличение концентрации иона аммония с глубиной в летнее время.

3. Фосфаты.

Сезонная динамика фосфатов выражена в гораздо меньшей степени, чем таковая для азота. Содержание фосфора фосфатов за период наблюдений колебалось от 0,06 мг/л до 0,10 мг/л в Малом Севане и от 0,08 мг/л до 0,11 мг/л в Большом Севане. Максимальные значения были отмечены в обоих частях озера в подледный период (март), минимальные весной (май) и в конце лета (август). По содержанию фосфатов обследованные станции, расположенные в различных частях озера, отличаются незначительно (среднее за год для ст. 4—0,073 мг/л, для ст. 9—0,076 мг/л, для ст. 2—0,054 мг/л, для ст. 22—0,064 мг/л).

Вертикальное распределение фосфатов довольно однородно (табл. 5). Однако в летне-осенние месяцы у дна регистрировались повышенные концентрации до 0,22 мг/л (ст. 4, 21.10) и 0,21 мг/л (ст. 22, 26.09).

Особо следует отметить факт регистрации нулевых концентраций фосфатов в поверхностных слоях воды (ст. 22, 17.11), отмечаемый, по-видимому, впервые.

Сопоставление среднегодового содержания фосфатов (0,066 мг/л) с аналогичными данными прошлых лет показывает, что содержание минерального фосфора в озере снижается: 1928 г.—0,32 мг/л; 1947 г.—0,12 мг/л; 1956 г.—0,32 мг/л; 1960 г.—0,23 мг/л; 1976 г.—0,07 мг/л.

4. Кремний.

Содержание кремнекислоты в 1976 г. колебалось от 0,55 мг/л до 1,4 мг/л. Сезонные изменения представлены на рис. 3. В обоих частях

Таблица 5

Средние концентрации и вертикальное распределение фосфатов (в мгР/л) в оз. Севан в 1976 г.

Дата	№ станц.	Горизонты (м)						средняя величина
		0	5	10	20	30	60	
20-01	4	0,105	0,077	0,030	0,095	0,080	0,080	0,083
	9	0,090	—	0,080	0,077	0,090	0,085	0,084
	22	0,060	0,060	0,025	0,060	0,060		0,049
9-03	4	0,076	—	0,090	0,077	0,110	0,120	0,095
	22	0,070	0,070	0,105	0,075	—		0,083
22-04	4	0,090	0,078	0,090	0,090	0,090	0,078	0,086
	9	0,080	0,085	0,090	0,078	0,075	0,080	0,080
	2	0,078	0,070	0,080	0,080	—		0,077
	22	0,060	0,060	0,060	0,080	0,060		0,063
5-05	4	0,055	—	0,060	0,060	0,060	0,055	0,058
	2	0,045	—	0,060	0,080			0,068
	22	0,060	—	0,045	0,045	0,050		0,048
21-05	4	0,075	0,075	0,035	0,065	0,075	0,080	0,074
	9	0,075	0,075	0,077	0,075	0,080	0,082	0,077
	2	0,075	0,070	0,080	0,060	—		0,071
	22	—	0,045	0,047	0,060	0,075		0,052
5-07	4	0,025	0,025	0,030	0,050	0,070	0,080	0,052
	9	0,060	0,060	0,065	0,075	0,085	0,105	0,084
	2	0,045	0,050	0,060	0,070	—		0,065
	22	—	0,045	0,077	0,075	0,075		0,071
29-07	4	0,017	—	0,045	0,062	0,075	0,132	0,062
	9	0,017	—	0,045	0,075	0,100		0,070
	2	—	0,025	0,080	0,025			0,052
	22	0,020	—	0,017	0,075	0,175		0,070
30-08	4	0,015	—	0,020	0,085	0,045	0,120	0,057
	9	0,047	—	0,045	0,010	0,105	0,115	0,064
	2	0,020	0,010	0,040	0,045			0,028
	22	0,070	—	0,045	0,080	0,085		0,060
16-09	4	0,040	—	0,070	0,070	0,105	0,095	0,070
	9	0,045	0,062	—	0,110	0,105	0,020	0,087
	2	0,030	0,030	0,030	0,040	—		0,032
	22	0,060	—	0,090	0,060	0,210		0,105
20-10	4	0,040	—	0,060	0,068	0,115	0,220	0,100
	9	0,055	—	0,055	0,060	0,070	0,190	0,086
	22	0,030	—	0,050	0,045			0,041
29-11	4	0,065	—	0,065	0,047	0,045	0,145	0,068
	9	0,055	—	0,045	0,055	0,040	0,140	0,067
	2	0,043	—	—	0,045			0,044
	22	0	—	0,040	0,065	0,070		0,039
16-12	4	0,080	—	0,065	—	0,065	0,090	0,070
	9	0,050	—	0,055	0,065	0,065	0,060	0,059
	2	0,055	—	0,080	0,065			0,066

Среднее за год: для ст. 4—0,072 мг/л; ст. 9—0,075 мг/л; ст. 2—0,054 мг/л; ст. 22—0,064 мг/л.

Среднее по озеру за год—0,066 мг/л.

озера наблюдалось два максимума концентрации кремнекислоты — весной и осенью. Вышеуказанные максимумы не совпадают по времени. В Малом Севане процессы, связанные с кругооборотом кремния начинаются раньше и протекают быстрее.

Вертикальное распределение кремния довольно неоднородно (табл.

6). В зимне-весенние месяцы максимальные концентрации сосредоточены у поверхности. В летний период кремнекислота распределена равномерно в толще воды, и осенью максимальные концентрации отмечены у дна.

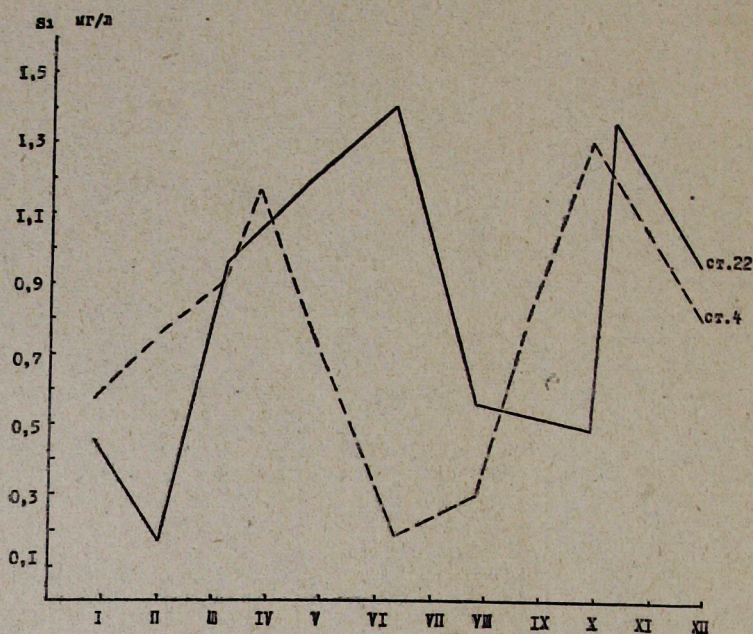


Рис. 3. Сезонная динамика соединений кремния.

5. Прочие ингредиенты химического состава.

Как и в предыдущие годы, следует отметить щелочную реакцию воды озера Севан. Величина pH в 1976 г. колебалась от 8,6 до 9,0. Содержание хлоридов, сульфатов, карбонатных и гидрокарбонатных ионов претерпело незначительные изменения относительно донского периода.

Возросло содержание иона магния. Содержание этого иона в донской период колебалось от 44,0 до 58,0 мг/л; в 1976 г. наблюдаемые концентрации иона магния изменялись от 55,0 до 78,0 мг/л (табл. 7).

Содержание в воде озера иона кальция снизилось от 32—42 мг/л до 27—38 мг/л.

Следует отметить некоторое увеличение жесткости воды озера (в донской период колебалась от 16° до 19°. В 1976 г. она уже составляла 21—22°.

Резюмируя изложенное, следует отметить, что эвтрофикация озера, связанная со спуском его уровня, сопровождается значительными изменениями в биогенном режиме водоема. Обогащение озерных вод соединениями азота и железа следует рассматривать как одно из свидетельств эвтрофикации. Учитывая специфику химизма Севана, по-видимому, к факторам эвтрофикации следует отнести снижение содержания фосфора.

Таблица 6

Средние концентрации и вертикальное распределение кремния (мг/л) в воде оз. Севан в 1976 г.

Дата	№ станц.	горизонты /м/						средняя величина
		0	5	10	20	30	60	
20-01	4	1,48	0,27	0,59	0,38	0,25	0,36	0,55
	9	1,20	—	0,25	0,37	0	0,74	0,46
	22	0,49	0,38	0,55	0,38	0,48		0,45
9-03	4	0	—	0,32	0,91	1,78		0,75
	22	0,098	0,104	0,169	0,198			0,170
22-04	4	1,03	0,85	0,83	0,80	1,02		0,906
	9	0,85	0,79	0,73	0,81	1,27	1,31	0,96
	2	1,20	0,98	1,09	0,85			1,03
	22	0,85	1,03	1,17	0,67	0,70		0,91
5-05	2	1,09	—	1,21	1,21			1,17
21-05	4	0,73	1,08	0,60	0,60	0,97	0,67	0,77
	9	1,20	1,26	1,36	0,97	1,03	0,85	1,17
	2	0,85	1,15	0,99	1,18			1,19
	22	1,08	0,98	0,88	1,55	1,48		1,19
5-07	4	0	0	0,26	0,16	0,26	0,72	0,25
	9	0,59	0,60	0,84	0,59	0,74	1,22	0,83
	22	0,37	0,19	1,80	1,09	1,33		1,38
	22	0,86	1,15	0,25	1,84			1,06
29-07	4	0,89	—	1,21	0,62	0,60	0,60	0,77
	9	1,64	—	0,67	0,74	0,97		0,88
	2	0,36	0,86	1,09	1,89			0,60
	22	0,25	—	0,37	0,74	1,60		0,57
24-08	4	0,38	—	0,37	0,37	0,49	0,40	0,34
	9	0,73	—	1,09	0,77	0,97	0,27	0,83
	2	0,84	0,85	0,71	0,92			0,83
26-09	4	0,58	—	0,73	0,79	0,65		0,83
	9	0,61	0,73	1,01	1,60	0,97		1,04
	2	0,92	1,30	0,74	1,06			0,80
	22	0,24	—	0,21	0,20	1,31		0,49
20-10	4	0,91	—	1,20	0,97	1,33	2,10	1,28
	9	0,47	—	0,55	1,80	0,67	2,90	1,28
	2	1,09	—	1,11	1,80			1,33
29-11	9	0	—	0	0	0,19	0,67	0,115
	22	0,62	—	0,73	0,67	0,62		0,67
16-12	4	0,55	—	0,55	0,85	0,67	1,53	0,804
	9	0,37	—	0,67	0,97	0,37	0,83	0,76
	2	0,61	—	0,59	0,58			0,59

Среднее за год: для ст. 4—0,725 мг/л; ст. 9—0,756 мг/л; ст. 2—0,955 мг/л; ст. 22—0,65 мг/л. Среднее для озера за год—0,812 мг/л.

Таблица 7

Некоторые ингредиенты химического состава воды оз. Севан, полученные в 1976 г.

опред. элемент	М. Севан					Б. Севан				
	21-01	9-03	22-04	29-07	1-09	20-01	9-03	20-04	6-08	5-11
pH	8,9	8,65	8,85	8,76	8,75	8,95	8,93	8,90	8,81	8,59
щелочн. мг/экв/л	7,55	7,40	7,83	7,81	6,90	7,50	7,59	7,84	7,80	7,52
жесткость мг. экв/л	6,17	6,15	6,16	6,52	7,35	6,14	5,88	5,97	6,01	8,25
кальций мг/л	31,59	31,82	34,18	29,06	38,11	30,76	27,95	25,60	29,14	34,79
магний мг/л	55,32	55,42	55,46	61,74	66,29	55,89	54,53	57,91	54,91	78,04
CO ₃ мг/л	41,5	38,0	47,0	46,0	40,0	43,0	43,0	44,6	42,0	36,0
HCO ₃ мг/л	420,7	389,1	446,1	417,8	391,6	417,2	423,9	438,9	438,7	439,2
сульфаты мг/л	10,5	11,3	16,31	15,09	19,84	5,95	16,01	9,86	19,4	25,16
хлориды мг/л	64,5	—	65,0	—	—	64,0	67,07	65,3	—	—

ЛИТЕРАТУРА

- Алекин О. А., Семенов А. Д., Скопинцев Б. А. Руководство по химическому анализу вод суши, Л., 1973.
- Гамбарян М. Е. Микробиологические исследования оз. Севан, Ереван, 1968.
- Киреев И. А. Материалы по исследованию оз. Севан и его бассейна, Л., 1933.
- Лятти С. Я. Гидрохимические исследования оз. Севан (Гокча) и его притоков. Бюллетень бюро гидромет. исслед. оз. Севан (Гокча), № 7, 8, 1929.
- Лятти С. Я. Гидрохимический очерк оз. Севан. Материалы по исслед. оз. Севан и его бассейна, ч. IV, вып. 4, 1932.
- Митте М. Бассейн Гокчинского озера, «Горный журнал», т. 11, 1891.
- Слободчиков Б. Я. Гидрохимический режим оз. Севан по данным 1947—1948 гг. Труды СГБС, т. XII, 1951.
- Стаховский О. Химический состав вод некоторых озер Тифлисской губернии и Карсской области, Вестник рыбпром., № 3, 1897.
- Россолимо Л. Л. Общая экология, Биоценология, Гидробиология, т. II, М., 1975.
- Рыжков Л. П. Динамика соединений азота в оз. Севан. Биол. журн. Арм., XIX, № 3, 78—85, 1966.