

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА В ОЗЕРЕ СЕВАН
В 1982 г.

При гидрохимических исследованиях водных масс оз.Севан Б.Я.Слободчиковым (1951, 1955) было установлено, что в течение 1947-1948 гг., в начальный период понижения уровня озера за счет увеличения стока через р.Раздан, минеральный азот в осенне-зимний период содержался преимущественно в форме нитратов до 0,18 мг N/l, а весной и летом почти отсутствовал (менее 0,03 мг N/l). В 1961 Л.П.Рыжков (1966) отметил увеличение аммонийного азота до 0,2 мг/л. В 1976 г., в период стабилизации уровня озера, по данным Р.М.Парпаровой (1979) в севанской воде содержалось в среднем за год 0,011 мг N-NO₂/л, 0,017 мг N-NO₃ /л, 0,164 мг N-NH₄ /л. В этот же период соотношение минеральных соединений азота и фосфора равнялось примерно 2, тогда как до 1960 г. оно было менее 1.

В течение 1981 г. было изучено (Бабян, 1983) распространение микроорганизмов круговорота азота в воде и донных отложениях оз.Севан и показано, что за последние 20-30 лет (Гамбарян, 1968) практически все они увеличили численность на 1-2 порядка. Наконец, осенью 1980 г. было установлено (Саралов и др., 1983), что в некоторых пунктах Большого Севана цианобактерии интенсивно фиксируют атмосферный азот, до 55,6 мкг N/l в сутки, что составило 4% общего азота. К сожалению, до этого ни в озере, ни в его притоках не было определено содержание некоторых важных форм азота (органического, мочевины, гидроксиламина).

Целью настоящей работы являлось исследование в 1982 г. сезонной динамики разнообразных соединений азота в водной массе и грунтах оз.Севан и в водах его притоков.

Методика. Сбор материала проводили с февраля по декабрь 1982 г. на четырех стандартных станциях (ст. 4 - Малый Севан, ст. 22, 24 и 34 - Большой Севан), 18-ти притоках и единственном стоке - р.Раздан. В пробах воды из эпилимниона, металимниона и поверхностного слоя грунта (0-2 см) определяли нитриты, нитраты, гидроксиламин, аммоний, мочевины и общий азот.

Содержание общего азота определяли в нефилтрованной воде

или болтушке или персульфатным методом (D'Elia et al., 1977), аммоний - микродиффузным методом (Косменко и др., 1977), нитраты - после восстановления до нитритов на омедненной кадмиевой колонке с последующим определением нитратов по интенсивности розовой окраски с реактивом Грисса, гидроксиламин - после окисления иодом до нитритов (Strickland and Parsons, 1968), мочевины - после ферментативного гидролиза уреазой до аммония при 60° в течение 1 часа с последующим определением аммония методом дистилляции (Косменко и др., 1977), растворенный кислород - методом Винклера.

Результаты и их обсуждение. Прозрачность озерной воды в зимне-весенний период изменялась от 4,0 м в феврале до 2,5 м в апреле. Зимой температура водных масс равнялась 0,5° за исключением придонных слоев на глубоководной ст. 4, где глубже 50 м вода была прогрета до 2,1°. В период весенней циркуляции температура воды по всему озеру в марте колебалась около 1,2°, а в апреле около 2,8°. Тогда и содержание растворенного кислорода было высоким и равнялось в среднем 10,6 мг O₂/л.

В феврале в воде М.Севана (табл. I) практически отсутствовали ионы аммония и нитратов, но регистрировались нитраты (0,062 мг N/л) и гидроксиламин (0,009 мг N/л). В марте, в период усиления развития диатомовых водорослей и микробиологических процессов деструкции органических веществ, увеличилась концентрация аммонийного азота (до 0,11 мг N/л) и понизилось содержание нитратов (до 0,003 мг N/л).

В мае, по мере весеннего прогревания воды до 9°, произошла смена доминирующих видов диатомовых водорослей и тогда возросла концентрация общего азота (до 0,93 мг N/л) на 84% представленного в органической форме. При этом значительную долю составляла мочевины (до 0,35 мг N/л), а также гидроксиламина (до 0,028 мг N/л). Содержание этих соединений убывало по мере летнего прогревания водоема, затем осенью оно вновь увеличивалось.

В течение летнего периода в эпилимнионе уменьшалась концентрация общего азота до 0,6 мг N/л, однако она нарастала в гипolimнионе до 1,1 мг N/л, в частности за счет аммония и нитратов. В конце июня, при снижении численности диатомовых водорослей и возрастании численности цианобактерий (Бабаля, 1983), содержание иона аммония понизилось до минимума. Лишь в декабре, после отмира-

Таблица I

Сезонная динамика и вертикальное распределение содержания соединений азота (мкг N/л) в воде М.Севана в 1982 г.

Гори-зонт	Формы азота	М е с я ц										
		23II	5IV	28IV	26V	23VI	27VII	30VIII	29IX	27X	23XI	20XII
Эпиплимион	$\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$	62	11	3	9	0	45	0	0	2	0	40
	NH_2OH	9	28	7	8	5	15	5	0	2	14	-
	NH_4^+	0	110	0	50	0	90	40	110	10	40	140
	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	-	-	-	350	80	90	90	0	70	40	-
	Н _о б _ц	-	930	910	930	850	700	590	800	770	700	910
Металимион	$\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$	62	11	3	10	0	0	6	0	51	0	40
	NH_2OH	6	27	19	8	7	14	2	0	6	11	-
	NH_4^+	0	110	0	70	0	80	100	150	30	40	140
	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	-	-	-	140	20	110	30	0	90	-	-
	Н _о б _ц	-	930	910	910	920	680	680	770	770	-	-
Гипоплимион	$\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$	62	10	2	6	10	113	151	58	18	0	36
	NH_2OH	9	26	7	11	19	51	16	0	17	112	-
	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	-	-	-	400	40	60	50	0	200	80	-
	NH_4^+	30	120	0	80	30	80	160	320	80	40	170
	Н _о б _ц	-	960	910	950	880	830	1100	870	890	790	990

Примечание. В период гомотермии (февраль - май, октябрь - декабрь) пробы отбирались с глубин 0, 30 и 55 м в М.Севане и 0, 15 и 28 м в Б.Севане.

ния массовых форм планктона, его содержание по всему водному столбу достигло зимнего максимума.

В водной массе трех исследованных пунктов Б.Севана содержание общего азота оказалось более высоким, чем в М.Севане (табл. 2, 3, 4). При этом наиболее существенные сезонные колебания, от 0,70 до 2,65 мг N/л, отмечены в прибрежной ст. 34, в район которой стекают воды Кечутского водохранилища через туннель Арпа-Севан. В октябре, в период осеннего паводка, вслед за бурной минерализацией детрита в грунтах содержание нитратов в этом пункте достигло высоких значений, 1,1 мг N/л.

Таблица 2

Сезонная динамика и вертикальное распределение содержания соединений азота (мкг N /л) в воде ст. 22 Б.Севана в 1982 г.

Гори- Формы зонт азота		М е с я ц								
		30IV	27V	24VI	28VI	30VII	30IX	28X	24XI	21XII
Эпилимнион	$\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$	4	0	1	4	7	10	35	31	22
	NH_2OH	0	0	0	8	10	13	11	12	-
	NH_4^+	140	40	10	80	30	0	0	60	130
	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	-	300	20	20	70	140	70	50	-
	$\text{N}_{\text{общ}}$	930	960	850	710	630	560	840	1480	910
Металимнион	$\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$	4	14	19	4	83	8	-	-	-
	NH_2OH	8	0	0	8	30	10	-	-	-
	NH_4^+	200	50	80	80	10	0	-	-	-
	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	-	280	30	80	170	160	-	-	-
	$\text{N}_{\text{общ}}$	940	990	-	730	810	510	-	-	-
Гиполимнион	$\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$	4	30	17	54	117	7	17	34	29
	NH_2OH	0	0	5	27	25	11	11	17	0
	NH_4^+	270	170	110	150	40	170	0	60	160
	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	-	300	30	180	90	40	120	70	-
	$\text{N}_{\text{общ}}$	970	990	1150	1012	833	1620	1120	1480	952

На пелагических станциях количество общего азота в расчете на 1 м^2 водного столба изменялось незначительно. Однако его распределение по глубине носило ярко выраженный характер. Так, например, на ст. 22 во время отмирания цианобактерий в конце сентября концентрация общего азота в гиполимнионе ($1,62 \text{ мг N/л}$) в 3 раза превышала таковую в металимнионе и эпилимнионе.

Заслуживает особого внимания тот факт, что летом содержание общего азота понижалось и, как правило, совпадало с минимальным содержанием мочевины или аммония. При этом вслед за понижением концентрации в воде мочевины несколько увеличивалось содержание минеральных форм азота. Так в анаэробном гиполимнионе ст. 24 при исчезновении мочевины аммонийный азот возрос до $0,28 \text{ мг N/л}$.

Содержание соединений азота в водной толще пелагиали Малого Севана в среднем за исследуемый период достигло 47 г N/м^2 или

Таблица 3

Сезонная динамика и вертикальное распределение содержания соединений азота (мкг N/л) в воде ст. 24 Б.Севана в 1982 г.

Гори- зонт	Формы азота	М е с я ц							
		30 IV	27 V	24 VI	28 VII	30 VIII	30 IX	28 X	24 XI
Эпимелион	$\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$	2	7	0	3	9	25	4	23
	NH_2OH	0	8	0	0	12	0	14	11
	NH_4^+	140	40	20	96	10	0	0	32
	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	-	400	40	30	180	140	60	60
	N _{общ}	950	850	780	680	720	680	940	780
Метамелион	$\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$	2	9	1	4	68	18	-	-
	NH_2OH	0	9	0	0	15	14	-	-
	NH_4^+	140	40	0	97	100	130	-	-
	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	-	320	40	70	50	170	-	-
	N _{общ}	960	1000	690	710	850	740	-	-
Гипомелион	$\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$	4	23	121	47	95	13	57	23
	NH_2OH	0	9	6	0	0	14	12	19
	NH_4^+	140	130	20	140	80	130	280	40
	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	-	500	30	50	0	57	0	60
	N _{общ}	1010	1040	810	900	850	730	1130	860

Таблица 4

Сезонная динамика соединений азота (мг N/л) в воде литоральной станции 34 Б.Севана в 1982 г.

Формы азота	М е с я ц							
	30 IV	27 V	24 VI	28 VII	30 VIII	30 IX	28 X	24 XI
$\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$	0,250	0,152	0,062	0,0	0,056	0,015	1,096	0,068
NH_2OH	0,0	0,019	0,004	0,017	0,011	0,016	0,016	0,009
NH_4^+	0,130	0,025	0,0	0,083	0,076	0,062	0,0	0,0
Мочевина	-	0,275	0,036	0,060	0,065	0,103	0,072	0,126
N _{общ}	0,946	1,200	0,970	0,853	0,853	0,780	2,650	0,700

0,84 г N / м³ (табл. 5). В том числе 6,4 г N / м² (13,6%) составили минеральные формы и 10,4% общего количества - мочевины. В целом по разным участкам озера доля минеральных соединений азота в общей сумме колебалась от 9,8 до 19,6%. Следовательно, азот в воде оз. Севан представлен в основном в органической форме и весь его среднегодовой запас в 1982 г. определен равным 33 200 т N (0,97 г N / м³).

Таблица 5

Среднегодовое содержание соединений азота в водной массе оз. Севан в 1982 г.

Стан- ция	Формы азота, г N / м ²					Средняя концентрация	
	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₂ OH	NH ₄ ⁺	Мочевина	N общ	N общ, г / м ³
4	0,03	1,64	0,72	4,00	4,90	47,0	0,84
22	0,04	0,50	0,21	2,40	3,23	30,3	1,08
24	0,01	0,64	0,18	1,50	3,47	23,7	0,85
34	0,01	1,05	0,06	0,24	0,53	5,6	1,12

Примечание. Средняя концентрация азота по озеру за год составила 0,97 г N / м³, запас азота - 33 200 т, объем воды - 34,21 км³.

Как следует из вышеизложенного, при жизнедеятельности и отмирании планктонных организмов еще в водной толще пелагиали происходит минерализация органических веществ с образованием, в частности, мочевины. Образовавшийся в дальнейшем аммоний потребляется фитопланктоном или окисляется до нитратов, а трудно минерализуемые остатки оседают на дне озера.

В илах разных станций амплитуда колебаний содержания общего азота в течение года зависит от глубины их залегания. В исследуемый период (табл. 6) в грунтах литорали на ст. 34 (глубина 5 м) концентрация общего азота изменялась более чем в 10 раз (233-2420 мг N / дм³), на ст. 22 и 24 (глубина 28-30 м) - в 5 раз (402-2180 мг N / дм³), а на ст. 4 (глубина 56 м) - менее чем в 2 раза (1128-1606 мг N / дм³). Наибольшая и примерно одинаковая обеспеченность донных отложений азотом отмечена осенью, после массового отмирания планктона.

Напротив, содержание мочевины, которая является продуктом

Таблица 6

Сезонная динамика содержания соединений азота (мг N/дм^3) в поверхностном слое (0-2 см) грунта оз.Севан в 1982 г.

Стан-ция	Формы азота	Месяц							
		28IV	26V	23VI	27VII	30VIII	29IX	27X	23XI
4	$\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$	10,40	0,70	1,72	0,80	1,4	1,50	0,43	0,75
	NH_2OH	0,09	0,37	0,16	0,24	0,04	0,0	0,56	0,37
	NH_4^+	42,00	27,40	51,60	8,60	30,40	28,60	18,20	22,40
	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	-	41,10	26,60	10,20	0,0	0,0	0,0	20,20
	N общ	1476	1442	1319	1128	-	1606	1580	1140
22	$\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$	4,30	0,55	1,91	1,80	1,11	0,20	0,43	0,61
	NH_2OH	0,0	0,60	0,0	0,05	0,03	0,26	0,05	0,32
	NH_4^+	38,00	41,40	65,40	39,20	19,80	24,60	14,00	25,70
	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	-	48,60	10,40	9,40	0,0	7,80	12,00	3,55
	N общ	780	963	719	980	562	2180	1800	760
24	$\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$	1,40	0,71	3,74	1,30	0,43	0,12	0,91	0,53
	NH_2OH	0,0	0,52	0,27	0,05	0,64	0,12	0,05	0,11
	NH_4^+	44,00	3,80	33,40	21,30	17,60	22,40	21,20	20,60
	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	-	24,80	7,30	7,90	18,70	1,60	0,0	3,1
	N общ	597	538	402	744	682	2152	1500	750
34	$\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$	2,40	0,50	1,62	1,80	0,21	0,18	0,76	0,48
	NH_2OH	0,0	0,19	0,10	0,07	0,06	0,23	0,12	0,08
	NH_4^+	21,50	5,60	8,00	42,10	22,10	10,00	0,0	7,20
	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	-	3,20	10,30	13,20	16,00	11,80	9,00	13,70
	N общ	300	305	233	1056	662	2420	1272	1420

глубокого распада органических веществ белковой природы, достигало несколько больших значений в илах глубоководной станции ($41,1 \text{ мг N/дм}^3$), чем в илах прибрежной станции ($16,0 \text{ мг N/дм}^3$). Также и аналитическая концентрация нитритов и нитратов временами увеличивалась в профундали до $10,4$, а в литорали - лишь до $2,4 \text{ мг N/дм}^3$ ила.

Высокие скорости микробиологических процессов трансформации азотсодержащих веществ в аэрируемых грунтах литорали препятствуют

значительному накоплению промежуточных продуктов и ведут к образованию все более окисленных и подвижных соединений. Несомненно, это способствует высвобождению азота в водную массу и вовлечению его в повторный круговорот. Напротив, на ст. 4 увеличение содержания общего азота в 3 раза по сравнению с 1980 г. (Саралов и др., 1983) при незначительных колебаниях его концентраций в период наблюдений, по-видимому, является следствием захоронения детрита в профундали М.Севана.

Одновременно выполненные гидрохимические анализы вод притоков показывают (табл. 7, 8), что концентрация общего азота там в 2-15 раз выше, чем в озерной воде.

Таблица 7

Сезонная динамика $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ азота (мг N/л) в притоках и стоках оз. Севан в 1982 г.

Река	22IV	18V	14VI	23VII	19VIII	21IX	19X	18XI
Дзыкнагет	0,70	0,35	0,70	0,79	0,39	0,04	0,64	2,50
Тохлуджа	3,65	3,90	5,60	9,98	-	-	-	-
Джил	3,80	3,15	3,75	2,85	0,24	2,40	3,24	-
Памбак	1,80	-	-	-	-	-	-	-
Дара	1,00	-	-	-	-	-	-	-
Гюней	1,10	0,50	-	-	-	-	-	-
Масрик	2,60	2,30	3,50	4,18	4,46	3,50	2,10	2,44
Макенис	1,10	1,05	1,60	1,71	2,24	1,80	1,80	0,44
Арпа	0,80	0,90	0,35	1,00	2,84	2,50	2,99	0,01
Варденис	0,80	0,45	0,20	-	-	-	1,04	0,44
Астхадзор	1,95	0,45	-	-	-	-	-	-
Мартуни	2,60	0,95	0,50	-	-	-	-	0,34
Аргичи	0,55	0,70	0,90	2,20	3,85	4,35	2,24	1,94
Личк	1,50	1,75	1,20	0,92	1,49	2,40	2,29	2,07
Бахтак	0,80	0,40	2,65	3,19	-	2,30	1,99	3,30
Дзорагух	1,20	0,80	0,60	-	-	-	-	-
Гаварагет	2,10	1,40	2,30	2,73	3,06	5,00	3,14	3,00
Подземный источник	1,50	1,70	1,70	2,00	1,80	1,75	1,80	1,75
Раздан	-	-	0,005	0,003	0,006	0,003	0,005	0,030

Таблица 8

Сезонная динамика общего азота (мг N/л) в реках оз.Севан в 1982 г.

Река и пункт наблюдения	22 IV	18V	14VI	23УП	19УШ	21IX	19X	18XI
Дзыкнагет, с.Цовагях	2,07	1,60	3,60	2,33	2,45	3,18	1,18	2,50
Тохлуджа, с.Тохлуджа	5,50	4,40	7,30	14,30	-	-	-	-
Джил, г.Кашатах	5,20	3,88	6,40	3,88	3,95	3,86	3,30	-
Памбак, с.Памбак	3,30	-	-	-	-	-	-	-
Дара, с.Памбак	2,32	-	-	-	-	-	-	-
Гюней, с.Гюней	2,08	1,55	-	-	-	-	-	-
Масрих, с.Мец Мазра	2,75	3,20	4,37	6,37	6,00	5,23	2,97	3,93
Макенис, с.Карцахшор	1,83	1,80	2,37	2,82	4,45	3,16	2,27	2,17
Арпа, с.Цовинар	1,60	1,75	3,19	2,60	3,50	3,81	4,29	1,78
Варденис, с.Варденис	1,55	1,51	3,36	-	-	-	2,24	1,75
Астхадзор, с.Астхадзор	3,50	1,59	-	-	-	-	-	-
Мартуни, с.Мартуни	5,30	1,67	3,24	-	-	-	-	1,50
Аргичи, с.Геташен	3,72	1,67	3,71	3,43	4,35	5,21	3,47	3,38
Личк, с.Личк	3,89	2,59	4,63	1,72	2,89	3,50	3,30	3,30
Бахтак, с.Цаккар	2,35	1,63	4,50	3,30	-	3,18	3,37	3,10
Дзорагях, с.Дзорагях	2,99	2,51	3,48	-	-	-	-	-
Гаварагет, с.Норадуз	5,08	2,51	4,98	3,43	3,70	5,51	5,30	3,30
Источник с.Цаккар	2,60	2,35	2,41	2,60	2,50	2,34	2,63	2,25
Раздан г.Севан	-	2,00	1,38	1,67	0,62	0,89	0,90	0,75

Так в воде подземного источника, расположенного в вулканическом районе западной части бассейна, содержание общего азота сохранялось достаточно постоянным (2,3-2,6 мг N /л) в течение всего года. При этом нитраты составляли 50-78% от общего, тогда как ни аммония, ни первичного продукта его окисления, гидроксид-амин, не было обнаружено. А в Гаварагет, питающейся грунтовыми,

талыми и дождевыми водами, концентрация общего азота изменялась в исследуемый период от 2,5 до 5,5 мг N /л. Здесь нитраты составляли в общей сумме 40% в период снеготаяния, а осенью - 91%. Благодаря тому, что водосборная площадь реки плотно заселена, ее воды под влиянием промышленных и бытовых стоков содержат сравнительно высокие среднегодовые концентрации мочевины (0,12 мг N/л), аммония (0,21 мг N/л) и гидроксиламина (0,06 мг N/л). Аномально высокие концентрации общего азота, до 14,3 мг N/л, мочевины и нитратов, до 10 мг N/л, выявлены в пересыхающей летом р.Тохлуджа, водосборная площадь которой расположена в животноводческом районе в северо-восточной части бассейна. Напротив, бедны восстановленными соединениями азота высокогорные реки (Арпа, Макенис), впадающие в озеро с южной стороны.

Азотсодержащие соединения вод притоков, обогащенные минеральными компонентами, смешивались с водами Б.Севана и могли ассимилироваться там планктоном. Стекающие же летом воды из М.Севана через р. Раздан практически содержали лишь органический азот.

В период с апреля по ноябрь с речными водами (без учета р. Арпы) в озеро поступило 2109 т азота, из подземных источников - 200 т N , из р.Арпы - 447 т N (табл. 9).

Таблица 9

Приток азота по рекам в оз.Севан и его сток через р.Раздан в 1982 г.

Месяц	Приток по рекам без Арпы			Приток по р.Арпа			Сток через р.Раздан		
	воды			воды			воды		
	млн м ³	азота мг N/л	т	млн.м ³	азота мг N/л	т	млн.м ³	азота мг N/л	т
Апрель	209,4	3,34	699	36,1	1,60	58	-	-	-
Май	174,6	2,30	402	54,8	1,75	96	69,0	2,00	138
Июнь	78,4	4,33	340	38,4	3,19	122	85,0	1,38	117
Июль	41,9	4,62	194	14,6	2,60	38	53,4	1,67	89
Август	23,2	3,97	92	7,9	3,50	28	26,2	0,62	16
Сентябрь	36,1	3,97	143	14,0	3,81	54	29,8	0,89	26
Октябрь	45,0	3,00	135	8,4	4,28	36	50,0	0,90	45
Ноябрь	37,5	2,77	104	8,6	1,78	15	5,3	0,75	4
Апрель-ноябрь	641,1	3,40	2109,0	182,8	2,5	447	318,7	1,10	435

Примечание. Расход рек представлен по данным Севанской гидрометслужбы

Так как расходная часть абиогенного азотного баланса через р.Раздан составила 435 т N и практически полностью компенсировалась за счет поступления азота с водами р.Арпы, в озере аккумуляровалось за исследуемый период (без учета осадков и испарения с поверхности водоема) 2110 т N, что составило 6,4% общего запаса азота в водной массе оз.Севан, который равен 33 200 т N.

Сопоставление наших данных по сезонной динамике соединений азота в оз.Севан с данными В.Я.Слободчикова (1951, 1955), Л.П.Рыкова (1966), Р.М.Парпаровой (1979) позволяет заключить, что в водной массе продолжает увеличиваться содержание минеральных форм азота. Если 20-40 лет назад это увеличение происходило прежде всего за счет аммония, то сейчас идет в основном за счет нитратов. В частности, в притоках его концентрация по сравнению с 1948 г. (Слободчиков, 1951) возросла в среднем в 2,5 раза, а местами достигла концентрации 5-10 мг $N-NO_3^-$ /л, характерной для бытовых и сточных вод. Однако азот в оз.Севан на 80-90% представлен органической формой.

Л и т е р а т у р а

- Бабаян Ж.К. 1983. Микробиологические процессы круговорота азота в оз.Севан - Тр.Севанск. гидробиол. ст., т. XIX.
- Гамбарян М.Е. 1968. Микробиологические исследования озера Севан. - Ереван, 166 с.
- Косменко Л.С., Ерысгало В.Б., Семенов А.Д. 1977. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Л., Гидрометеиздат, 541 с.
- Парпарова Р.М. 1979. Гидрохимический режим озера Севан по данным 1976 г. - Тр. Севанск. гидробиол. ст., т. ХУП, с. 38-50.
- Рыков Л.П. 1966. Динамика соединений азота в оз.Севан. - Биол. ж. Армении, т. 19(3), с. 78-85.
- Саралов А.И., Крылова И.Н., Бабаян Ж.К. 1983. Интенсивность фиксации молекулярного азота, нитрификации и денитрификации в водной массе и грунтах высокогорного озера Севан. - Информ. бюл. (Ин-та биол. внутр. вод АН СССР), № 59.
- Слободчиков В.Я. 1951. Гидрохимический режим озера Севан по данным 1947-1948 гг. - Тр. Севанск. гидробиол. ст., т. XII, с. 5-29.

Слободчиков Б.Я. 1955. Проблема азота в водах озера Севан. -
Тр. Севанск. гидробиол. ст., т. XIV, с. 183-195.

D'Elia C., Steudler P.A., Corvin N. 1977. Determination of total nitrogen in aqueous samples using persulfate digestion. - Limnol. a. Oceanogr., v. 22, p. 760-764.

Strickland J.D.H., Parsons T.R. 1968. A practical handbook of sea water analysis. - Bull. 167, Ottawa, 311 p.