Ж.К.Бабаян, Т.М.Казарян, А.И.Саралов

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/л, а весной и летом почти отсутствовал (менее 0,03 мг ^{N}/л). 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 $N\text{-}NO_2^-$/л, 0,017 мг $N\text{-}NO_3^-$ /л, 0,164 мг $N\text{-}NH_4^+$ /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 (Бабаян, 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/л 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, мочевина, 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.

М е т о д и к а . 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, мочевину и общий азот.

Содержание общего азота определяли в нефильтрованной 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 a. Parsons, 1968), мочевину - после ферментативного гидролиза уреазой до аммония при 60° в течение I часа с последующим определением аммония методом дистилляции (Косменко и др., 1977), растворенный кислород - методом Винклера.

Р е з у л ь т а т ы и и х о б с у ж д е н и е . 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 I,2°, а в апреле около 2,8°. Тогда и содержание растворенного кислорода было высоким и равнялось в среднем 10,6 мг O_2/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,II 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 мочевина (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 гиполимнионе до I,I мг N/л, в частности за счет аммония и нитратов. В конце июня, при снижении численности диатомовых водорослей и возрастании численности цианобактерий (Бабаян, 1983), содержание иона аммония понизилось до минимума. Лишь в декабре, после отмира-

Таблица I

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

Горизонт	Формы азота	Месяц										
		23П	5IУ	28IУ	26У	23УI	27УП	30УШ	29IX	27X	23XI	20XП
Эпилимнион	$NO_2^-+NO_3^-$	62	II	3	9	0	45	0	0	2	0	40
	NH_2OH	9	28	7	8	5	I5	5	0	2	I4	-
	NH_4^+	0	II0	0	50	0	90	40	II0	I0	40	I40
	$CO(NH_2)_2$	-	-	-	350	80	90	90	0	70	40	-
	Nобщ	-	930	9I0	930	850	700	590	800	770	700	9I0
Металимнион	$NO_2^-+NO_3^-$	62	II	3	I0	0	0	6	0	5I	0	40
	NH_2OH	6	27	I9	8	7	I4	2	0	6	II	-
	NH_4^+	0	II0	0	70	0	80	I00	I50	30	40	I40
	$CO(NH_2)_2$	-	-	-	I40	20	II0	30	0	90	-	-
	Nобщ	-	930	9I0	9I0	920	680	680	770	770	-	-
Гиполимнион	$NO_2^-+NO_3^-$	62	I0	2	6	I0	II3	I5I	58	I8	0	36
	NH_2OH	9	26	7	II	I9	5I	I6	0	I7	II2	-
	$CO(NH_2)_2$	-	-	-	400	40	60	50	0	200	80	-
	NH_4^+	30	I20	0	80	30	80	I60	320	80	40	I70
	Nобщ	-	960	9I0	950	880	830	II00	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, I5 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, I,I 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.

Горизонт	Формы азота	Месяц								
		30IУ	27У	24УI	28УП	30УШ	30IX	28X	24XI	2IXП
Эпилимнион	$NO_2^-+NO_3^-$	4	0	I	4	7	I0	35	3I	22
	NH_2OH	0	0	0	8	I0	I3	II	I2	-
	NH_4^+	I40	40	I0	80	30	0	0	60	I30
	$CO(NH_2)_2$	-	300	20	20	70	I40	70	50	-
	$N_{общ}$	930	960	850	7I0	630	560	840	I480	9I0
Металимнион	$NO_2^-+NO_3^-$	4	I4	I9	4	83	8	-	-	-
	NH_2OH	8	0	0	8	30	I0	-	-	-
	NH_4^+	200	50	80	80	I0	0	-	-	-
	$CO(NH_2)_2$	-	280	30	80	I70	I60	-	-	-
	$N_{общ}$	940	990	-	730	8I0	5I0	-	-	-
Гиполимнион	$NO_2^-+NO_3^-$	4	30	I7	54	II7	7	I7	34	29
	NH_2OH	0	0	5	27	25	II	II	I7	0
	NH_4^+	270	I70	II0	I50	40	I70	0	60	I60
	$CO(NH_2)_2$	-	300	30	I80	90	40	I20	70	-
	$N_{общ}$	970	990	II50	I0I2	833	I620	II20	I480	952

На пелагических станциях количество общего азота в расчете на I $м^2$ 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 (I,62 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 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.

Горизонт	Формы азота	Месяц							
		30 IУ	27 У	24 УI	28 УП	30 УШ	30 IX	28 X	24 XI
Эпилимнион	$NO_2^-+NO_3^-$	2	7	0	3	9	25	4	23
	NH_2OH	0	8	0	0	I2	0	I4	II
	NH_4^+	I40	40	20	96	I0	0	0	32
	$CO(NH_2)_2$	-	400	40	30	I80	I40	60	60
	Nобщ	950	850	780	680	720	680	940	780
Металимнион	$NO_2^-+NO_3^-$	2	9	I	4	68	I8	-	-
	NH_2OH	0	9	0	0	I5	I4	-	-
	NH_4^+	I40	40	0	97	I00	I30	-	-
	$CO(NH_2)_2$	-	320	40	70	50	I70	-	-
	Nобщ	960	I000	690	7I0	850	740	-	-
Гиполимнион	$NO_2^-+NO_3^-$	4	23	I2I	47	95	I3	57	23
	NH_2OH	0	9	6	0	0	I4	I2	I9
	NH_4^+	I40	I30	20	I40	80	I30	280	40
	$CO(NH_2)_2$	-	500	30	50	0	57	0	60
	Nобщ	I0I0	I040	8I0	900	850	730	II30	860

Таблица 4

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

Формы азота	Месяц							
	30 IУ	27 У	24 УI	28 УП	30 УШ	30 IX	28 X	24 XI
$NO_2^- + NO_3^-$	0,250	0,I52	0,062	0,0	0,056	0,0I5	I,096	0,068
NH_2OH	0,0	0,0I9	0,004	0,0I7	0,0II	0,0I6	0,0I6	0,009
NH_4^+	0,I30	0,025	0,0	0,083	0,076	0,062	0,0	0,0
Мочевина	-	0,275	0,036	0,060	0,065	0,I03	0,072	0,I26
N общ	0,946	I,200	0,970	0,853	0,853	0,780	2,650	0,700

0,84 г N /м^3 (табл. 5). В том числе 6,4 г N /м^2 (I3,6%) составили минеральные формы и I0,4% общего количества - мочевина. В целом по разным участкам озера доля минеральных соединений азота в общей сумме колебалась от 9,8 до I9,6%. Следовательно, азот в воде оз.Севан представлен в основном в органической форме и весь его среднегодовой запас в I982 г. определен равным 33 200 т N (0,97 г N /м^3).

Таблица 5

Среднегодовое содержание соединений азота в водной массе оз.Севан в I982 г.

Станция	Формы азота, г N /м^2						Средняя концентрация
	NO_2^-	NO_3^-	NH_2OH	NH_4^+	Мочевина	N общ	N общ, г/м^3
4	0,03	I,64	0,72	4,00	4,90	47,0	0,84
22	0,04	0,50	0,2I	2,40	3,23	30,3	I,08
24	0,0I	0,64	0,I8	I,50	3,47	23,7	0,85
34	0,0I	I,05	0,06	0,24	0,53	5,6	I,I2

Примечание. Средняя концентрация азота по озеру за год составила 0,97 г N /м^3, запас азота - 33 200 т, объем воды - 34,2I км^3.

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 I0 раз (233-2420 мг N/дм^3), на ст 22 и 24 (глубина 28-30 м) - в 5 раз (402-2I80 мг N/дм^3), а на ст. 4 (глубина 56 м) - менее чем в 2 раза (II28-I606 мг N/дм^3). 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.

Станция	Формы азота	Месяц							
		28IУ	26У	23УI	27УП	30УШ	29IX	27X	23XI
4	$NO_2^-+NO_3^-$	I0,40	0,70	I,72	0,80	I,4	I,50	0,43	0,75
	NH_2OH	0,09	0,37	0,I6	0,24	0,04	0,0	0,56	0,37
	NH_4^+	42,00	27,40	5I,60	8,60	30,40	28,60	I8,20	22,40
	$CO(NH_2)_2$	-	4I,I0	26,60	I0,20	0,0	0,0	0,0	20,20
	$N_{общ}$	I476	I442	I3I9	II28	-	I606	I580	II40
22	$NO_2^-+NO_3^-$	4,30	0,55	I,9I	I,80	I,II	0,20	0,43	0,6I
	NH_2OH	0,0	0,60	0,0	0,05	0,03	0,26	0,05	0,32
	NH_4^+	38,00	4I,40	65,40	39,20	I9,80	24,60	I4,00	25,70
	$CO(NH_2)_2$	-	48,60	I0,40	9,40	0,0	7,80	I2,00	3,55
	N общ	780	963	7I9	980	562	2I80	I800	760
24	$NO_2^-+NO_3^-$	I,40	0,7I	3,74	I,30	0,43	0,I2	0,9I	0,53
	NH_2OH	0,0	0,52	0,27	0,05	0,64	0,I2	0,05	0,II
	NH_4^+	44,00	3,80	33,40	2I,30	I7,60	22,40	2I,20	20,60
	$CO(NH_2)_2$	-	24,80	7,30	7,90	I8,70	I,60	0,0	3,I
	N общ	597	538	402	744	682	2I52	I500	750
34	$NO_2^-+NO_3^-$	2,40	0,50	I,62	I,80	0,2I	0,I8	0,76	0,48
	NH_2OH	0,0	0,I9	0,I0	0,07	0,06	0,23	0,I2	0,08
	NH_4^+	2I,50	5,60	8,00	42,I0	22,I0	I0,00	0,0	7,20
	$CO(NH_2)_2$	-	3,20	I0,30	I3,20	I6,00	II,80	9,00	I3,70
	N общ	300	305	233	I056	662	2420	I272	I420

глубокого распада органических веществ белковой природы, достигало несколько больших значений в илах глубоководной станции (4I,I мг N /дм^3), чем в илах прибрежной станции (I6,0 мг N /дм^3). Также и аналитическая концентрация нитритов и нитратов временами увеличивалась в профундали до I0,4, а в литорали - лишь до 2,4 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 NO_2^- + NO_3^- азота (мг N/л) в притоках и стоках оз.Севан в 1982 г.

Река	22IУ	I8У	I4УI	23УП	I9УШ	2IIX	I9X	I8XI
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,I5	3,75	2,85	0,24	2,40	3,24	-
Памбак	I,80	-	-	-	-	-	-	-
Дара	I,00	-	-	-	-	—	—	-
Гюней	I,I0	0,50	-	-	-	-	-	-
Масрик	2,60	2,30	3,50	4,I8	4,46	3,50	2,I0	2,44
Макенис	I,I0	I,05	I,60	I,7I	2,24	I,80	I,80	0,44
Арпа	0,80	0,90	0,35	I,00	2,84	2,50	2,99	0,0I
Варденис	0,80	0,45	0,20	-	-	-	I,04	0,44
Астхадзор	I,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	I,94
Личк	I,50	I,75	I,20	0,92	I,49	2,40	2,29	2,07
Бахтак	0,80	0,40	2,65	3,I9	-	2,30	I,99	3,30
Дзорагюх	I,20	0,80	0,60	-	-	-	-	-
Гаварагет	2,I0	I,40	2,30	2,73	3,06	5,00	3,I4	3,00
Подземный источник	I,50	I,70	I,70	2,00	I,80	I,75	I,80	I,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 IУ	I8У	I4УI	23УП	I9УШ	2IIX	I9X	I8XI
Дзыкнагет, с.Цовагюх	2,07	I,60	3,60	2,33	2,45	3,I8	I,I8	2,50
Тохлуджа, с.Тохлуджа	5,50	4,40	7,30	I4,30	-	-	-	-
Джил, г.Каматах	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	I,55	-	-	-	-	-	-
Масрик, с Мец Мазра	2,75	3,20	4,37	6,37	6,00	5,23	2,97	3,93
Макенис, с.Карчахпюр	I,83	I,80	2,37	2,82	4,45	3,I6	2,27	2,I7
Арпа, с.Цовинар	I,60	I,75	3,I9	2,60	3,50	3,8I	4,29	I,78
Варденис, с.Варденик	I,55	I,5I	3,36	-	-	-	2,24	I,75
Астхадзор, с.Астхадзор	3,50	I,59	-	-	-	-	-	-
Мартуни, с.Мартуни	5,30	I,67	3,24	-	-	-	-	I,50
Аргичи, с.Геташен	3,72	I,67	3,7I	3,43	4,35	5,2I	3,47	3,38
Личк, с.Личк	3,89	2,59	4,63	I,72	2,89	3,50	3,30	3,30
Вахтак, с.Цаккар	2,35	I,63	4,50	3,30	-	3,I8	3,37	3,I0
Дзорагюх, с.Дзорагюх	2,99	2,5I	3,48	-	-	-	-	-
Гаварагет, с.Норадуз	5,08	2,5I	4,98	3,43	3,70	5,5I	5,30	3,30
Источник с.Цаккар	2,60	2,35	2,4I	2,60	2,50	2,34	2,63	2,25
Раздан г.Севан	-	2,00	I,38	I,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, гидроксиламина, не было обнаружено. А в Гаварагет, питающейся грунтовыми,

тальными 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	азота		воды	азота		воды	азота	
	млн $м^3$	мг N/л	т	млн.$м^3$	мг N/л	т	млн.$м^3$	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	10,4	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 аккумулировалось 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 Б.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 $N\text{-}NO_3^-$/л, характерной для бытовых и сточных вод. Однако азот в оз.Севан на 80–90% представлен органической формой.

Литература

Бабаян М.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., Ермгало В.Б., Семенов А.Д. 1977. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Л., Гидрометеоиздат, 541 с.

Парпарова Р.М. 1979. Гидрохимический режим озера Севан по данным 1976 г. – Тр. Севанск. гидробиол. ст., т. XVII, 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 М.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 Б.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. XIУ, с. 183-195.

D'Elia C., Steudler P.A., Corvin N. 1977. Determination of total nitrogen in aquaeous 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, Ottava, 311 p.