

Б. Я. СЛОБОДЧИКОВ

Проблема азота в водах озера Севан

На непостоянство нахождения в севанской воде соединений азота обращали внимание большинство исследователей озера. Отсутствие азотистых соединений в водах Севана было впервые констатировано Стаховским (1897). Гидрохимическими исследованиями 1926—1930 гг. (Лятти, 1929, 1932, 1932а и 1933) ни нитритные, ни нитратные соединения азота в водах Севана не были обнаружены. Аммонийный азот присутствовал лишь в одной из проб воды, взятой 26.I. 1929 г. в количестве 0,06 мг/л. По данным Толмачева, в течение 1937—1939 гг. (Владимирова, 1947) аммонийный азот в севанской воде не был обнаружен ни одного раза, азот нитритов присутствовал одинажды в тысячных долях мг/л, а азот нитратов содержался в озерной воде лишь в осенний и зимний периоды в количестве от следов (меньше 0,006 мг/л) до 0,17 мг/л. По данным гидрохимических съемок 1947—1948 гг. (Слободчиков, 1951) в воде Севана присутствовал лишь азот нитратов, так же как и в 1937—1939 гг., в осенний и зимний периоды в количестве до 0,18 мг/л. В 1950 г. нами несмотря на анализ свыше 150 образцов севанской воды, взятых из различных районов и с разных глубин озера, с 20 по 29 мая и с 29 июля по 2 августа, соединений азота обнаружено не было. Таким образом, данные всех исследований говорят об исключительной бедности севанских вод соединениями азота.

В чем же причина отсутствия в водах озера Севан аммонийного и нитритного азота и непостоянство нахождения нитратного азота?

Азот поступает в водную массу Севана как непосредственно за счет распада белковых веществ растительных и животных организмов в самом озере, так и за счет вод его многочисленных притоков.

Учесть поступление азота за счет распада белковых веществ в настоящее время не представляется возможным. Поступление в озеро азотистых соединений, приносимых водами притоков, известно благодаря работам Лятти (1932), освещающим солевой баланс притоков Севана. По Лятти, в озеро Севан с водами его притоков ежегодно поступает 1080 т азота. Не обнаружив в 1926—1930 гг. многочисленными анализами в водах Севана соединений азота, указанный автор пришел к выводу об уходе соединений азота в виде газа N_2 в атмосферу. Владимирова (1947) отсутствие в водах Севана азота объясняет полным использованием его растительными организмами.

Для выяснения причин непостоянства нахождения соединений азота в водах Севана Севанской гидробиологической станцией Академии наук Армянской ССР в 1949—1950 гг. был проведен ряд опытов.

Опыты заключались в искусственном введении азота в севанскую воду, помещаемую в испарители. Испарителями служили фарфоровые чашки диаметром в 36 см. Количество вводимой в испарители воды равнялось 4 л. Азот вводился в форме KNO_3 в количестве от 0,05 до 1,00 мг/л. В одном из испарителей озерная вода, с целью прекращения развития в ней фитопланктона, фиксировалась формалином. В целях контроля за поведением азота одновременно устанавливались испарители, наполненные дистиллированной водой и водой притока озера — р. Гаварагет. В испарители с речной водой азот искусственно не вводился, так как естественное его содержание колебалось при различных сериях опытов от 1,22 до 4,00 мг/л. Испарители устанавливались в бухте „Глаголь“, где, испарение наиболее близко к испарению с поверхности открытых участков озера. После введения в испарители азота, за поведением последнего устанавливался контроль путем производства ежедневных анализов на его содержание. Анализы на содержание аммонийного азота выполнялись колориметрически, при помощи реактива Нейслера, нитритов — по методу Грисса и нитратов — по методу Ноля.

В 1950 г. экспериментальные работы были несколько видоизменены. В испарители наливалась озерная вода, разбавленная в той или иной степени речной. Искусственно азот не вводился, а поступал в озерную воду за счет естественного содержания азота речной воды. Проведение данных опытов преследовало цель выяснения дальнейшей судьбы азота в водах Севана, по мере сработки его уровня для целей гидроэнергетики и орошения.

Всего в течение 1949—1950 гг. нами было выполнено 4 серии опытов, повторенных трижды: с 25 по 29 сентября 1949 г., с 25 по 29 апреля 1950 г. и с 1 по 5 октября 1950 г. Продолжительность опытов во всех трех сериях равнялась четырем суткам. Естественное содержание аммонийного, нитритного и нитратного азота в озерной воде во время проведения всех трех серий опытов равнялось аналитическому нолю.

Результаты первой серии опытов (озерная вода + KNO_3)

Первая серия опытов с искусственным добавлением нитратного азота преследовала цель проверки предположения Лятти (1932) об уходе азота из водной массы Севана в виде газа N_2 в атмосферу.

Результаты опытов приводим в таблице 1.

Данные ежесуточных анализов озерной воды в испарителях на содержание NO_3 говорят о слабой степени связываемости азота. Введенные в испаритель нитраты в количестве до 0,40 мг полностью исчезли из озерной воды к концу вторых суток. Из искусственно вводимых в начале опыта 2,00 мг KNO_3 к концу его по истечении четырех суток сохранялось нитратов всего лишь в сентябрьской серии опытов 1949 г. 0,32 мг, апрельской серии 1950 г. — следы и в сентябрьской серии 1950 г. — 0,28 мг. От азота, вводимого в испарители в количестве до 4,00 мг, к концу опыта оставалось от 1,00 мг (29.IV.

Таблица 1

Результаты опытов по выяснению степени связанности азота
а/ озерная вода + KNO_3

Место установки испарителей	Время проведения опытов	Количество NO_3 искусственно введенного в воду испарителя в мг	Количество NO_3 в мг в воде испарителя по прошествии:				Количество NO_3 в мг в воде испарителя после окончания опыта
			первых суток	вторых суток	третьих суток	четвертых суток	
Бухта „Глаголь“	25—29 IX 1949	0,20	0,04	—	—	—	—
		0,40	0,16	—	—	—	—
		2,00	1,72	1,40	0,92	0,32	0,32
		4,00	3,68	3,28	2,76	2,16	2,16
	25—29 IV 1950	0,20	следы	—	—	—	—
		0,40	0,24	следы	—	—	—
		2,00	1,80	1,40	0,72	следы	следы
		4,00	3,68	3,00	2,08	1,00	1,00
Устье р. Гаварагет	1—5 IX 1950	0,40	0,24	0,04	—	—	—
		2,00	1,72	1,40	0,92	0,28	0,28
		4,00	3,60	3,12	2,53	1,80	1,80

1950 г.) до 2,16 мг 29.IX. 1949 г.). Анализ динамики исчезновения азота показывает, что при более длительной продолжительности опытов, оставшийся после четырех суток в озерной воде испарителей азот полностью бы из нее улетучился.

Не связано ли исчезновение азота озерной воды испарителей с исключительно высокой испаряемостью ее с поверхности последних? Ответ на этот вопрос дают данные таблицы 2, характеризующие величину испарения озерной воды за время опытов и расход нитратов в мг за каждые сутки.

Просматривая таблицу 2 мы видим, что величина испарения в сентябре 1949 и 1950 гг. за время опытов колебалась от 2,4 до 4,3 мм в апреле 1950 г.—от 3,7 до 6,2 мм.

Каково же естественное испарение с поверхности озера Севан? По Давыдову (1935), величина среднего суточного испарения в бухте „Глаголь“ с июня по ноябрь 1930 г. колебалась от 4,9 до 6,6 мм, т. е. была значительно выше испарения, имевшего место при проведении наших опытов. Таким образом, исчезновение искусственно введенного азота из озерной воды испарителей не есть следствие чрезмерной величины испарения с поверхности их вод.

Таблица 2

Расход NO_3 в озерной воде в зависимости от испарения в мг/л

Место установки испарителей	Время наблюдений	Содержание искусственно введенных нитратов в воде испарителя в мг/л	Величина испарения в мм				Расход нитратов в мг/л			
			первые сутки	вторые сутки	третьи сутки	четвертые сутки	первые сутки	вторые сутки	третьи сутки	четвертые сутки
Бухта „Гла-голь“	25—29 IX 1949 г.	0,05	2,5	2,9	3,4	3,8	0,04	—	—	—
	"	0,10	2,6	3,0	3,5	3,9	0,06	—	—	—
	"	0,50	2,5	2,9	3,4	3,8	0,07	0,08	0,12	0,15
	"	1,00	2,4	2,7	3,2	3,6	0,08	0,10	0,13	0,15
	25—29 IV 1950 г.	0,05	3,7	4,5	5,3	6,1	0,04	—	—	—
	"	0,10	3,7	4,5	5,3	6,1	0,04	—	—	—
	"	0,50	3,8	4,6	5,4	6,2	0,05	0,10	0,17	—
	"	1,00	3,7	4,5	5,3	6,1	0,08	0,17	0,23	0,27
Устье р. Гаварагет	1—5 IX 1950 г.	0,10	2,9	3,3	3,9	4,3	0,04	0,05	—	—
	"	0,50	2,7	3,3	3,9	4,1	0,07	0,08	0,12	0,16
	"	1,00	2,8	3,2	3,7	4,3	0,10	0,12	0,14	0,18

Результаты второй серии опытов (озерная вода, консервированная формалином + KNO_3)

Постановка данных опытов преследовала цель проверки предположения Владимировой (1947) о том, что все соединения азота, образующиеся как за счет распада белковых веществ, так и приносимые с водами притоков, полностью используются растительными организмами. Опыты второй серии проводились аналогично первой с той лишь разницей, что озерная вода перед введением в нее азота предварительно консервировалась формалином, благодаря которому прекращались процессы развития растительных и животных организмов в воде испарителей. Результаты опытов приводим в таблице 3.

Данные таблицы 3 показывают, что и из озерной воды, в которой полностью искусственно прекращена жизнь растительных и животных организмов, азот исчезает, так же как и из озерных вод, не фиксированных формалином. Расход азота на протяжении опыта приводим в таблице 4.

Сопоставляя данные по расходам нитратов в озерной воде с таковыми в озерной воде, консервированной формалином, мы видим, что последние лишь в очень незначительной степени отличаются друг от друга. Это отличие выражено только в сентябрьской серии опытов и заключается в превышении в течение первых трех суток расхода NO_3 .

Таблица 3

Результаты опытов по выяснению степени связанности азота
б) озерная вода, консервированная формалином + KNO_3

Место установки испарителей	Время наблюдений	Количество NO_3 искусственно введенного в воду испарителя в мг	Количество NO_3 в мг в воде испарителя по прошествии				Количество NO_3 в воде испарителя после окончания опыта
			первых суток	вторых суток	третьих суток	четвертых суток	
Бухта „Глаголь“	25—29 IX 1949 г.	4,00	3,72	3,36	2,88	2,40	2,40
"	25—29 IV 1950 г.	4,00	3,68	2,96	2,16	1,24	1,24
Устье р. Гаварагет	1—5 IX 1950 г.	4,00	3,60	3,12	2,52	1,80	1,80

в озерной воде по сравнению с таковым в воде озера, консервированной формалином на 0,01 мг/л. Указанное количество нитратов, повидимому, потребляется растительными организмами, все же остальное количество азота из испарителя с озерной водой улетучивается в атмосферу.

Таблица 4

Расход NO_3 в озерной воде, консервированной формалином в мг/л

Место установки испарителей	Время наблюдений	Содержание NO_3 искусственно введенных в воду испарителей в мг/л	Величина испарения в мм				Расход нитратов в мг/л			
			первые сутки	вторые сутки	третьи сутки	четвертые сутки	первые сутки	вторые сутки	третьи сутки	четвертые сутки
Бухта „Глаголь“	25—29 IX 1949 г.	1,00	2,5	2,9	3,4	3,8	0,07	0,09	0,12	0,12
"	25—29 IV 1950 г.	1,00	3,7	4,4	5,2	6,0	0,08	0,18	0,20	0,23

Результаты третьей серии опытов (дистиллированная вода + KNO_3)

Опыты с искусственным введением азота в дистиллированную воду преследовали цель получения сравнительных материалов для оценки интенсивности улетучивания азота из севанских вод. Результаты опытов приводим в таблице 5.

Данные таблицы 5 говорят о непостоянстве присутствия искусственно введенного азота в воде испарителей, наполненных дистиллированной водой. Нитраты, введенные в количество 0,05 мг/л, полностью исчезают по прошествии первых суток. В испарителях с более высокой концентрацией азота во всех трех сериях опытов, по-

Таблица 5

Результаты опытов по выяснению степени связности азота
в) дистиллированная вода + KNO_3

Место установки испарителей	Время наблюдений	Количество NO_3 искусственно введенного в воду испарителя в мг	Количество NO_3 в мг в воде испарителя по прошествии				Количество NO_3 в испарителе после окончания опыта
			первых суток	вторых суток	третьих суток	четвертых суток	
Бухта „Глаголь“	25—29 IX 1949 г.	0,20	0,04	—	—	—	—
	„	0,40	0,16	—	—	—	—
	„	2,00	1,68	1,28	0,68	—	—
	„	4,00	3,64	3,16	2,60	1,96	1,96
	25—29 IV 1950 г.	0,20	следы	—	—	—	—
	„	0,40	0,12	—	—	—	—
	„	2,00	1,60	1,00	0,20	следы	следы
	„	4,00	3,60	2,88	1,87	0,68	0,68
Устье р. Гаварагет	1—5 IX 1950 г.	0,40	0,03	—	—	—	—
	„	2,00	1,68	1,24	0,68	—	—
	„	4,00	3,60	3,04	2,40	1,20	1,20
	„	„	„	„	„	„	„

следний исчезал постепенно. Данные об интенсивности расхода азота в зависимости от величины испарения приводим в таблице 6.

Сопоставляя расход нитратов в испарителях, наполненных дистиллированной водой, с таковым в испарителях с озерной, мы видим, что в первых процесс несвязываемости азота выражен гораздо ярче, чем во вторых, при аналогичных условиях проведения опытов. Превышение ухода азота в атмосферу из дистиллированной воды по сравнению с озерной, особенно ярко было выражено в апрельских опытах 1950 г. Так, например, в испарителе, наполненном дистиллированной водой с искусственным содержанием NO_3 в 0,10 мг/л, при величине испарения в 3,6 мм, расход нитратов по прошествии первых суток составил 0,07 мг/л, тогда как в испарителе с озерной водой он был равен, при испарении в 3,7 мм, всего лишь 0,04 мг/л.

Результаты четвертой серии опытов (речная вода с естественным содержанием NO_3)

Постановка данной серии опытов преследовала цель выяснения влияния испарения на естественное содержание нитратов. Так как озерные воды в летний период не содержат азотистых соединений, нами для опытов была взята вода притока озера р. Гаварагет, в ко-

Таблица 6

Расход NO_3 в дистиллированной воде в зависимости от испарения в мг/л

Место установки испарителей	Время наблюдений	Содержание NO_3 искусственно введенного в воду испарителей в мг/л	Величина испарения в мм				Расход нитратов в мг/л			
			первые сутки	вторые сутки	третьи сутки	четвертые сутки	первые сутки	вторые сутки	третьи сутки	четвертые сутки
Бухта „Глаголь“	25—29 IX 1949 г.	0,05	2,6	3,0	3,5	3,9	0,04	—	—	—
		0,10	2,6	3,0	3,5	4,0	0,06	—	—	—
		0,50	2,4	2,8	3,3	3,7	0,08	0,10	0,15	—
		1,00	2,4	2,7	3,2	3,6	0,09	0,12	0,14	0,16
	25—29 IV 1950 г.	0,05	3,8	4,6	5,4	6,2	0,04	—	—	—
		0,10	3,6	4,4	5,1	5,9	0,07	—	—	—
		0,50	3,8	4,7	5,5	6,3	0,10	0,15	0,20	—
		1,00	3,8	4,6	5,4	6,2	0,10	0,18	0,25	0,29
Устье р. Гаварагет	1—5 IX 1950 г.	0,10	2,7	3,1	3,6	4,1	0,09	—	—	—
		0,50	2,6	2,9	3,4	3,8	0,08	0,11	0,14	—
		1,00	2,8	3,2	3,7	4,2	0,10	0,14	0,16	0,30

торой естественное содержание нитратов колебалось от 1,20 до 2,50 мг/л . Искусственно азот в речную воду не вводился.

Результаты опытов по выяснению степени связанности нитратов в воде притока озера р. Гаварагет приводим в таблице 7.

Из таблицы 7 мы видим, что количество нитратов в испарителях, наполненных речной водой с естественным содержанием NO_3 , на протяжении всего опыта остается почти неизменным. Постоянство естественного содержания нитратов в испарителях с речной водой обусловило необходимость постановки дополнительных опытов по выяснению поведения нитратов, искусственно введенных в речную воду. Такие опыты были проведены нами в октябре 1950 г. в устье р. Гаварагет. В испарители с речной водой с естественным содержанием NO_3 в количестве 1,2 мг/л искусственно добавлялись нитраты в количестве от 0,5 до 2,0 мг/л . Несмотря на высокую интенсивность испарения, общее количество нитратов (естественное + искусственное) на протяжении всего опыта оставалось неизменным. Результаты данной серии опытов подтвердили тождественность поведения нитратов, независимо от того, находились ли они в водном растворе в естественном их состоянии или были введены искусственно.

Проведенные в 1949—1950 гг. экспериментальные работы, освещающие судьбу азота в водах Севана, полностью подтвердили высказан-

Таблица 7

Результаты опытов по выяснению степени связанности азота
г) речная вода р. Гаварагет

Место установки испарителей	Время наблюдений	Общее количество NO_3 в воде испарителя в мг	Количество NO_3 в мг в воде испарителя по прошествии				Количество NO_3 в воде испарителя после окончания опыта
			первых суток	вторых суток	третьих суток	четвертых суток	
Бухта „Глаголь“	25—29 IX 1949 г.	9,20	9,20	9,20	8,80	8,80	8,80
„ „	25—29 IV 1950 г.	10,00	10,00	10,00	9,80	9,60	9,60
Устье р. Гаварагет	1—5 IX 1950 г.	4,80	4,80	4,80	4,60	4,60	4,60

ное ранее Лятти (1932) предположение об уходе азота в атмосферу в виде газа N_2 . Исчезновение азотистых соединений непосредственно связано с испарением, достигающим в условиях Севана высокой интенсивности. Прямая зависимость между величиной испарения и расходом азота подтверждается данными таблицы 8, обобщающей результаты всех опытов.

Таблица 8
Расход NO_3 в зависимости от величины испарения в мг/л

Испаритель наполнен	Концентрация NO_3 в воде испарителя в мг/л	Величина среднего испарения за сутки (в мм)						
		2,5— 2,7	2,5— 3,0	3,0— 3,5	3,5— 4,0	4,0— 4,5	4,5— 5,5	5,5— 6,5
		расход NO_3						
Озерной водой	1,00	0,08	0,10	0,13	0,15	0,17	0,23	0,27
Озерной водой, консер- вированной формалином	1,00	0,07	0,09	0,12	0,11	0,18	0,20	0,23
Дистиллированной водой	1,00	0,09	0,12	0,14	0,16	0,18	0,25	0,29
Речной водой	2,50	0	0	0,02	—	0	0,02	0

Из таблицы 8 мы видим, что из озерной воды азот даже при испарении всего лишь от 2,5 до 2,7 мм улетучивается в количестве 0,08 мг/л. С увеличением испарения непрерывно увеличивается и расход азота, достигая при испарении в 5,5—6,5 мм — 0,27 мг/л за сутки.

То, что основная масса азота в условиях Севана действительно уходит в атмосферу, а не используется, как это предполагала Владимирова (1947), растительными организмами на их развитие, подтверж-

дают результаты опытов с озерной водой, консервированной формалином. Расход азота при данных опытах увеличивался аналогично расходу азота в чисто озерной воде от 0,07 мг/л (испарение от 2,5 до 2,7 мм) до 0,23 мг/л (испарение от 5,5 до 6,5 мм). Разница расхода между озерной водой и ею же, консервированной формалином, по-видимому, обусловлена потреблением азота в озерной воде растительными организмами. Величина ее колеблется от 0,01 до 0,04 мг/л. Наибольшая интенсивность улетучивания азота наблюдалась из испарителей, наполненных дистиллированной водой. В испарителях с речной водой азот почти не исчезал.

В чем же причина ухода азота из вод Севана в атмосферу? Прежде чем ответить на этот вопрос, необходимо остановиться на превращениях азота в природных водах.

В природных водах из неорганических соединений азота встречаются: ионы аммония — NH_4 , нитритный ион — NO_2 и нитратный ион NO_3 . Решающая роль в превращении одной формы соединений азота в другую принадлежит бактериям.

В микробиологическом отношении воды и донные отложения Севана изучены еще не в достаточной мере, вследствие чего для разрешения вопроса о причинах ухода азота из вод Севана в атмосферу нами в дальнейшем положен метод исключения, базирующийся на данных проведенных опытов.

Близкие результаты опытов 1949 и 1950 гг. дают нам право детально остановиться лишь на данных одной серии опытов, проведенных в бухте „Глаголь“ с 25/IV по 29/IV 1950 г.

Анализируя данные таблицы 9, мы видим, что азот исчезает из испарителей, наполненных озерной, озерной консервированной формалином и десстиллированной водами и лишь в испарителе с речной водой, количество его, несмотря на аналогичную величину испарения, остается почти неизменным. Наиболее интенсивное улетучивание азота происходит из дистиллированной воды, лишенной каких бы то ни было питательных солей для развития бактерий. Почти в аналогичных количествах азот исчезает и из испарителей, наполненных озерной водой. Улетучивание азота происходит и из озерных вод, фиксированных формалином, который полностью прекращал развитие растительных организмов, потребляющих азот.

Распад нитратного иона обычно происходит при недостаточном развитии азотофиксирующих бактерий, вследствие чего можно утверждать, что в водах и толще иловых отложений озера Севан процессы денитрификации преобладают над процессами фиксации азота и нитрификации. Обратное соотношение азотофиксирующих и денитрифицирующих процессов, по-видимому, свойственно водам притоков озера, из которых азот начинает улетучиваться лишь при смешении их с озерной водой.

Косвенное подтверждение преобладания в водах Севана процессов денитрификации над процессами фиксации азота находим в балансе угле-

кислоты. Из 59 840 т CO_2 , приносимых притоками озера, 26 650 т уходит в атмосферу (Лятти, 1932). В водах Севана свободная углекислота, увлекаемая парами воды в атмосферу, полностью отсутствует. Вместе с ней в атмосферу переходит углекислота, выделяемая при распаде нитратов и освободившийся азот в виде газа N_2 .

Таблица 9

Результаты опытов по выяснению степени связанности азота
в водах Севана (25—29 IX 1950 г.)

Испаритель наполнен	Содержание NO_3 исху- ст-венно введен- ного в воду ис- парителя в мг/л	Величина испарения в мм				Содержание NO_3 в воде испарителя в мг/л по прошествии				Остаток NO_3 в во- де испарителя в мг/л после окон- чания опыта
		первые сутки	вторые сутки	третьи сутки	четвер- тые сутки	первых суток	вторых суток	третьих суток	четвер- тых суток	
Озерной водой	0,05	3,7	4,5	5,3	6,1	следы	0	0	0	0
"	0,10	3,7	4,5	5,3	6,1	0,06	следы	0	0	0
"	0,50	3,8	4,6	5,4	6,2	0,45	0,35	0,18	следы	следы
"	1,00	3,7	4,5	5,3	6,1	0,92	0,75	0,52	0,25	0,25
Озерной во- дой, консер- вированной формалином	1,00	3,7	4,4	5,2	6,0	0,92	0,76	0,56	0,31	0,31
Дестиллиро- ванной во- дой	0,05	3,8	4,6	5,4	6,2	следы	0	0	0	0
"	0,10	3,6	4,4	5,1	5,9	0,03	0	0	0	0
"	0,50	3,8	4,7	5,5	6,3	0,40	0,25	0,05	следы	следы
"	1,00	3,8	4,6	5,4	6,2	0,90	0,72	0,47	0,17	0,17
Речной водой	2,50*	3,8	4,6	5,4	6,2	2,50	2,50	2,40	2,40	2,40

Преобладание процесса денитрификации в водах Севана над процессами фиксации азота также подтверждается сезонным распределением нитратов в озере. Как показали исследования Салимовской-Родиной (1932), денитрификация в водах озер достигает своего максимума в летнее время. Таким образом, отсутствие в водной толще Севана нитратного азота с апреля по сентябрь, еще раз подчеркивает огромное значение денитрификации, влекущей распад нитратов и уход азота в атмосферу.

Интенсивность процессов денитрификации в водах Севана косвенно подтверждается непрерывным выпадением из озерной воды карбоната кальция, осаждающегося на камнях побережья и цементирующего галечные породы, выстилающие дно озера. По Исаченко (1948 и 1951), осаждение из озерной воды карбоната кальция непосредственно связано с процессами денитрификации.

* Естественное содержание азота.

Перспективы изменения баланса азота в водах Севана в связи с использованием озера для целей гидроэнергетики и орошения

В процессе сработки уровня озера Севан для целей гидроэнергетики и орошения, химический состав его вод будет непрерывно изменяться. Замена вековых озерных вод речными обусловит постепенное опреснение озера.

Для выяснения дальнейшей судьбы азота в водах озера по мере снижения его уровня, нами были проведены опыты, целью которых являлось выяснение степени разбавления озерной воды речной, при которой азот, как поступающий с водами притоков, так и образующийся за счет распада органических веществ, не стал бы выделяться в атмосферу, а связываться и в дальнейшем использоваться растительными организмами. Опыты производились в тех же испарителях с 25 по 29 сентября 1950 г. Озерная вода разбавлялась речной (р. Гаваргет) на 25, 37, 50 и 75 %. Результаты опытов приводим в таблице 10.

Таблица 10

Результаты опытов по выяснению степени связанности азота в озерной воде при разбавлении ее речной

Степень разбавления озерной воды речной	Количество NO_3 введенного в воду испарителя с речной водой в мг	Количество NO_3 в воде испарителя в мг по прошествии:				Количество NO_3 в мг в воде испарителя по окончании опыта
		первых суток	вторых суток	третьих суток	четвертых суток	
Озерная вода, разбавленная на 10%	0,12	0	0	0	0	0
То же на 25%	1,20	1,04	0,64*	—	—	0,64
То же на 37%	1,80	1,76	1,68*	—	—	1,68
То же на 50%	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,36
То же на 62%	3,00	3,00	3,00*	—	—	3,00
То же на 75%	3,60	3,60	3,60*	—	—	3,60

Анализируя данные таблицы 10, мы видим, что между степенью разведения озерной воды речной и количеством распада азотистых соединений существует ярко выраженная зависимость. Чем больше озерная вода разбавлена речной, тем меньше азота уходит в атмосферу. Так, при разбавлении озерной воды речной на 10%, распад NO_3 происходит с такой же скоростью, как и в чисто озерной воде, а при разведении озерной воды на 50%, уход азота почти полностью прекращается. При разведении озерной воды более чем на 50% количество NO_3 остается неизменным, несмотря на высокую интенсивность испарения с поверхности испарителей.

* Наблюдения прекращены через 48 часов.

Прекращение распада NO_3 в озерной воде, разбавленной речной, повидимому, обусловлено слабым развитием в речной воде процессов денитрификации и наличием в ней азотофиксирующих бактерий.

Выше отмечалось, что по мере сработки уровня озера химический состав вод Севана будет непрерывно изменяться. Эти изменения повлекут постепенное уменьшение минерализации севанской воды за счет меньшей минерализации вод притоков озера. Постепенное опреснение озера за счет вод притоков обусловит сокращение интенсивности, наблюдающихся в настоящее время, процессов денитрификации, которые вызывают распад NO_3 и уход азота в атмосферу. По мере разбавления озерных вод речными, воды Севана будут приобретать способность связывать азот за счет понижения интенсивности процессов денитрификации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Владимирова К. С. 1947. Фитопланктон озера Севан. Труды Севанской гидробиологической станции, т. IX.
2. Давыдов В. К. 1935. Испарение с поверхности озера Севан. Материалы по исследованию озера Севан и его бассейна, ч. 2, вып. 2.
3. Исаченко Б. Л. 1948. О биогенном образовании карбоната кальция. Микробиология, т. XVII, в. 2.
4. Исаченко Б. Л. 1951. Об очередных задачах микробиологического изучения воды и грунтов морей. Избранные труды.
5. Лятти С. Я. 1929. Гидрохимические исследования оз. Севан и его притоков. Бюллетень бюро гидрометеорологических исследований.
6. Лятти С. Я. 1932. Гидрохимический очерк озера Севан. Материалы по исследованию озера Севан и его бассейна, ч. IV, вып. 2.
7. Лятти С. Я. 1932^a. Грунты озера Севан. Материалы по исследованию озера Севан и его бассейна, ч. IV, в. 4.
8. Лятти С. Я. 1933. Поливные качества воды оз. Севан. Материалы по исследованию озера Севан и его бассейна, ч. IV, вып. 3.
9. Слободчиков Б. Я. 1951. Гидрохимический режим озера Севан по данным 1947—1948 гг. Труды Севанской гидробиологической станции, т. XII.
10. Салимовская-Рюдина А. Г. 1932. Микробиологическое исследование Онежского озера в 1927—1928 гг. Исследование озер СССР, вып. I.
11. Стаховский О. 1897. Химический состав вод некоторых озер Тифлисской губернии и Карсской области. Вестник рыбопромышленности, № 3.

Բ. ՅԱ. ՍԼՈԲՈԴՉԻԿՈՎ

ԱՋՈՏԻ ՊՐՈԲԼԵՄԸ ՍԵՎԱՆԻ ՋՐԵՐՈՒՄ

1949—50 թթ. կատարված են մի շարք փորձեր, որոնք նպաստակ ունեն պարզելու Սևանի ջրերում ազոտի միացումների փոփոխականությունը պատճառները:

Կատարված փորձերը ցույց տվեցին, որ ազոտի հիմնական զանգվածը Սևանի ջրերում, դենիտրիֆիկացիայի պրոցեսները ֆիկսացիայի պրոցեսներին համեմատելի չէ:

ներին գերակշռելու հետեանքով, օդն է ցնդում N_2 ձևով, ածխաթթվի հետ միասին:

Գալառագետի ջրերից, որտեղ ազոտի ֆիկսացիայի պրոցեսները գերակշռում են դենիտրիֆիկացիայի պրոցեսներին, ազոտը սկսում է գոլորշիանալ միայն նրանց լճային ջրերի հետ խառնվելու դեպքում:

Ապագայում Սևանի լճային ջրերը կփոխարինվեն գետային ջրերով, Սևանի ջրերը ազոտը կապելու ընդունակ կդառնան: