

**Б. Я. СЛОБОДЧИКОВ**

## **Подледный гидрохимический режим озера Севан 1949 г. и его рыбохозяйственная оценка**

В третьей декаде февраля 1949 г., в период осенне-зимнего охлаждения, озеро Севан покрылось сплошным ледяным покровом, продержавшимся до 22-го апреля 1949 г.

Сплошное замерзание озера Севан—явление исключительно редкое. С 1833 г., по Давыдову (1938), сплошное замерзание озера наблюдалось семь раз, по Фортунатову и Иняевскому (1927)—восемь раз. Разноречивы и даты сплошного замерзания озера Севан, приводимые различными авторами. Кесслер (1877), посетивший озеро в 1875 г., указывает, что полный ледостав наблюдался в 1834, 1846, 1864 и 1873 гг. Марков (1911), на основании сведений А. В. Золотарева, считает, что озеро замерзало сплошь не в 1834, а в 1832—33 гг. Им же указывается на полный ледостав, имевший место в 1890 и 1905 гг. По Фортунатову и Иняевскому (1927) сплошное замерзание озера наблюдалось в 1833, 1846, 1864, 1873, 1890, 1905, 1921 и 1925 гг., причем замерзание озера целиком в 1864 и 1890 гг. авторы ставят под сомнение. Давыдов (1938) датами сплошного замерзания озера Севан считает 1834, 1846, 1864, 1873, 1890, 1905 и 1925 гг.

Учитывая полное отсутствие данных, характеризующих подледное состояние термического, газового и солевого режимов озера, Севанской гидробиологической станцией Академии наук Армянской ССР 10-го марта и 8-го апреля 1949 г. были проведены в Малом Севане две серии подледных наблюдений, целью которых являлось: 1) определение степени насыщения водной толщи озера свободно растворенным кислородом и 2) выяснение химического состава вод озера в период его сплошного замерзания.

Разрешение указанных задач, помимо теоретического интереса, имело и большое практическое значение, так как критерием рыбохозяйственной оценки кислородного режима озер является степень насыщения их водной толщи свободно-растворенным кислородом перед вскрытием от льда. Отсутствие или недостаточное насыщение водных масс к концу ледостава свободно растворенным кислородом, вызывает явление так называемого „замора“.

Опасения гибели форелей озера Севан от недостатка свободно растворенного кислорода впервые возникли еще в 1905 г. в связи с его сплошным замерзанием (Гримм, 1905). Не имея никаких фактических данных о состоянии подледного кислородного режима, так как непосредственных определений содержания  $O_2$  еще никем из исследователей озера Севан не производилось, Лебединцев (1905),



по аналогии с содержанием кислорода в конце зимы в Волдайском озере, произвел теоретический расчет вероятного насыщения водной толщи озера Севан перед его вскрытием свободно растворенным кислородом. По его расчетам среднее содержание свободно растворенного кислорода к концу ледостава должно было равняться 8,38 мг/л.

Проверить теоретические расчеты Лебединцева (1905) и установить фактическое содержание свободно растворенного кислорода в водной толще озера Севан перед его вскрытием удалось лишь благодаря работам 1949 г.

В таблице 1 приводим результаты анализов проб воды Малого Севана, взятых с различных глубин в середине Цовагюхского залива 10-го марта и 8-го апреля 1949 г.

Таблица 1

Подледное насыщение водной массы Малого Севана свободно растворенным кислородом

| Глубина<br>взятия<br>пробы<br>в м | 10 марта |                           |       | 8 апреля |                           |       |
|-----------------------------------|----------|---------------------------|-------|----------|---------------------------|-------|
|                                   | t°       | содержание O <sub>2</sub> |       | t°       | содержание O <sub>2</sub> |       |
|                                   |          | мг/л                      | ‰     |          | мг/л                      | ‰     |
| 0,5                               | 0,85     | 10,69                     | 93,44 | 1,20     | 9,71                      | 85,70 |
| 10,0                              | 0,85     | 10,69                     | 93,44 | 1,20     | 9,30                      | 82,08 |
| 20,0                              | 0,85     | 8,40                      | 73,42 | 1,20     | 7,05                      | 62,22 |
| 50,0<br>(дно)                     | 0,85     | 5,80                      | 50,69 | 1,20     | 3,10                      | 27,36 |
| среднее                           | 0,85     | 8,89                      | 77,94 | 1,20     | 7,29                      | 64,34 |

Данные таблицы показывают, что насыщение водной толщи озера под льдом свободно растворенным кислородом, в зависимости от времени и глубины взятия пробы, испытывает резкие колебания. Обескислороживание водной массы озера начинается с придонных горизонтов, непосредственно соприкасающихся с толщей иловых отложений. За время с 10-го марта по 8-е апреля 1949 г. абсолютное содержание O<sub>2</sub> под влиянием окислительных процессов, связанных с гниением органических остатков, уменьшилось в поверхностных горизонтах на 0,98 мг/л, десятиметровых—1,39 мг/л, двадцатиметровых—1,35 мг/л и придонных—2,70 мг/л (глубина 50 м). Суточный расход свободно растворенного кислорода составил в поверхностных слоях водной массы—0,033 мг/л, десятиметровых—0,047 мг/л, двадцатиметровых—0,046 мг/л и придонных—0,093 мг/л.

Для выяснения подледного химического состава вод озера Севан нами были проанализированы четыре пробы воды, взятые с середины Цовагюхского залива Малого Севана с поверхностных и придонных горизонтов 10-го марта и 8-го апреля 1949 г. Сопоставление анализов 1948 г., характеризующих химический состав Малого Сева-



на в апреле при отсутствии ледостава с таковыми за 1949 г., дает яркую картину изменений солевого состава, вызванных сплошным замерзанием озера.

Таблица 2

Химический состав вод Малого Севана по данным 1948, 1949 гг. (в мг/л)

| Глубина<br>в м | Ионы                          | 1948 г.  | 1949 г.  |        |          |        |
|----------------|-------------------------------|----------|----------|--------|----------|--------|
|                |                               | 4 апреля | 10 марта |        | 8 апреля |        |
|                |                               | 0,5      | 1,0      | 50,0   | 1,0      | 50,0   |
|                | K <sup>+</sup>                | 21,09    | 21,48    | 21,09  | 20,26    | 22,26  |
|                | Na <sup>+</sup>               | 73,82    | 75,21    | 74,51  | 78,87    | 79,33  |
|                | Ca                            | 32,21    | 38,15    | 38,15  | 40,80    | 39,40  |
|                | Mg                            | 56,35    | 58,30    | 56,70  | 60,30    | 59,10  |
|                | Cl <sup>-</sup>               | 61,29    | 63,40    | 62,95  | 66,40    | 65,80  |
|                | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 15,85    | 15,40    | 15,40  | 16,20    | 16,10  |
|                | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 430,40   | 438,30   | 430,80 | 470,18   | 458,15 |
|                | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> | 43,24    | 36,25    | 35,18  | 31,40    | 34,20  |

Как в 1948, так и в 1949 гг. ион аммония и нитритный ион в водах М. Севана отсутствовали. Нитраты присутствовали лишь в 1949 г. в количестве 0,24 мг/л.

Из таблицы 2 мы видим, что химический состав, за время подледного состояния озера, не остается постоянным. Сопоставление результатов анализов проб воды от 10 марта и 8 апреля 1949 г. и в особенности с данными 1948 г. указывает на непрерывное повышение минерализации вод, по мере продолжительности ледостава. Содержание иона калия за время с 10-го марта по 8-е апреля 1949 г. в различных горизонтах водной толщи озера увеличивалось от 0,78 до 1,17 мг/л, натрия от 4,96 до 5,21 мг/л, кальция от 1,25 до 2,65 мг/л, магния от 2,00 до 2,40 мг/л, хлора от 2,35 до 3,0 мг/л, сульфата от 0,70 до 0,80 мг/л и гидрокарбоната от 27,25 до 31,88 мг/л. Жесткость воды возрасла в поверхностных горизонтах с 18,7° до 19,5°, в придонных с 18,4° до 19,1°. Уменьшение лишь иона CO<sub>3</sub> есть следствие подвижного карбонатного равновесия.

Увеличение в зимнее время количества растворенных в воде солей наблюдалось прежними исследователями лишь в мелководных отчлененных бухтах озера. Так, например, 12 января 1929 г. по данным Лятти (1932) в Севанской бухте под почти полутораметровым ледяным покровом, в зарослях тростника содержание хлора достигало 85,1 мг/л, натрия 94,8 мг/л, кальция 50,3 мг/л, магния 76,8 мг/л и гидрокарбоната 622,1 мг/л.

Увеличение почти всех ингредиентов химического состава с момента замерзания озера до его вскрытия дает основание искать причину этого явления в наличии сплошного ледяного покрова. Сплошной ледяной покров исключает связь водной массы озера с атмосферой и почти полностью прекращает испарение, так как испарение с по-



верхности льда — величина незначительная (Давыдов, 1938). Прекращение связи с атмосферой и испарения, нарушают равновесие химического состава севанской воды, вследствие чего многие из ингредиентов или не осаждаются ( $\text{Na}^+$ ;  $\text{Ca}^{++}$ ;  $\text{Mg}^{++}$ ;  $\text{K}^+$ ) или не уходят в атмосферу ( $\text{O}_2$ ;  $\text{N}$ ). Увеличение количества растворенных солей в озере происходит и за счет выпадения солей при образовании льда. При толщине льда в 50 см, наблюдаемой нами 8 апреля 1949 г., в водную толщу озера, исходя из средней минерализации вод Севана за 1947, 1948 гг., в 555,0 мг/л дополнительно поступит из перешедших в лед 0,6922 км<sup>3</sup> воды (Киреев, 1933) 384171 т. солей, из которых на долю калия приходится 11525 т., натрия — 41493 т., кальция — 19976 т., магния — 28044 т., хлора — 32654 т., сульфата — 8335 т., гидрокарбоната — 221668 т. и карбоната — 19976 т., Общая минерализация севанской воды за счет выпадения солей при образовании льда повысится на 7,0 мг/л.

С рыбохозяйственной точки зрения повышение минерализации водных масс Севана в зимнее время не окажет какого-либо отрицательного влияния на существование ихтиофауны, так как известно, что для форелей, являющихся основной промысловой рыбой, оптимальной средой являются воды с жесткостью в 19 немецких градусов (Арнольд, 1934). Не вызывает опасения и обитание карповых рыб, представленных в озере храмулей (*Varicorhinus sarmatensis* (Filippi)) и усачем (*Barbus goktschaicus*).

Остановимся более подробно на рыбохозяйственной оценке кислородного подледного режима озера Севан. Количество потребляемого рыбами на дыхание свободно-растворенного кислорода находится в тесной зависимости от температуры воды. Так, по Зернову (1944), на 1 кг живого веса форели, при температуре воды в 10° на процессы дыхания расходуется в час 142,9 мг, а при температуре в 15° — 314,38 мг. Значительно меньшее количество потребляют представители карповых рыб.

Наименьшее содержание свободно-растворенного кислорода, способное поддерживать жизнь взрослых особей форелей, по Елеонскому (1933) равно — 2,0 мг, карповых — 0,7 мг. Содержание  $\text{O}_2$  в воде в 7,5—8,5 мг для форелей нужно считать оптимальным.

Зная фактическое содержание свободно-растворенного кислорода на 8-е апреля 1949 г и средний суточный расход последнего на окислительные процессы, происходящие в водной массе озера, представляется возможным высчитать содержание кислорода к моменту вскрытия озера, 22 апреля 1949 г. Содержание свободно-растворенного кислорода в водной толще Малого Севана к концу ледостава будет равняться в поверхностных горизонтах — 9,25 мг/л, десятиметровых — 8,65 мг/л, двадцатиметровых — 6,41 мг/л и придонных — 1,80 мг/л (глубина 50 м).

Возможна ли гибель ихтиофауны и, в первую очередь, форелей Севана, от недостатка свободно-растворенного кислорода?

На этот вопрос может быть дан лишь отрицательный ответ — не-



возможна. Обескислороживание водной толщи М. Севана, даже при наличии сплошного ледяного покрова, исключаяющего связь с атмосферой, в основном, приурочено лишь к придонным горизонтам, почти не распространяясь на водную массу озера с глубинами до 30 м. При содержании свободно растворенного кислорода ниже 2,0—3,0 мг/л, т. е. ниже того минимального количества, которое необходимо для нормального протекания физиологических процессов у форелей, последние из придонных горизонтов будут мигрировать в верхние, более обеспеченные свободно растворенным кислородом.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

- Арнольд И. Н., 193—Прудовое карповое хозяйство. Справочник по рыбному хозяйству малых водоемов. ОГИЗ—Сельхозгиз.
- Гримм О., 1905—О замерзании озера Гокча. Вестник рыбопромышленности, т. XX, № 11.
- Давыдов В. К., 1938—Водный баланс озера Севан. Материалы по исследованию оз. Севан и его бассейна, ч. VI.
- Елеонский А. Н., 1933—Рыбоводство. Снабтехиздат.
- Зернов С. А., 1934—Общая гидробиология. Биомедгиз.
- Кесслер К., 1877—Путешествие по Закавказскому краю в 1875 г. с зоологическими целями. Тр. СПб. Общ-ва естествоиспытателей, т. VIII.
- Киреев А., 1933—Гидрографические работы на оз. Севан. Материалы по исследованию озера Севан и его бассейна, ч. V.
- Лебединцев А., 1905—Возможен ли был замор в озере Гокча?. Вестник рыбопромышленности, т. XX, № 11.
- Лятти С. А., 1932—Гидрохимический очерк озера Севан. Материалы по исследованию озера Севан и его бассейна, ч. IV, вып. 2.
- Марков Е. С., 1911—Озеро Гокча.
- Материалы гидрохимических исследований 1932 г. Материалы по исследованию озера Севан и его бассейна, ч. IV, вып. I.
- Фортунатов М. А. и Иняевский А. Н., 1927—К вопросу о вертикальном распределении температуры в Севанском озере. Известия Гос. ун-та Армении, № 2—3.

## Բ. ՅԵ. ՍԼՈՐՈՂԻԿՈՎ

ՍԵՎԱՆԱ ԼՃԻ 1949 ԹՎԻ ՍԱՌՅԱՏԱԿԻ ՇԻԴՐՈՔԻՄԻԱԿԱՆ  
ՌԵԺԻՄԸ ԵՎ ՆՐԱ ԶԿՆԱՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

## Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

1949 թվի փետրվարի երրորդ տասնօրյակում Սևանա լիճը սառցապատվեց, որը տևեց մինչև 1949 թ. ապրիլի 22-ը:

Սևանա լճի ամբողջապես սառցապատումը չափազանց հազվադեպ երևույթ է, 1833 թվից մինչև 1949 թ. ընկած ժամանակաշրջանում ըստ զբաղեցրած տվյալների լիճն ամբողջապես սառցապատվել է միայն 7 անգամ:

Հազվի առնելով լճի սառցատալի ջերմային, զաղային և աղային ռեժիմը բնութագրող տվյալների լրիվ բացակայությունը, Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների ակադեմիայի Սևանի հիդրոբիոլոգիական կայանը 1949



