

Р. О. ОГАНЕСЯН, А. С. ЦАРПАРОВ, А. А. СИМОНЯН

БИОЛИМНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕВАНСКОЙ ПРОБЛЕМЫ

В статье указаны изменения, имевшие место в экосистеме озера вследствие снижения уровня на 19 м. Спуск озера сильно отразился как на всех звеньях трофической цепи, так и на качестве воды. Общая рыбопродуктивность резко повысилась, но популяция форели находится на грани исчезновения.

Использование вековых запасов вод озера Севан для удовлетворения быстро растущих потребностей Армении в пресной воде привело к ряду отрицательных последствий, из которых наиболее значительны изменения в экосистеме озера. В настоящее время, когда снижение уровня озера достигает 19 м, основная часть стока из Севана расходуется на нужды ирригации. По-прежнему забор воды из озера превышает свободный сток на 240 млн. м³ в год (в среднем, за 1970—1975 гг. [1]), вследствие чего уровень озера продолжает подниматься (около 20 см в год).

В целом же потребности народного хозяйства в воде растут. Это побудило изыскивать пути увеличения стока из озера при сохранении стабильности его уровня. С этой целью осуществляется строительство туннеля Арпа—Севан для переброски в озеро вод р. Арпа.

Незначительное снижение уровня озера Севан начиная с 1964 г. позволяет рассматривать нынешние морфометрические показатели озера как стабильные. Однако именно в период относительной стабилизации уровня озера в экосистеме Севана произошли значительные изменения.

Описанию этих изменений посвящена довольно обширная литература [2—5]. Сравнительный анализ некоторых основных лимнологических показателей возможен на основании данных табл. 1 (в таблице сравниваются современные данные с данными 1958—1960 гг., когда было проведено подробное обследование Севана).

Как видно из табл. 1, значительно ухудшился кислородный режим природных слоев озера; улучшились условия биогенного питания фитопланктона—как за счет увеличения содержания соединений азота, так и в связи с уменьшением содержания фосфатов; обращает на себя внимание факт увеличения продуктивности основных звеньев трофической сети.

Рассмотрим, каким образом указанные изменения связаны с показателями, представляющими интерес для использования ресурсов озера в народном хозяйстве—*качеством воды* и *рыбопродуктивностью*. В данной работе мы рассматриваем качество воды с точки зрения ее при-

Таблица 1

Сравнительные лимнологические показатели оз. Севан

Показатели	1958—1960 гг.	1975—1976 гг.
Минимальное содержание кислорода у дна, мг/л	6,2	0,0
Минимальное отношение содержания кислорода в гипolimнионе к таковому в эпилимнионе	1,2	0,04
Содержание фосфатов (ср. за год, минеральные формы) мг/л	0,19	0,06
Содержание минерального азота (ср. за год), мг/л	следи	0,14
Прозрачность, м	10,9	4,4
Первичная продукция фитопланктона за год, ккал/м ²	1580	10000
Продукция зоопланктона, мг/л	1760	11800 (без дафний)
Рыбопродуктивность, кг/га	10,0	20,9

годности для водоснабжения, а также как среды обитания рыб. Под рыбопродуктивностью понимается продукция рыб, оцениваемая по результатам государственного лова с учетом хищений и браконьерства.

Отмечаемое в настоящее время увеличение рыбопродуктивности характерно для форелевых водоемов, подверженных эвтрофикации, но произошло оно не за счет роста продуктивности форелей, а в связи с резким увеличением численности сигов. Более того, существует реальная угроза исчезновения севанской форели, как вида.

На рис. 1 прослеживается прямая зависимость между снижением уровня озера и уловами форелей, а также обратная зависимость с уловами сига. По-видимому, на снижение численности форелей оказывает влияние (кроме хищнического браконьерства) также ухудшение условий их обитания.

Выполненные в лаборатории экологической физиологии станции исследования показали, что температурный оптимум для севанских форелей не превышает 12°. Следовательно, в конце лета в озере, особенно в Большом Севане, складываются неблагоприятные условия для форелей. С одной стороны, слой гомотермального прогревания до 20° (эпилимнион) достигает значительных глубин (порядка 20—25 м), с другой, в придонных слоях развивается выраженный дефицит кислорода, содержание сероводорода достигает значительных концентраций.

Увеличение рыбопродуктивности является следствием повышения трофности озера и, в конечном итоге,—увеличения первичной продукции.

Автотрофное звено—фитопланктон—претерпело наиболее сильные изменения, как качественные, так и количественные.

Наиболее известным и наглядным следствием эвтрофикации Севана является летнее «цветение» воды синезелеными водорослями, регулярно происходящее с 1964 г. Менее известно, что «цветение» синезеленых *Aphanizomenon* является фактором, стимулирующим увеличение рыбопродуктивности [6]. Это происходит вследствие улучшения кормовой базы зоопланктона за счет бактериофлоры, развивающейся на

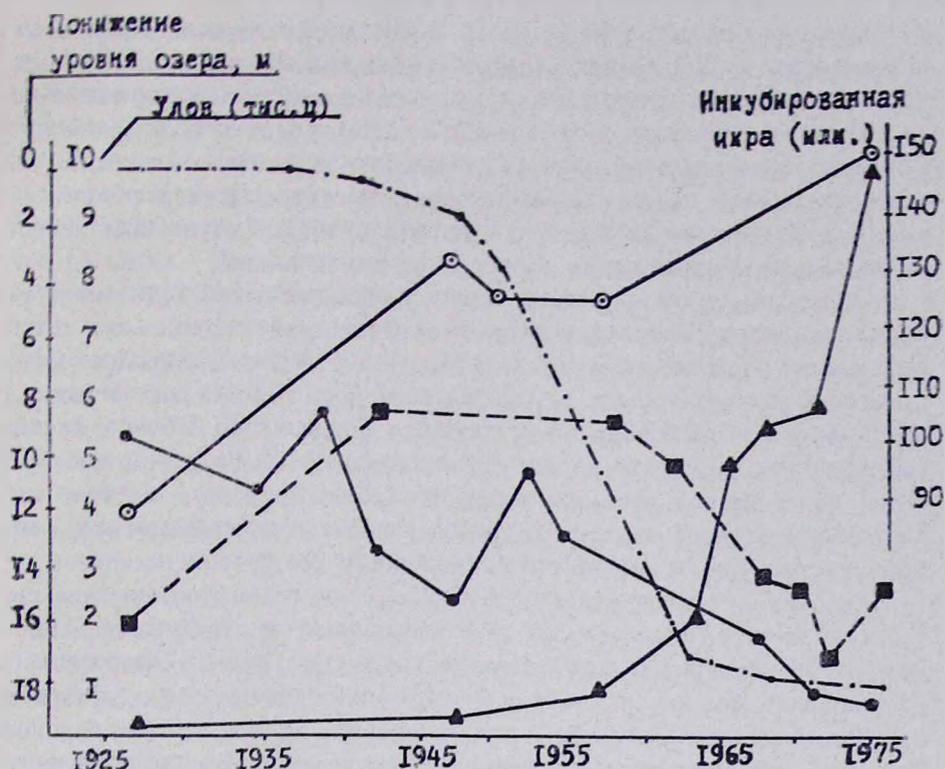


Рис. Динамика изменений лова севанских рыб. Понижение уровня озера:

—●— форель; —▲— сиг; —■— храмуля, —○— инкубированная икра; —·— уровень.

отмирающих синезеленых. Действительно, вслед за интенсивным «цветением» *Aphanizomenon* в 1975, в 1976 г. резко увеличилась биомасса и продукция зоопланктона. Несколько проблематична и роль синезеленых в развитии гипоксимального дефицита кислорода для столь глубокого водоема, как Севан (большая часть этих водорослей разлагается в верхних слоях воды). По-видимому, резкое убывание кислорода в придонных слоях обусловлено его расходом на разложение отмирающих диатомовых после их весеннего «цветения» (следует отметить, что весеннее и осеннее «цветение» диатомовых, а также радиоляриковых достигает величин продукции и биомассы, превосходящих таковые летнего «цветения» синезеленых).

Представляется разумным связать снижение содержания фосфатов в озере с интенсификацией развития диатомовых весной и поздней осенью. Причина же обогащения вод озера соединениями азота менее ясна. Наиболее вероятным источником поступления его являются донные отложения, вовлеченные в круговорот вследствие изменения морфометрии озера. По-видимому, немаловажным источником поступления азота являются водоросли *Anabaena*, обладающие способностью фиксировать азот атмосферы [7].

Планктонное сообщество в целом оказывает большое влияние на

формирование качества воды. Уже отмечалось, что массовое отмирание водорослей в условиях стратификации приводит к истощению запасов кислорода в придонных слоях воды—развитию гипolimниального дефицита кислорода и появлению сероводорода. Уменьшение прозрачности воды вдвое привело к сокращению эвфотической зоны, вследствие чего стала невозможной фотосинтетическая аэрация гипolimниона. Следовательно, возможности фитопланктона в улучшении качества воды в придонных слоях значительно уменьшились.

Однако было бы не совсем верно приписывать возникновение гипolimниального дефицита кислорода в Севане исключительно интенсификации развития фитопланктона. Как указывал Хатчинсон [8], в высокогорных водоемах всегда имеется возможность клиноградного распределения кислорода по вертикали. Это связано с более низким парциальным давлением кислорода в высокогорных озерах и, как следствие, более низкой растворимостью его. Следовательно, дефицит кислорода в начальной стадии изменения состояния экосистемы озера мог быть вызван уже самим по себе понижением его уровня.

Как видно из изложенного, в озере Севан складываются исключительно благоприятные условия для повышения его трофности. Повышенная (по сравнению с равнинными водоемами) солнечная радиация, все еще высокая прозрачность, фактически происшедшее удобрение вод озера соединениями азота при по-прежнему высоком содержании фосфора—все это обеспечило повышение первичной продукции фитопланктона до величин, характерных для наиболее эвтрофных водоемов. С этим непосредственно связано значительное увеличение рыбопродуктивности. Однако наряду с этим, наблюдается тенденция к ухудшению качества воды, прогрессирующему из года в год снижению насыщения придонных слоев кислородом, появлению в этих слоях сероводорода. В наиболее эвтрофированных частях озера (Лчашенская бухта) такое резкое ухудшение качества воды отмечалось уже в начальный период стратификации. Имеется опасность развития токсических форм синезеленых.

Ухудшение качества воды не находится в противоречии с высокой рыбопродуктивностью. Однако, если в настоящее время можно говорить об ухудшении условий обитания для форелей, то дальнейшее развитие этой тенденции может сделать среду обитания непригодной и для сига. Соответствующее увеличение рыбопродуктивности в таком случае будет возможно только при вселении в озеро более неприхотливых, а следовательно, и менее ценных пород рыб—кариа, толстолобика и т. п.

Однако, поскольку уже сейчас рассматривается возможность использования севанских вод для водоснабжения растущих городов республики, показатель качества воды озера может оказаться более важным, чем его рыбопродуктивность. С этой точки зрения представляет интерес оценка стоимости объема воды, превышающего величину своего стока. При расценках 1,5 коп. за 1 м³ [9] из озера ежегодно

«звонка» около 4 млн. рублей. Даже если не учитывать затраты на ликвидацию отрицательных экологических последствий, связанных со снижением уровня озера, эта сумма, очевидно, превышает прирост соответствующих доходов.

В связи с вышесказанным представляет интерес попытка оценить влияние переброски вод р. Арпа на режим озера. Последствия этой переброски могут быть различными в зависимости от величин пусков из озера. Если пуски воды будут меньше свободного стока, и уровень озера будет повышаться, можно ожидать улучшения кислородного режима вследствие увеличения мощности гипolimниона. При этом одновременно может происходить накопление органических веществ. В известном смысле обратная картина будет иметь место в случае увеличения проточности водоема (пуски из озера на уровне свободного стока). В этом случае возрастет вынос биогенов и органических веществ. Дальнейшие последствия переброски арпинских вод на нынешнем уровне изученности механизма эвтрофикации оз. Севан трудно предсказать. Так же трудно оценить влияние на основные процессы в озере нерегулярного характера стока из озера (в зимнее время сток практически отсутствует).

Противоречивый характер изменений рыбопродуктивности Севана и показателей качества его воды, а также очевидная зависимость этих показателей от народнохозяйственного использования ресурсов озера настоятельно ставят задачу *рационального использования ресурсов озера Севан*. Как и всякая задача, эта задача должна иметь критерий оптимальности.

С нашей точки зрения, такой критерий может быть сформулирован следующим образом: использование ресурсов озера Севан в народном хозяйстве должно осуществляться таким образом, чтобы обеспечить максимально высокое качество его воды и соответствующую этому показателю максимальную продуктивность ценных пород севанских рыб—форели и сига.

Севанская гидробиологическая станция АН АрмССР

Поступило 28.VI 1977 г.

Ռ. Հ. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Ա. Ա. ՊԱՐՊԱՐՈՎ, Ա. Ա. ՍԻՄՈՆՅԱՆ

ՍԵՎԱՆԻ ՊՐՈԲԼԵՄԻ ԼՃԱԿԵՆՍՈՒԲԱՆԱԿԱՆ ԱՍՊԵԿՏՆԵՐԸ

Ա. մ. փ. ո. փ. ո. լ. մ.

Ուսումնասիրվել է Սևանա լճի էվտրոֆացման ազդեցությունը նրա ջրի որակի և ձկնարդյունահանման վրա: Զրի որակի հետագա վատացման դեպքում ձկնարդյունահանման բարձրացման կարելի է հասնել ոչ արժեքավոր ձկների հաշվին: Մշակված է լճի պաշարների ուսցիտնալ օգտագործման շահանիշը:

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вардумян Г. Г.* Водные ресурсы. 3, 1977.
2. *Гамбарян М. Е.* Микробиологические исследования озера Севан. Ереван, 1968.
3. *Мешкова Т. М.* Закономерности развития зоопланктона в озере Севан. Ереван, 1975.
4. Тр. Севанской гидробиол. ст., 16. Ереван, 1962.
5. Тр. Севанской гидробиол. ст., 17, 1977 (в печати).
6. *Винберг Г. Г., Ляхнович Л. П.* Удобрение прудов. Минск, 1965.
7. Экология и физиология синезеленых водорослей. М.—Л., 1965.
8. *Хатчинсон Дж.* Лимнология. М., 1957.
9. *Лойтер М.* Вопр. экономики, 1, 1976.