

Р.О.Оганесян, Г.С.Варданян, М.Г.Гезальян, А.А.Карапетян,
В.М.Мурадян

РЕЗУЛЬТАТЫ НЕКОТОРЫХ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ, ГИДРОХИМИЧЕСКИХ И МИКРО- БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА НЕКОТОРЫХ ОСНОВНЫХ ПРИТОКАХ ОЗЕРА СЕВАН

В последние десятилетия в бассейне оз.Севан отмечается бурное развитие сельского хозяйства, промышленности и строительства различных объектов. Метеорологические и гидрологические условия бассейна можно считать неизменными. Вместе с тем после понижения уровня озера на 19 м соотношение объема воды притоков Большого Севана к его нынешнему объему увеличилось вдвое. Все это наряду с другими обстоятельствами создали серьезные опасения значительного увеличения загрязняющей нагрузки притоков, усиления их эвтрофирующего влияния на озеро. Возможно, вышеперечисленные факты явились важными компонентами комплекса эвтрофирующих факторов олиготрофного оз.Севан. В аспекте всего сказанного приобретает особое значение изучение состояния притоков озера как важных составляющих загрязняющего комплекса его бассейна. Исходя из сказанного мы задались целью проследить за процессами загрязнения и самоочищения на ряде участков некоторых основных притоков оз.Севан - р. Масрик, Макенис, Гаварагет и Арпа и в связи с этим установить корреляцию между указанными процессами, с одной стороны, и гидрофизическими, гидрохимическими и микробиологическими характеристиками, с другой. Удельная электропроводность водных масс притоков оз.Севан и их более подробная микробиологическая характеристика исследованы впервые.

М а т е р и а л и м е т о д и к а. Материалом для наших исследований служили данные по температуре, удельной электропроводности, бихроматной и перманганатной окисляемости воды притоков и численность гетеротрофных бактерий в ней на различных участках. Пробы воды брались с 4 мест на р.Масрик, с 3 - на р.Макенис, с 1- в приустьевых районах притока Арпа и р.Гаварагет.

Температура воды измерена ртутными термометрами.

Удельная электропроводность воды определена как обратная величина ее удельного сопротивления, которое измерялось в пробах

воды с помощью ячейки с платиновыми плоскопараллельными электродами и универсального моста типа Р-577 на переменном токе частотой 1000 Гц. На такой частоте тока предотвращаются процессы поляризации. Удельное сопротивление воды определялось сразу после отбора проб. Величины удельной электропроводности рассчитаны на 18°C с помощью таблиц В.Г. Долгова (1954).

Перманганатная и бихроматная окисляемость воды определены по общепринятой методике (Алекин, Семенов, Скопинцев, 1973).

Численность гетеротрофных бактерий учитывалась на питательной среде МПА поверхностным методом посева (разведения 1:10 и 1:100). Инкубация при 28°C 5-6 дней.

Схематическая карта исследуемой части оз.Севан, его притоков и расположения мест отбора проб на них приведена на рис. I. Некоторые данные, характеризующие исследованные реки и станции на них, приведены в табл. I.

Таблица I

Некоторые характеристики исследуемых притоков оз.Севан и их участков

Притоки	Площадь* водосбора, км ²	Среднего- довой рас- ход в 1982 г. Станции м ³ /с	Расстояние стан- ций от устьев, км
Масрик	637	3,7	C ₁ 38
			C ₂ 35
			C ₃ 10
			C ₄ 0,1
Макенис	116	1,0	C ₅ 14
			C ₆ 4
			C ₇ 0,1
Арпа	-	5,4	- 0,1
Гаварагет	467	2,9	- 0,1

* приводятся по данным Армянского республиканского управления по гидрометеорологии и контролю природной среды

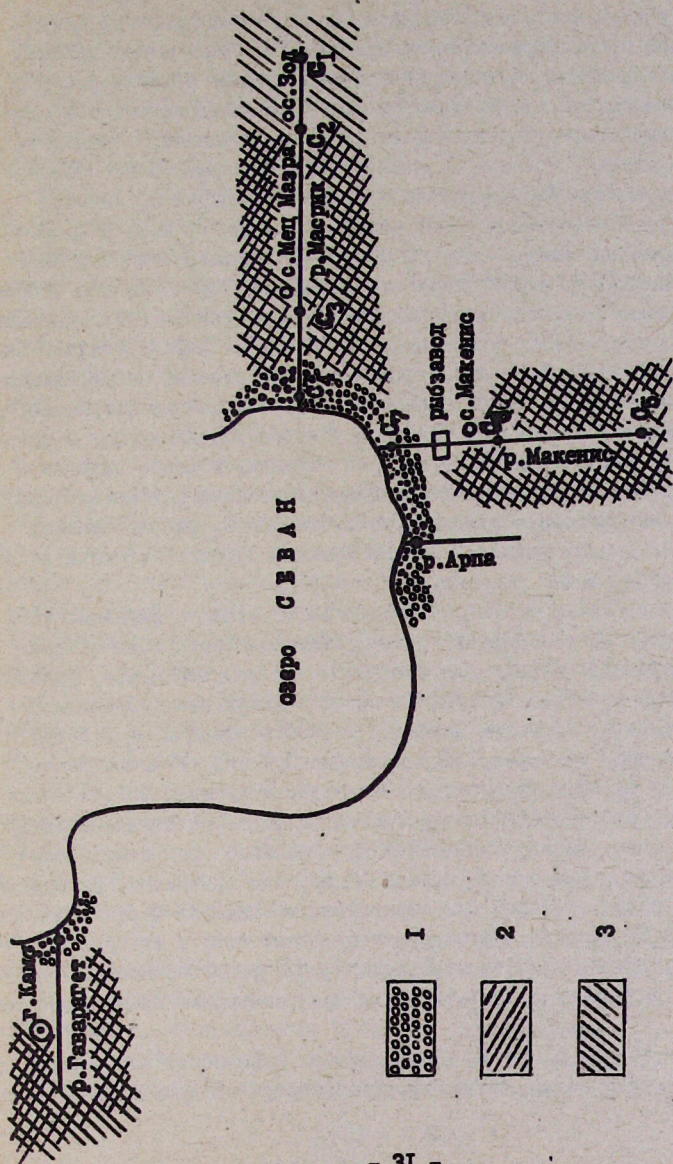


Рис. I. Схематическая карта части оз. Севан, некоторых его основных притоков и распределения точек отбора проб воды: 1 - лесонасаждения; 2 - площадь, занятая под земледелием; 3 - пастбища

Река Масрик. Одна из полноводных притоков озера. Берет начало с гор Варденисского хребта (1000-1500 м над уровнем озера), подверженных интенсивной эрозии в районе течения реки. В реку попадает большое количество материала аллювиального и плавниального характера. Вода в основном мутная. Станция C_1 находится в узком ущелье, станция C_2 расположена непосредственно после населенного пункта Зод. Недалеко от реки до станции C_2 имеются животноводческие фермы, участок между станциями C_1 и C_2 подвергается интенсивному загрязнению бытовыми и промышленными стоками. После станции C_2 р. Масрик течет по равнине, которая активно используется сельским хозяйством, вспахивается, удобряется всевозможными удобрениями, применяются различные ядохимикаты. Хорошо развито животноводство. Станция C_3 расположена непосредственно после большого села Мец Мазра, и, естественно, река в этом районе загрязняется всевозможными отбросами. На равнинном участке берега крутые и покрытые высшей растительностью, которая появляется после паводка в апреле-мае. Вокруг озера имеются лесонасаждения в полосе шириной около двух километров. Грунт илистый, Станция C_4 расположена на расстоянии 100 м от устья, в районе станции скорость течения реки в августе около 1 м/с.

Река Макенис. Берет начало также с Варденисского хребта, быстротечная, берега крутые, малозерозийные. Вода сравнительно прозрачная. Станция C_5 находится в глубоком ущелье, далеко от населенных пунктов, на склонах часто пасется скот. Станция C_6 расположена перед селением Макенис. В районе станции C_6 в августе скорость течения реки равнялась примерно 0,7 м/с. Участок между точками C_5 и C_6 не подвергается интенсивному влиянию бытовых загрязнений, но скотоводство является важным фактором загрязнения этого участка реки. Имеются сравнительно небольшие удобрения сельскохозяйугодия в бассейне этого участка. Ниже селения Макенис находится рыболовный завод, который для своих нужд использует часть воды этой реки. Точка C_7 расположена недалеко от устья (100 м от него), берега здесь крутые, покрыты зарослями высшей растительности. Грунт в основном галечники с примесью ила, приносимого во время весенних паводков.

Приток Арпа. Берет начало в Зангезурском горном массиве. На реке после города-курорта Джермук сооружено Кечутское

водохранилище, откуда начинается Арпа-Севанский водовод, протяженностью 48 км. После выхода из тоннеля (находящегося на расстоянии около 1,5 км от берега озера) вода поступает в озеро по равнине. По обе стороны имеются лесонасаждения. Берега пологие, обросшие высшей растительностью. В районе отбора проб грунт притока илистый. Станция находится в 100 м от устья.

Река Гаварагет. На реке много населенных пунктов, районный центр г. Камо с развитой промышленностью. Бытовые и промышленные стоки населенных пунктов и г. Камо поступают прямо в реку. Город Камо находится примерно в 5 км от устья. В бассейне реки хорошо развито интенсивное земледелие и животноводство. Река сильно подвергается всевозможным факторам загрязнения. Место отбора проб на 150 м от устья, берега на протяжении 3-4 км от устья крутые, лесистые. Грунт песчано-илистый. В воде много взвесей.

Результаты и обсуждения.

Река Масрик. Полученные результаты показывают, что как по средним значениям параметров за период июнь-ноябрь, так и по месяцам (табл. 2 и рис. 2) отдельные станции значительно отличаются друг от друга по всем исследованным показателям. Это указывает на существенные различия в факторах, влияющих на характеристики водных масс этой реки. По средним за период исследования величинам (табл. 2) температура от станции C_1 к C_4 монотонно возрастает. На точке C_2 другие параметры принимают максимальные значения: удельная электропроводность - 629 мк Сим/см, бихроматная окисляемость - 50,5 мг O_2 /л и численность бактерий 142 тыс. кл./мл. Это указывает на сильно загрязняющее воздействие промышленного и бытового стока населенного пункта Зод. На станции C_3 упомянутые параметры характеризуются сравнительно низкими величинами несмотря на наличие большого населенного пункта Мец Мазра, в непосредственной близости от этой точки. На пункте C_3 средняя удельная электропроводность больше вдвое, окисляемость воды этой части реки примерно в 5 раз и численность гетеротрофных бактерий в ней в 2 раза меньше, чем на станции C_2 . Это свидетельствует о том, что интенсивность загрязняющего воздействия селения значительно ниже по сравнению с интенсивностью процессов самоочищения.

На этой реке между точками C_3 и C_4 на протяжении 10 км до достижения устья в летние месяцы окисляемость воды и количество

Таблица 2

Средние величины удельной электропроводности, бихроматной и перманганатной окисляемости воды и численности гетеротрофных бактерий некоторых основных притоков оз. Севан за июнь-ноябрь 1982 г.

Притоки	Параметры	Станции				Средняя величина по реке
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	
Масрик	Температура, °C	13,0	14,0	14,8	15,2	14,2
	Удельн. эл. пров., мк Сим/см	426	629	296	249	400
	Бихром. окисл., мг O ₂ /л	6,9	50,5	10,7	14,2	20,6
	Числ. бакт., тыс. кл./мл	28,2	142,0	72,0	78,4	80,2
Махенис		C ₅	C ₆	C ₇		
	Температура, °C	9,4	11,8	12,5		11,2
	Удельн. эл. пров., мк Сим/см	71	82	128		94
	Бихром. окисл., мг O ₂ /л	5,5	16,8	7,6		10,0
	Числ. бакт., тыс. кл./мл	32,0	127,0	32,0		63,7
Арпа	Перманг. окисл., мг O ₂ /л	0,87*				0,87
	Числ. бакт., тыс. кл./мл	13,4*				13,4
Газарагет	Перманг. окисл., мг O ₂ /л	4,03*				4,03
	Числ. бакт., тыс. кл./мл	83,7*				83,7

* Средние величины за период май - ноябрь

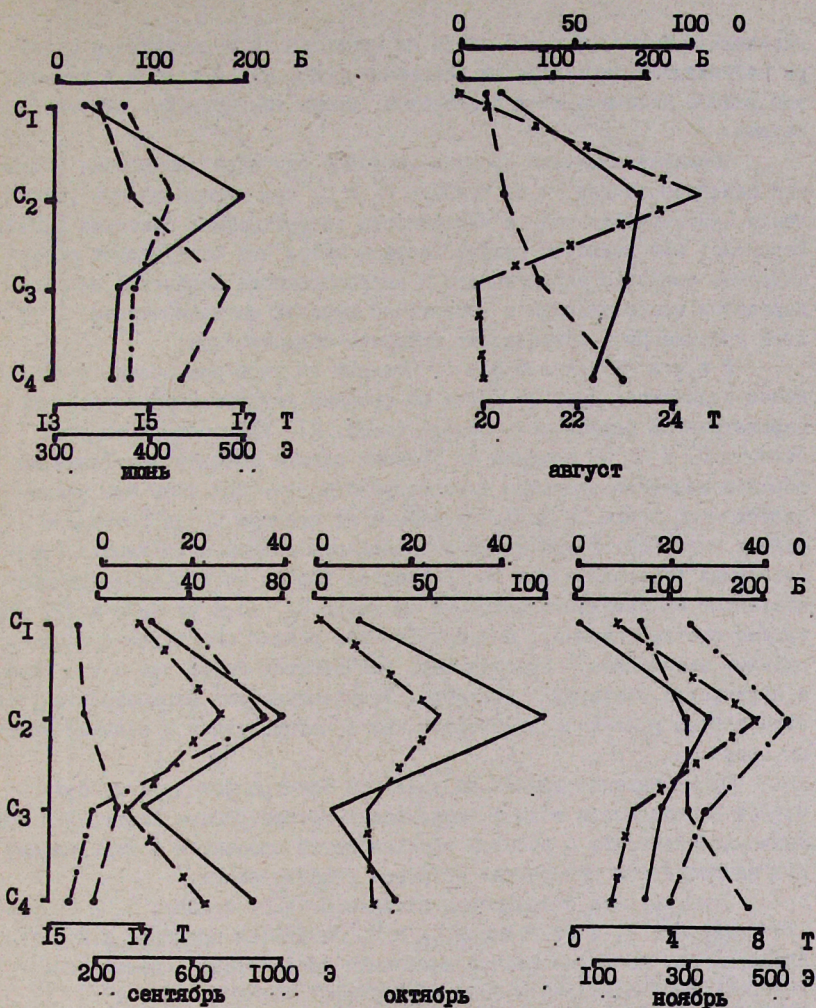


Рис. 2. Динамика температуры (---, Т, °С), удельной электропроводности (— · — · —, Э, мкСм/см), бихроматной окисляемости воды (-х-х-, О, мгО₂/л) и численности гетеротрофных бактерий в ней (—, Б, тыс.кл./мл) по месяцам по р.Масрик; по вертикали С₁, С₂, С₃ и С₄ - точки отбора проб

указанных бактерий в ней почти не меняется, а в сентябре и октябре наблюдается некоторое их повышение (рис. 2). В ноябре в устьевом районе величины всех параметров, кроме температуры, заметно падают.

Обращает внимание продолжающееся в сентябре уменьшение удельной электропроводности от станции C_3 к C_4 при одновременном увеличении окисляемости воды и численности гетеротрофных бактерий в ней. Вероятно, это является свидетельством того, что поступающее органическое вещество терригенного и антропогенного характера не подвергается минерализации с достаточно высокой интенсивностью, и на этом участке реки преобладают процессы седиментации.

Река Макенис. Станции на этой реке также существенно отличаются друг от друга по средним величинам исследованных параметров за период июнь-ноябрь (табл. 2). Температура воды от станции C_5 к C_7 по средним по времени данным повышается. Таким же образом меняется удельная электропроводность. При этом она увеличивается от точки C_5 до C_6 на 16%, а от станции C_6 до устьевого района - на 56%. Бихроматная окисляемость воды и численность гетеротрофных бактерий в ней по средним за период исследований данным достигают максимальных значений на точке C_6 (16,8 мг O_2 /л и 127 тыс. кл./мл соответственно), а в приустьевом районе они характеризуются низкими величинами - окисляемость уменьшается более чем в два раза, а количество бактерий - вчетверо. Уменьшение этих параметров в устьевом районе р.Макенис отмечается как в летние так и в осенние месяцы (рис. 3).

Сопоставление данных по удельной электропроводности, бихроматной окисляемости воды и численности гетеротрофных бактерий в ней позволяет говорить о высокой интенсивности процессов минерализации на последнем четырехкилометровом участке реки.

Отметим, что бихроматная окисляемость от станции C_5 к C_6 увеличивается в 3, а от станции C_6 к C_7 снижается примерно в 2 раза. Аналогичные, но более резкие изменения претерпевает численность гетеротрофных бактерий в воде (табл. 2).

Обращает внимание следующий факт. Средняя за период исследований величина удельной электропроводности в устьевом районе р.Макенис падает по сравнению с вышележащими станциями, в то время как в устьевом районе р.Макенис - наоборот, она увеличивается. При

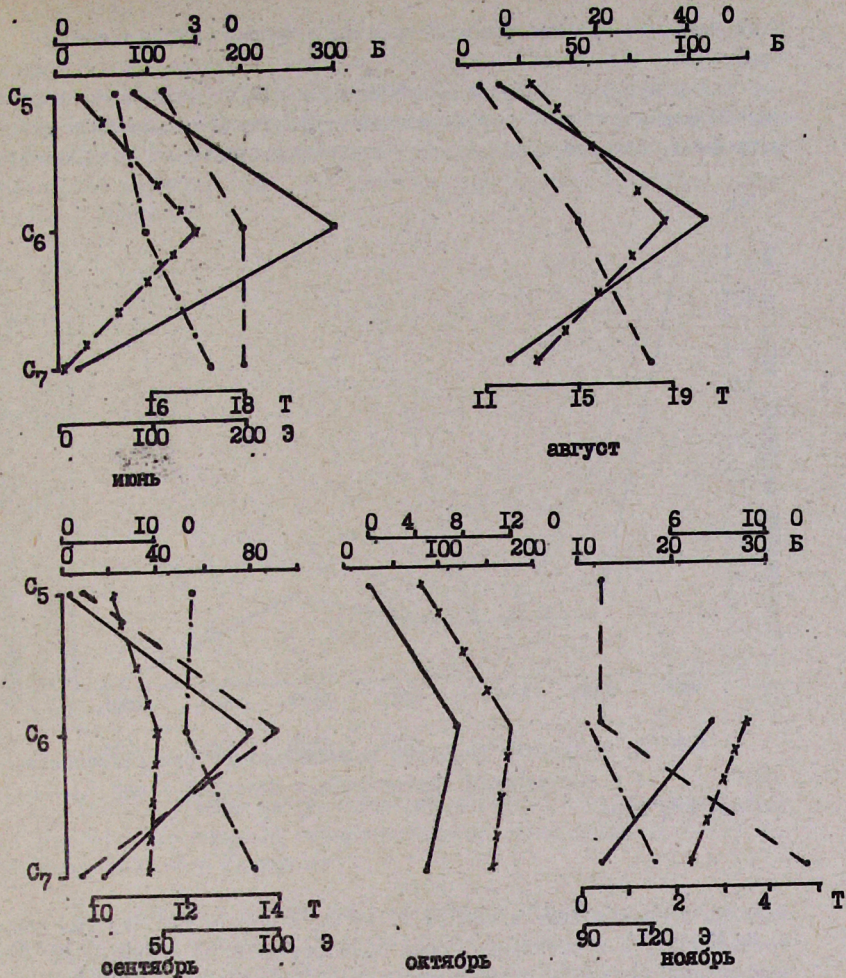


Рис. 3. Динамика температуры (---, T, °C), удельной электропроводности (— · —, Э, мксм/см), бихроматной окисляемости воды (-х-х-, O, мгO₂/л) и численности гетеротрофных бактерий в ней (—, Б, тыс.кл./мл) по месяцам по р.Макенис; по вертикали C₅, C₆ и C₇ - точки отбора проб

этом удельная электропроводность воды р.Масрик всегда выше по сравнению с р.Макенис.

П р и т о к А р п а. Водные массы этого притока отличаются низкой перманганатной окисляемостью и небольшим содержанием гетеротрофных бактерий (рис. 4). Эти параметры принимают сравнительно

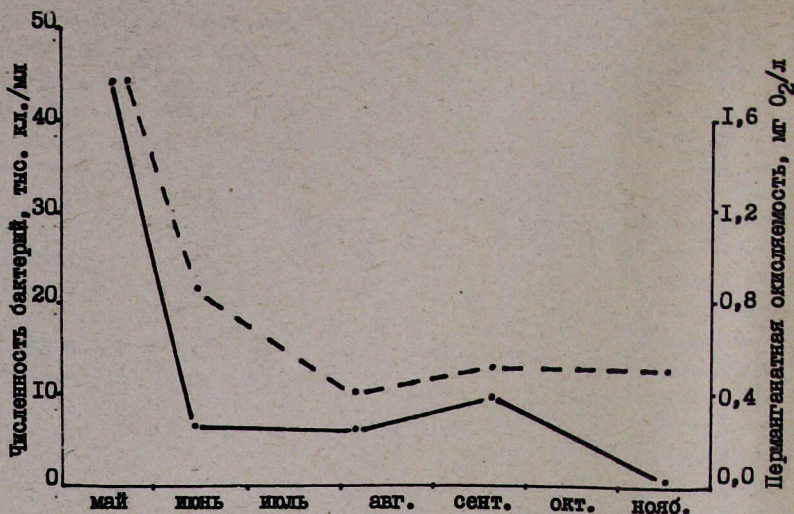


Рис. 4. Временная динамика перманганатной окисляемости воды (---) и численности гетеротрофных бактерий в ней (——) по притоку Арпа

высокие значения лишь в мае (1,79 мг O_2 /л и 44,0 тыс. кл./мл соответственно), а в остальное время года остаются на значительно низком уровне, варьируя в пределах 0,48–0,97 мг O_2 /л, 0,4–10,0 тыс. кл./мл. Такую динамику этих величин, очевидно, следует объяснить тем, что в мае из Кечутского водохранилища в озеро поступают паводковые воды с низкой прозрачностью (1,2 м по белому диску Секки). а в летне-осенние месяцы — сравнительно чистые (прозрачность в июле в водохранилище равнялась 2,5 м).

Река Гаварагет. Перманганатная окисляемость воды и численность гетеротрофных бактерий в ней характеризуется повышенными значениями, что является очевидным свидетельством высокой интенсивности антропогенного и терригенного загрязнения этой реки. При этом временная динамика указанных параметров носит колебательный характер (рис. 5); максимум наблюдается в августе, минимум - в ноябре.

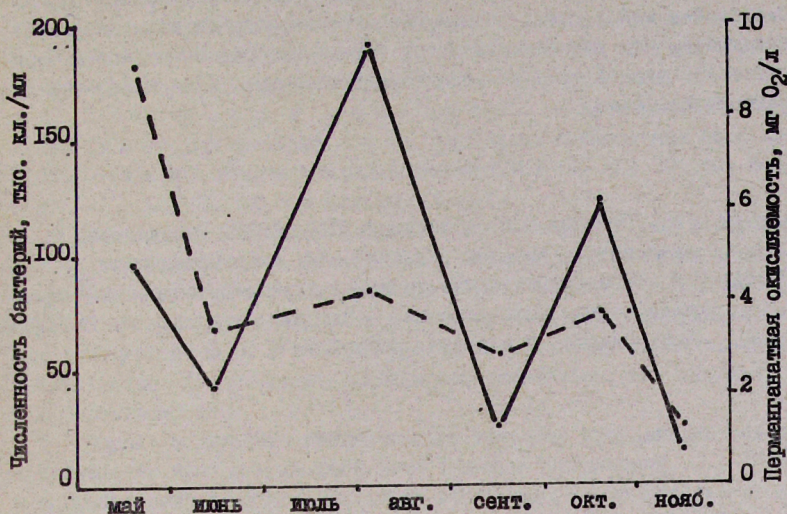


Рис. 5. Временная динамика перманганатной окисляемости воды (---) и численности гетеротрофных бактерий в ней (—) в устьевом районе р.Гаварагет

Возвращаясь к данным табл. 2 следует отметить, что по обобщенным средним величинам (последняя графа таблицы) минерализация вод р.Масрик в 4, окисляемость - в 2 раза больше по сравнению с р.Макенис. Численность гетеротрофных бактерий в речных водах всех исследованных притоков, кроме р.Арпа, одинакового порядка - 64-83 тыс. кл./мл. Водные массы притока Арпа характеризуются очень низкими величинами этих показателей (окисляемость 0,87 мг O₂/л и ко-

личество гетеротрофов 13,4 тыс. кл./мл).

Для сравнения отметим, что удельная электропроводность озерной воды в 1982 г. варьировала в пределах 720–1040 мк Сим/см, перманганатная окисляемость в среднем составляла около 3 мг O_2 /л, численность сапрофитных бактерий в открытой части Большого Севана в среднем за год равнялась около 2000 кл./мл.

Таким образом, сопоставление приведенных данных по удельной электропроводности, окисляемости воды и количеству гетеротрофных бактерий в ней с аналогичными данными для озерной воды позволяет заключить, что речные воды могут заметным образом оказывать отрицательное воздействие на характеристики водных масс прибрежных районов оз.Севан.

Л и т е р а т у р а

- Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. 1973. Руководство по химическому анализу вод суши. Л., Гидрометеониздат.
- Долгов Г.И. 1954. Определение удельной электропроводности в практике водных исследований. – Информ. материалы ин-та ВОДГЕО. Лаб. гидрол. и водохоз. расчетов. М.