

А. А. Никогосян, П. П. Гамбарян, М. Г. Гезальян, Л. И. Хорлашко

Закономерности распределения зоопланктона озера Севан

Регулярные исследования зоопланктона проводились Т. М. Мешковой (1947, 1953, 1975) в основном на двух постоянных станциях Малого и Большого Севана (ст. 4 и 22). Оставалось неясным, насколько эти станции в современных условиях характеризуют зоопланктон озера в целом и насколько они типичны. Для получения общих представлений о процессах, происходящих в озере, необходимо было подробное исследование закономерностей распределения зоопланктона.

Нами изучено распределение зоопланктона на 36 станциях, почти равномерно распределенных по озеру. В среднем на каждые 33 км² приходилась 1 станция. Столь подробное исследование на Севане проводится впервые. В нашей работе использованы средние арифметические для каждой станции по температуре, содержанию кислорода, численности зоопланктеров за V, VIII, IX и X месяцы 1974 г., учитывалась глубина станции. Зоопланктон отбирался сетью Джеди с входным отверстием диаметром 20 см и № газа 59, всего учтены 144 тотальные пробы. Использованы данные свыше 700 анализов кислорода и измерений температуры*.

Для анализа закономерностей распределения зоопланктона использован математический метод классификации в его модификации для количественных признаков (Гамбарян, настоящий сборник). Нами изучена также сопряженность распределения зоопланктеров и остальных параметров. Для этого значения параметров стандартизированы и выражены в процентах от среднего арифметического, после чего сравнивались не станции по параметрам, а параметры по станциям.

Изучены следующие параметры (табл. 1).

Исследование показало, что пелагические станции Малого и Большого Севана с глубинами >25 м (за исключением ст. 9, 11, 14) по распределению зоопланктона и остальных параметров различаются несущественно (табл. 2, рис. 1, №№ ст. 1, 3—7, 16—19, 21—25, 27—33). Существенно отличаются как друг от друга, так и от всех станций литоральные станции с глубиной <15 м (№№ ст. 8, 12, 13, 15, 20, 26, 34—36), а также более глубокие ст. 9, 11, 14.

Если по площади пелагиаль со сходным распределением зоопланктона занимает 70% от озера, то по объему — 90%, то есть в 90% объема озера зоопланктон различается статистически несущественно. Это говорит об однообразии распределения зоопланктона, которое зависит от большой динамичности вод озера, малой расчлененности озера, а также малой способностью зоопланктеров к активной миграции на большие расстояния.

Изучение сходства распределения зоопланктеров, O₂, t° и глубины станции (табл. 3) показало, что сходно распределены все стадии *Cyclops strenuus*, кроме ♀, и *Keratella quadrata*. Их распределение

* Сбор и обработка данных по зоопланктону проведен Никогосян, по температуре—Гезальяном, по кислороду—Хорлашко, а математическую обработку провел Гамбарян.

Таблица 1

Изученные параметры

№ па- раме- тра	параметр	среднее значение
1	глубина в м	28
2	O ₂ мг/л	8
3	температура С°	12,2
4	экземпляр в м ³	162
5	<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenb.)	9200
6	<i>Keratella quadrata</i> (Müll.)	358
7	<i>Polyarthra vulgaris</i> Carl.	1830
8	<i>Hexarthra mira</i> (Huds.)	3130
9	☉ <i>Daphnia longispina</i> O. F. M.	560
10	☉ " "	9500
11	☉ " "	34
12	☉ " "	12
13	☉ " "	65
14	☉ " "	7,4
15	☉ " "	6,9
16	☉ " "	32,5
17	☉ " "	362
18	☉ " "	475
19	☉ " "	853
20	☉ " "	113
21	☉ " "	600
22	☉ " "	14450
23	☉ " "	5500

Таблица 2

Минимальные различия станций в %

№ станций	различие	№ станций	различие	№ станций	различие
26 20	23	33 21	11,7	28 22	7,3
15 20	18,1	21 10	11,1	28 25	7,5
2 11	14,5	24 32	9,6	25 30	8,7
11 8	17,9	32 18	10,8	25 19	10
8 12	17,3	18 10	9,4	25 23	10,9
12 35	14,9	10 4	10,9	30 31	10,7
20 13	14,2	4 7	9,7	6 1	11,1
13 36	14	4 6	9,8	4 3	11,3
36 35	13,3	4 28	10,7	1 5	12,9
35 14	13,7	16 17	9,7	28 9	14,2
14 32	14,3	17 28	9,9	33 34	18,1
27 21	12,6	29 28	5,8		

Доверительный интервал = 7,9 · 1,645 = 13

тесно сопряжено с распределением кислорода и температуры. Очень сильно отличается от всех зоопланктеров и друг от друга распределение разных стадий и полов *Arctodiaptomus spinosus faddeevi*, а также *Polyarthra vulgaris* и *Filinia longiseta*. Сходство распределения циклопа и керателлы, а также тесная сопряженность их распределения с содержанием кислорода и температурой воды говорит о том, что прогревание толщи воды и обогащение ее кислородом способствуют развитию циклопа и керателлы. Распределение остальных зоопланктеров в общем менее зависит от вышеуказанных условий.

Для выяснения вопросов типичности станций изучалось также отличие отдельных станций от станций Малого Севана (МС), Большого Севана (БС) и от станций всего озера (ОЗ) (табл. 4). Естест-

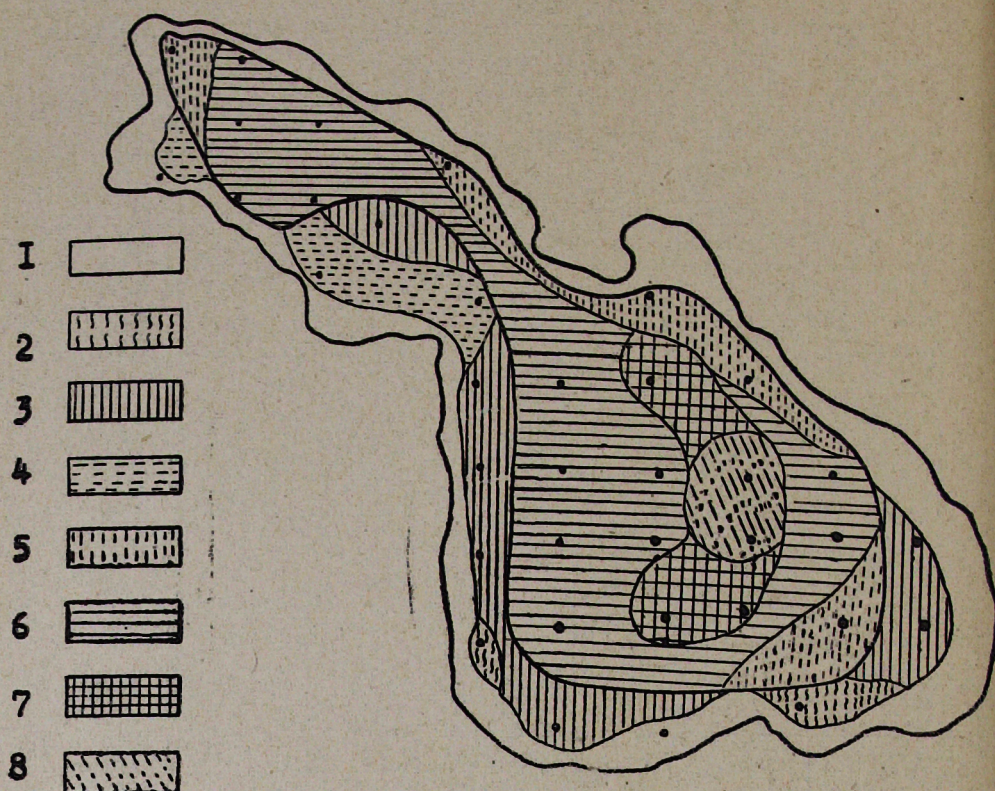


Рис. 1. Жирной линией на карте выделена зона пелагических станций, различия между которыми несущественны. Штриховкой обозначены разные степени различий Д. 1—21—24; 2—18—21; 3—15—18; 4—12—15; 5—9—12; 6—6—9; 7—3—6; 8—0—3.

Таблица 3

Минимальные различия параметров в %

№ параметров	различие	№ параметров	различие
15 10	31.9	22 19	9.1
14 10	23.9	19 2	7.2
12 10	21.7	2 3	3.9
11 8	20.2	19 5	12
10 8	15.9	2 1	15.9
17 8	14.9	19 13	18.6
8 18	13.3	13 9	15.4
18 19	14.1	9 7	19.4
20 19	13.2	18 16	21.2
23 19	12.7	5 4	24.7
21 19	12.1	10 6	26.6

Доверительный интервал $8 \cdot 1.645 = 13.2$

венно считать, что чем меньше среднее отличие станций от других, тем более типична она.

В последней строке табл. 5 указано среднее отличие станций озера друг от друга, средние отличия станций Малого и Большого Севана и средние отличия станций Малого Севана от станций Большого

Таблица 4

Средние отличия станций

№ станции	МС	БС	ОЗ	№	МС	БС	ОЗ	№	МС	БС	ОЗ
1	15	20	18,5	13	23	20,5	21,3	25	18,6	17,5	17,8
2	23,5	25	24,6	14	21	20,2	20,5	26	39	35,2	36,3
3	17,4	22,2	20,9	15	32,2	29,3	30,3	27	20,1	18,5	19,6
4	16,2	19,5	18,6	16	16,7	16,7	16,7	28	17,7	18,1	18
5	16,9	22,5	20,9	17	18,6	17,7	18	29	18,3	19	18,8
6	16,7	21,3	20	18	18	18,3	18,2	30	17,7	17,6	17,7
7	15,6	20,3	19	19	17,5	16,8	17	31	22,4	18,9	20
8	23,3	23	23,1	20	23,3	20,8	21,4	32	18,5	18,8	18,7
9	20,6	25,5	24,2	21	19	18,5	18,7	33	22,6	19,1	20,2
10	16,4	18,6	18	22	18,1	19,9	19,3	34	40	35,2	36,7
11	22,1	23,4	23,1	23	20,2	18,3	18,9	35	22,5	18,9	20,1
12	23	20,6	21,4	24	17,9	19,7	19,1	36	21,7	19,9	20,5

$$\bar{D}_{\text{оз}} = 21 \pm 7,9 \quad \bar{D}_{\text{мс}} = 18,5 \quad \bar{D}_{\text{бс}} = 20,3 \quad \bar{D}_{\text{мс-бс}} = 22,6$$

Севана. Если принять во внимание ошибку средней, то окажется, что отличия станций Большого Севана от станций Малого несущественны.

Наиболее типична для Малого Севана станция № 1, для Большого Севана и всего озера ст. № 16. Наименее типична станция № 34, 26, 15, а для Малого Севана — № 2 и 9.

Для рассмотрения устойчивости полученных результатов для разных сезонов 1974, 1975, 1976 гг. (по которым у нас не было данных по всем 36 станциям) численности зоопланктеров, данные по температуре и кислороду преобразовались так же, как и в нашем исследовании (то есть рассчитывались величины Y_i) и сравнивались с данными за изученный период. В 70% случаев различия были минимальными с тем же номером станции, а в остальных случаях минимальное различие было с другим номером станции, статистически несущественно отличающимся от данного номера. Это говорит о достаточной репрезентативности полученного распределения и возможности его экстраполяции.

Основным результатом исследования надо считать то, что для обобщения численностей зоопланктеров на пелагиаль вполне можно усреднять показатели пелагических станций и обрабатывать среднюю пробу с пересчетом на объем или поверхность пелагиали. Весовыми коэффициентами для определения средних по озеру под m^2 могут служить и числа станций—для пелагиали Малого Севана 7, Большого Севана—16, для пелагиали всего озера—23. Остальные станции, существенно отличающиеся как друг от друга, так и пелагических станций, для выведения средних по озеру могут использоваться с весовыми коэффициентами 1. Коэффициент вариации оценок различия

$$C = \frac{7,9}{21} \cdot 100 = 38\%. \text{ Это говорит о большой случайной вариабельности}$$

данных. Киселев (1969) показывает, что из-за большой случайной изменчивости численностей зоопланктеров различиям в 2—4 раза можно не придавать значения. Для увеличения точности наших суждений необходимо увеличение числа проб, что повысит трудоемкость обработки данных. Разумно было бы обрабатывать среднюю выборку из большого числа проб.

ЛИТЕРАТУРА

- Гамбарян П. П. Распределение макрофитов оз. Севан, наст. сборник.
Киселев И. А. Планктон морей и континентальных водоемов, т. I, «Наука», Л., 1969.
Мешкова Т. М. Зоопланктон озера Севан. Труды Севанск. гидробиол. станции, IX, 1947: 1—67.
Мешкова Т. М. Зоопланктон озера Севан. Труды Севанск. гидробиол. станции, XIII, 1953: 5—170.
Мешковец Т. М. Закономерности развития зоопланктона в оз. Севан, Ереван, 1975.