
ЗООПЛАНКТОН, ЗООБЕНТОС,
ЗООПЕРИФИТОН

УДК 574.583(285.2):591

**МЕЖГОДОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
И СТРУКТУРЫ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЛИТОРАЛЬНОЙ ЗОНЫ
И ПЕЛАГИАЛИ оз. СЕВАН (АРМЕНИЯ) ПРИ КОЛЕБАНИЯХ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И БИОМАССЫ РЫБ.
II. ОСЕННИЙ ЗООПЛАНКТОН**

© 2019 г. А. В. Крылов^{1, *}, А. О. Айрапетян², А. И. Цветков¹, Ю. В. Герасимов¹,
М. И. Малин¹, Б. К. Габриелян²

¹Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук,
пос. Борок, Некоузский р-н, Ярославская обл., 152742 Россия

²Институт гидроэкологии и ихтиологии НАН РА, ул. Паруйра Севака, 7, Ереван, 0014 Армения

*e-mail: krylov@ibiw.yaroslavl.ru

Поступила в редакцию 25.05.2018 г.

После доработки 12.11.2018 г.

Принята к публикации 24.12.2018 г.

Межгодовые изменения количественных характеристик и структуры зоопланктона пелагиали и литоральной зоны оз. Севан в октябре определялись рядом факторов, среди которых ведущее влияние оказывала биомасса основного планктофага — сига (*Coregonus lavaretus* Linnaeus, 1758). При снижении биомассы сига, минимальном повышении уровня воды и высоких среднемесячных за период апрель—октябрь температурах воздуха формировались наиболее богатые сообщества за счет Cladocera. В литоральной зоне на зоопланктон воздействует множество неучтенных факторов, а влияние рыб-планктофагов, обитающих преимущественно в глубоководных участках, выражено слабее. Значительное увеличение биомассы рыб-планктофагов в 2016–2017 гг. привело к сокращению количественных характеристик зоопланктона, в результате чего снизилась прозрачность воды.

Ключевые слова: Севан, зоопланктон, межгодовая изменчивость, численность, биомасса, ветвистые ракообразные, атмосферные осадки, температура воздуха, уровень воды, ихтиомасса

DOI: 10.1134/S0320965219040090

ВВЕДЕНИЕ

В работе [6] нами рассмотрено влияние факторов среды, уровня режима, температуры воздуха, количества атмосферных осадков и ихтиомассы, на межгодовые изменения летнего зоопланктона оз. Севан. Однако количественные характеристики и структура зоопланктона в разные сезоны значительно варьируют [4, 5] и его реакция на влияние одних и тех же факторов может быть различной.

Цель работы — описание межгодовых изменений осеннего зоопланктона литоральной зоны и пелагиали оз. Севан в условиях колебаний плотности рыбного населения и метеорологических условий.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Зоопланктон собирали на 30–40 станциях литоральной зоны (глубина 0.5–10 м) и пелагиали (>15 м) Большого и Малого Севана в октябре

2009, 2011–2014, 2016 и 2017 гг. Методы сбора проб даны в работе [6]. Камеральную обработку проводили по стандартной методике [3], биомассу рассчитывали с учетом размеров организмов [2]. Для анализа изменений метеорологических условий использовали данные, представленные в открытом доступе (<http://armstatbank.am>). Прозрачность воды определяли диском Секки, ихтиомассу — методами эхолокации [4]. Статистический анализ включал проверку нормальности распределения по критерию Колмогорова–Смирнова, достоверность различий показателей зоопланктона оценивали с помощью дисперсионного анализа ($p < 0.05$, ANOVA), для определения связей характеристик беспозвоночных с имеющимися факторами среды использовали коэффициент корреляции Пирсона ($p < 0.05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Максимальная среднемесячная температура воздуха в октябре отмечена в 2012 г., минимальная — в 2011 г., в среднем за период с апреля по октябрь —

Таблица 1. Среднемесячная температура воздуха и сумма осадков в годы проведения исследований

Месяц	2009 г.		2011 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.		2016 г.		2017 г.	
Температура, °C														
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
I	−6.9	−0.1	−5.0	1.8	−5.0	1.8	−5.1	1.7	−5.2	1.6	−5.6	1.2	−6.5	0.3
II	−2.1	3.7	−5.9	−0.1	−7.9	−2.1	−2.4	3.4	−4.4	1.4	−0.9	4.9	−7.2	−1.4
III	−0.5	0.9	−1.0	0.4	−4.5	−3.1	0.8	2.2	2.1	3.5	1.7	3.1	−0.7	0.7
IV	2.6	−2.3	4.4	−0.5	7.1	2.2	6.4	1.5	6.5	1.6	6.6	1.7	4.4	−0.5
V	9.7	0.1	9.5	−0.1	11.3	1.7	10.3	0.7	11.9	2.3	10.3	0.7	9.6	0.0
VI	13.8	0.4	14.6	1.2	15.4	2.0	14.1	0.7	14.8	1.4	14.1	0.7	14.0	0.6
VII	17.0	−0.1	18.7	1.6	16.7	−0.4	16.9	−0.2	18.1	1.0	17.2	0.1	18.1	1.0
VIII	14.7	−2.0	17.4	0.7	19.0	2.3	16.3	−0.4	19.7	3.0	19.2	2.5	19.2	2.5
IX	11.4	−1.8	13.0	−0.2	14.3	1.1	13.6	0.4	14.6	1.4	12.7	−0.5	16.6	3.4
X	9.5	2.5	6.1	−0.9	9.9	2.9	6.7	−0.3	7.1	0.1	6.7	−0.3	7.8	0.8
Среднее за IV–X	11.2	−0.5	12.0	0.3	13.4	1.7	12.0	0.3	13.2	1.5	12.4	0.7	12.8	1.1
Осадки, мм														
	1*	2	1*	2	1*	2	1*	2	1*	2	1*	2	1*	2
I	17.4	−17.6	40.5	5.5	32.0	−3.0	56.9	21.9	40.2	5.2	75.3	40.3	12.0	−23.0
II	27.0	−14.0	66.5	25.5	54.0	13.4	37.2	−3.8	8.1	−32.9	32.4	−8.6	6.5	−34.5
III	43.3	−8.7	46.2	−5.8	37.0	−15.2	54.7	2.7	54.4	2.4	50.0	−2.0	26.0	−26.0
IV	91.4	20.4	110.7	39.7	37.0	−34.4	48.7	−22.3	49.6	−21.4	38.9	−32.1	44.0	−27.0
V	29.2	−58.8	110.8	22.8	82.0	−6.3	102.4	14.4	90.8	2.8	80.0	−8.0	181.0	93.0
VI	26.1	−44.9	56.2	−14.8	55.0	−15.7	59.6	−11.4	65.6	−5.4	90.8	19.8	58.0	−13.0
VII	62.5	18.5	51.8	7.8	78.0	33.7	44.2	0.2	43.9	−0.1	69.8	25.8	43.0	−1.0
VIII	14.7	−18.3	39.7	6.7	14.0	−18.8	26.5	−6.5	21.1	−11.9	23.4	−9.6	9.7	−23.3
IX	72.1	44.1	23.7	−4.3	27.0	−0.7	26.7	−1.3	53.5	25.5	43.0	15.0	111.0	83.0
X	12.7	−37.3	49.1	−0.9	36.0	−13.9	22.3	−27.7	40.1	−9.9	49.8	−0.2	55.0	5.0
Сумма за IV–X	44.1	−10.9	63.1	8.1	47.0	−8.0	47.2	−7.8	52.1	−2.9	56.5	1.5	71.7	16.7

Примечание. 1 — среднемесячная температура воздуха; 1* — сумма осадков, 2 — отклонение от среднеегоголетней нормы.

в 2012, 2014 и 2009 гг. соответственно (табл. 1). В 2009 г. обнаружено наибольшее отклонение от нормы в сторону уменьшения температуры, в 2012, 2014 и 2017 гг. — в сторону увеличения. Максимальная сумма осадков в октябре наблюдалась в 2017, 2016 и 2011 гг., минимальная — в 2009 г., в период с апреля по октябрь — в 2017 и 2009 гг. соответственно (табл. 1). Наибольшее отклонение от нормы в сторону увеличения количества осадков отмечено в 2017 г. и в сторону уменьшения — в 2011 г. Уровень воды в период изучения увеличился на 1.56 м (табл. 2), максимальные повышения по сравнению с предыдущим годом было в 2011 и 2012 гг. — 0.46 и 0.44 м соответственно, в 2016 г. оно составило 0.27 м, в 2009 и 2014 гг. — 0.07 м, а в 2013 и 2017 гг. уровень снижался на 0.03 и 0.04 м соответственно. Прозрачность воды в 2009 г. в среднем была 4.8 ± 0.4 м, в 2011–2014 гг. — 9.7 ± 0.4 м, а в 2016 и 2017 гг. уменьшилась до 7.5 ± 0.1 и 6.1 ± 0.2 м соответственно.

Минимальная ихтиомасса в озере зарегистрирована в 2009 и 2011 гг., в 2012 г. она повысилась в 1.5 раза и, постепенно увеличиваясь, достигла максимума в 2017 г. за счет сига (*Coregonus lavaretus* Linnaeus, 1758) (табл. 2). При этом основу биомассы рыб он составлял только в 2016 и 2017 гг. (в среднем

87.1%), ранее доминировал серебряный карась (*Carassius auratus gibelio* Bloch., 1783) (75.9–95.5%).

Литоральная зона. Среднее количество видов зоопланктона в пробе варьировало незначительно, однако в 2016 г. число обнаруженных таксонов было минимальным и достоверно различалось с таковым в 2011 и 2012 гг. (табл. 3). Количество видов Rotifera в 2009 г., статистически значимо превышало значения 2013, 2014, 2016, 2017 гг., а в 2011 г. — значения 2013 и 2016 гг. Так же достоверно в 2009 г. ниже, чем в остальные годы (кроме 2011 г.) было количество видов Cladocera, а их минимум зарегистрирован в 2016 и 2017 гг.

Максимальная численность зоопланктона отмечена в 2013 и 2014 гг. за счет ракообразных (табл. 3). В 2012 г. наибольшей численности достигали коловратки. Достоверных различий индекса Шеннона, рассчитанного по численности, в разные годы не выявлено (табл. 3). Основу численности составляли веслоногие ракообразные, лишь в 2016 г. максимальная доля принадлежала ветвистоусым ракообразным.

Биомасса зоопланктона значительно варьировала, наиболее высокие величины отмечены в 2013 и 2014 гг. за счет Cladocera, наибольшая биомасса Rotifera была в 2009 г., Copepoda — в 2011, 2014 и 2016 гг. (табл. 3). Основу биомассы состав-

ляли Cladocera, лишь в 2009 и 2017 гг. преобладали веслоногие ракообразные (табл. 3). Максимальная доля коловраток в общей биомассе отмечена в 2009 г.

Изменения количественных характеристик зоопланктона связаны в основном с колебаниями численности и биомассы Cladocera, среди которых доминировали *Daphnia* (*Daphnia*) *longispina* O.F. Müller, *D. (Ctenodaphnia)* *magna* Straus и *Diaphanosoma lacustris* Kořínek. Наиболее многочисленной была *Diaphanosoma lacustris*, в 2009 г. она преобладала и по биомассе (табл. 4). В последующие годы лидирующую позицию по биомассе постепенно заняла *Daphnia magna*, регистрирующаяся в составе зоопланктона с 2011 г. и достигшая максимальной биомассы в 2013 г. Однако в 2016 и 2017 гг. по биомассе вновь преобладала *Diaphanosoma lacustris*.

Пелагиаль. В течение периода изучения достоверных различий удельного количества видов зоопланктеров не обнаружено, хотя статистически значимо различалось количество видов отдельных таксономических групп (табл. 5). Так, максимальное количество видов коловраток зарегистрировано в 2009 г., веслоногих ракообразных — в 2013 г., наименьшее количество видов ветвистоусых отмечено в 2016 и 2017 гг.

Наибольшая численность зоопланктона и его отдельных таксономических групп зарегистрирована в 2012 и 2013 гг., наименьшая — в 2016 и 2017 гг. (табл. 5). Минимальная величина индекса Шеннона, рассчитанного по численности, отмечена в 2012 г. и она статистически значимо различалась с таковыми в 2009, 2011 и 2016 гг. Основу численности зоопланктона в 2009, 2011, 2013 и 2014 гг. составляли Copepoda, в 2012 и 2017 гг. — Rotifera, лишь в 2016 г. — Cladocera. Среди ветвистоусых ракообразных наибольшей численностью и долей в общей численности отличалась *Diaphanosoma lacustris*, при этом максимальные величины зарегистрированы в 2012–2014 гг., минимальные — в 2016–2017 гг. (табл. 6). После появления в составе зоопланктона *Daphnia magna* численность нативного вида *D. longispina* снизилась, исключение наблюдалось лишь в 2012 г.

Биомасса зоопланктона варьировала в значительных пределах, максимальные значения зарегистрированы в 2013 и 2014 гг. и они достоверно превышали таковые 2009, 2011, 2016 и 2017 гг. (табл. 5). Аналогично изменялась и биомасса ветвистоусых ракообразных. Наибольшая биомасса коловраток обнаружена в 2009 и 2012 гг., наименьшая — в 2014 г., веслоногих ракообразных — в 2009 и 2017 гг. соответственно. Основу биомассы в 2009 и 2017 гг. составляли веслоногие ракообразные, в остальные годы — ветвистоусые. Среди Cladocera в 2009, 2016 и 2017 гг. по биомассе преоб-

Таблица 2. Изменения уровня воды и ихтиомассы в оз. Севан

Год	Уровень воды, м		Ихтиомасса, т		
	текущий год	разница с предыдущим годом	карась	сиг	общая
2009	1898.86	0.07	229	69	298
2011	1899.69	0.46	256	12	268
2012	1900.13	0.44	365	54	419
2013	1900.10	−0.03	394	122	516
2014	1900.17	0.07	425	135	560
2016	1900.46	0.27	98	450	548
2017	1900.42	−0.04	47	554	601

ладала *Diaphanosoma lacustris*, а с 2011 до 2014 г. — *D. magna* (табл. 6).

Анализ корреляционных связей показал, что уровень воды был связан с количеством осадков с января по октябрь ($r = 0.55$) и с апреля по октябрь ($r = 0.43$). В литоральной зоне с уровнем воды коррелировало количество видов зоопланктеров в пробе ($r = -0.33$), Cladocera ($r = -0.47$) и биомасса *Daphnia longispina* ($r = -0.35$), с количеством осадков в период с апреля по октябрь — численность всего зоопланктона ($r = -0.42$), Rotifera ($r = -0.33$), Copepoda ($r = -0.41$), Cladocera ($r = -0.38$), *D. magna* ($r = -0.27$) и *Diaphanosoma lacustris* ($r = -0.39$), биомасса всего зоопланктона ($r = -0.27$), Copepoda ($r = -0.29$), Cladocera ($r = -0.27$), *Daphnia magna* ($r = -0.25$) и *Diaphanosoma lacustris* ($r = -0.34$).

В пелагиали число связанных с уровнем воды характеристик планктонных беспозвоночных было больше: число видов Rotifera ($r = 0.39$), Cladocera ($r = -0.56$), численность и биомасса всего зоопланктона ($r = -0.35$ и -0.34 соответственно), веслоногих ($r = -0.40$ и -0.30) и ветвистоусых ($r = -0.38$ и -0.34) ракообразных, *Daphnia magna* ($r = -0.31$ и -0.31), *Diaphanosoma lacustris* ($r = -0.36$ и -0.33), а также биомасса *Daphnia longispina* ($r = -0.24$). При сравнении с количеством осадков коэффициенты корреляции часто были выше: численность и биомасса всего зоопланктона ($r = -0.55$ и -0.42 соответственно), Copepoda ($r = -0.29$ и -0.45), Cladocera ($r = -0.59$ и -0.40), Rotifera ($r = -0.29$ и -0.25), *D. magna* ($r = -0.37$ и -0.35) и *Diaphanosoma lacustris* ($r = -0.58$ и -0.55).

В литоральной зоне озера также обнаружена корреляция численности Rotifera ($r = 0.35$) и биомассы Copepoda ($r = -0.24$) с температурой воздуха в октябре, со среднемесячной температурой воздуха с апреля по октябрь коррелировала только биомасса Copepoda ($r = -0.27$). В пелагиали отмечены положительные коэффициенты корреляции численности и биомассы Rotifera ($r = 0.63$ и 0.60 соответственно), *Diaphanosoma lacustris* ($r = 0.30$ и 0.45), численности Cladocera ($r = 0.32$), всего зоо-

Таблица 3. Число видов (S), численность (N), индекс Шеннона, рассчитанный по численности (H_N , бит/экз.), и биомасса (B) зоопланктона в литоральной зоне оз. Севан

Группа	2009 ¹ г.	2011 ² г.	2012 ³ г.	2013 ⁴ г.	2014 ⁵ г.	2016 ⁶ г.	2017 ⁷ г.	F	p
S									
Rotifera	$3.9 \pm 0.6^{*,4-7}$	$3.4 \pm 0.6^{*,3,6}$	3.0 ± 0.5	2.0 ± 0.3	2.4 ± 0.5	2.2 ± 0.2	2.8 ± 0.2	2.84	0.0151
Copepoda	$1.5 \pm 0.2^{*,3-7}$	2.0 ± 0.1	2.4 ± 0.2	2.5 ± 0.3	2.6 ± 0.4	2.2 ± 0.1	2.6 ± 0.2	2.85	0.0148
Cladocera	2.3 ± 0.4	$3.1 \pm 0.3^{*,6,7}$	$2.9 \pm 0.6^{*,6,7}$	$2.5 \pm 0.5^{*,7}$	$2.4 \pm 0.3^{*,7}$	1.9 ± 0.1	1.5 ± 0.1	3.77	0.0025
Всего	7.7 ± 0.9	$8.5 \pm 0.8^{*,6}$	$8.3 \pm 0.9^{*,6}$	7.4 ± 1.1	7.4 ± 0.8	6.3 ± 0.2	6.8 ± 0.4	1.53	0.1791
N									
Rotifera	$\frac{2.7 \pm 1.2^{*,3}}{31.4 \pm 6.4^{*,2-4}}$	$\frac{2.9 \pm 1.0^{*,3}}{12.9 \pm 4.2^{*,3,7}}$	$\frac{14.3 \pm 5.7^{*,5-7}}{33.8 \pm 4.6^{*,4,5}}$	$\frac{8.4 \pm 3.9}{11.1 \pm 4.6^{*,7}}$	$\frac{3.0 \pm 1.4}{5.0 \pm 1.7^{*,6,7}}$	$\frac{3.3 \pm 0.7}{20.9 \pm 4.1^{*,7}}$	$\frac{2.8 \pm 0.7}{32.2 \pm 4.9}$	3.90 4.75	0.0019 0.0004
Copepoda	$\frac{5.3 \pm 2.6^{*,4,5}}{49.1 \pm 6.3}$	$\frac{12.4 \pm 3.2^{*,4,5}}{51.5 \pm 4.9}$	$\frac{12.0 \pm 3.9^{*,4,5}}{40.8 \pm 6.7}$	$\frac{60.1 \pm 21.8^{*,6,7}}{59.1 \pm 4.8}$	$\frac{40.4 \pm 11.9^{*,6,7}}{61.7 \pm 4.9}$	$\frac{6.3 \pm 0.9}{36.8 \pm 2.7}$	$\frac{2.8 \pm 0.4}{43.1 \pm 3.0}$	8.83 4.10	0.0000 0.0013
Cladocera	$\frac{1.3 \pm 0.4^{*,4,5}}{19.5 \pm 3.6}$	$\frac{8.2 \pm 1.7^{*,4}}{35.6 \pm 5.6}$	$\frac{12.0 \pm 5.0^{*,4}}{25.4 \pm 4.8}$	$\frac{39.6 \pm 19.1^{*,5-7}}{29.8 \pm 6.5}$	$\frac{19.8 \pm 6.9}{33.3 \pm 5.7}$	$\frac{8.0 \pm 1.6}{42.3 \pm 4.3}$	$\frac{1.6 \pm 0.3}{24.7 \pm 3.2}$	4.88 3.30	0.0003 0.0061
Общая	$9.3 \pm 3.3^{*,4,5}$	$23.5 \pm 5.1^{*,4}$	$38.3 \pm 13.6^{*,4}$	$108.1 \pm 44.0^{*,5-7}$	$63.2 \pm 19.1^{*,6,7}$	17.7 ± 2.4	7.3 ± 1.2	6.48	0.0000
H_N									
	2.16 ± 0.10	2.32 ± 0.08	2.35 ± 0.06	2.16 ± 0.19	2.15 ± 0.11	2.14 ± 0.12	2.26 ± 0.10	0.50	0.8042
B									
Rotifera	$\frac{0.092 \pm 0.050^{*,2-7}}{22.4 \pm 6.5^{*,2-7}}$	$\frac{0.001 \pm 0.000}{0.4 \pm 0.3}$	$\frac{0.004 \pm 0.001}{0.5 \pm 0.1}$	$\frac{0.002 \pm 0.001}{1.3 \pm 1.2}$	$\frac{0.001 \pm 0.001}{0.1 \pm 0.0}$	$\frac{0.003 \pm 0.001}{0.3 \pm 0.1}$	$\frac{0.002 \pm 0.001}{1.4 \pm 0.6}$	3.58 11.47	0.0036 0.0000
Copepoda	$\frac{0.282 \pm 0.152^{*,4}}{55.3 \pm 8.2^{*,4,5}}$	$\frac{0.519 \pm 0.128^{*,4}}{41.6 \pm 7.6}$	$\frac{0.261 \pm 0.077^{*,4}}{36.5 \pm 10.2}$	$\frac{1.094 \pm 0.457^{*,5-7}}{28.6 \pm 10.6^{*,7}}$	$\frac{0.516 \pm 0.154}{24.1 \pm 9.5^{*,7}}$	$\frac{0.433 \pm 0.060}{45.6 \pm 6.0}$	$\frac{0.185 \pm 0.038}{58.5 \pm 5.4}$	3.39 2.66	0.0052 0.0217
Cladocera	$\frac{0.079 \pm 0.024^{*,4}}{22.3 \pm 3.9^{*,2-6}}$	$\frac{1.650 \pm 0.599^{*,4}}{58.0 \pm 7.7^{*,7}}$	$\frac{1.070 \pm 0.530^{*,4}}{63.0 \pm 10.2^{*,7}}$	$\frac{11.618 \pm 7.296^{*,6,7}}{70.1 \pm 11.7^{*,7}}$	$\frac{6.084 \pm 4.528}{75.9 \pm 9.5^{*,6,7}}$	$\frac{0.872 \pm 0.274}{54.1 \pm 6.0}$	$\frac{0.095 \pm 0.017}{35.1 \pm 4.9}$	2.98 6.50	0.0114 0.0000
Общая	$0.454 \pm 0.172^{*,4}$	$2.170 \pm 0.626^{*,4}$	$1.336 \pm 0.567^{*,4}$	$12.714 \pm 7.698^{*,6,7}$	6.602 ± 4.651	1.308 ± 0.281	0.282 ± 0.049	3.08	0.0095

Примечание. Здесь и в табл. 4–6 над чертой – численность (тыс. экз./м³) или биомасса (г/м³), под чертой – доля (%) в общей численности или в общей биомассе. По-лужерным шрифтом выделены достоверные различия. F – критерий Фишера и p – уровень достоверности. * Достоверные различия с данными, полученными в год, указанный в надстрочном индексе.

Таблица 4. Численность (N) и биомасса (B) основных видов Cladoseга в литоральной зоне оз. Севан

Вид	2009 ¹ г.	2011 ² г.	2012 ³ г.	2013 ⁴ г.	2014 ⁵ г.	2016 ⁶ г.	2017 ⁷ г.	F	p
N , экз./м ³									
<i>Daphnia longispina</i>	$\frac{101 \pm 67^{*,2,3,6,7}}{1.5 \pm 0.9^{*,2-7}}$	$\frac{35 \pm 18}{0.1 \pm 0.1}$	$\frac{13 \pm 12}{0.0 \pm 0.0}$	$\frac{9 \pm 8}{0.0 \pm 0.0}$	$\frac{83 \pm 40}{0.2 \pm 0.1}$	$\frac{10 \pm 10}{0.0 \pm 0.0}$	$\frac{0.1 \pm 0.1}{0.0 \pm 0.0}$	$\frac{2.00}{2.72}$	$\frac{0.0770}{0.0191}$
<i>Diaphanosoma lacustris</i>	$\frac{1090 \pm 367^{*,4,5}}{13.7 \pm 3.5^{*,2,5,6}}$	$\frac{7303 \pm 1549^{*,4}}{31.1 \pm 4.8}$	$\frac{11075 \pm 4603^{*,4}}{22.3 \pm 5.4^{*,6}}$	$\frac{34042 \pm 16248^{*,5-7}}{25.3 \pm 5.3^{*,6}}$	$\frac{17673 \pm 5836}{28.8 \pm 4.0}$	$\frac{7726 \pm 1585}{40.8 \pm 4.3^{*,7}}$	$\frac{1598 \pm 254}{24.5 \pm 3.1}$	$\frac{4.87}{4.37}$	$\frac{0.0003}{0.0008}$
<i>Daphnia magna</i>	$\frac{0.0 \pm 0.0}{0.0 \pm 0.0}$	$\frac{659 \pm 274^{*,4}}{3.2 \pm 1.5^{*,7}}$	$\frac{369 \pm 236^{*,4}}{1.3 \pm 0.6}$	$\frac{5173 \pm 3342^{*,6,7}}{2.6 \pm 0.9^{*,7}}$	$\frac{2071 \pm 1295}{3.3 \pm 1.2^{*,7}}$	$\frac{300 \pm 137}{1.5 \pm 0.7}$	$\frac{3.7 \pm 1.9}{0.1 \pm 0.0}$	$\frac{3.22}{2.91}$	$\frac{0.0072}{0.0131}$
B , г/м ³									
<i>Daphnia longispina</i>	$\frac{0.017 \pm 0.011^{*,2,3,6,7}}{5.2 \pm 3.4^{*,2-7}}$	$\frac{0.012 \pm 0.007}{0.8 \pm 0.4}$	$\frac{0.001 \pm 0.001}{0.1 \pm 0.1}$	$\frac{0.001 \pm 0.001}{0.1 \pm 0.1}$	$\frac{0.008 \pm 0.004}{0.5 \pm 0.3}$	$\frac{0.001 \pm 0.001}{0.1 \pm 0.1}$	$\frac{0.0003 \pm 0.0003}{0.2 \pm 0.2}$	$\frac{1.87}{2.22}$	$\frac{0.0966}{0.0499}$
<i>Diaphanosoma lacustris</i>	$\frac{0.061 \pm 0.02^{*,4}}{16.5 \pm 3.4^{*,3,6}}$	$\frac{0.379 \pm 0.097^{*,4}}{24.4 \pm 4.7}$	$\frac{0.639 \pm 0.272}{37.9 \pm 9.7}$	$\frac{1.163 \pm 0.549^{*,7}}{18.2 \pm 6.5^{*,6}}$	$\frac{0.743 \pm 0.243^{*,7}}{28.2 \pm 4.9}$	$\frac{0.667 \pm 0.293}{36.8 \pm 6.4}$	$\frac{0.083 \pm 0.015}{30.4 \pm 4.5}$	$\frac{2.41}{1.84}$	$\frac{0.0346}{0.1031}$
<i>Daphnia magna</i>	$\frac{0.0 \pm 0.0}{0.0 \pm 0.0}$	$\frac{1.258 \pm 0.546^{*,4}}{32.0 \pm 10.4^{*,7}}$	$\frac{0.426 \pm 0.310^{*,4}}{24.6 \pm 8.9^{*,4}}$	$\frac{10.45 \pm 6.82^{*,6,7}}{51.3 \pm 12.8^{*,6,7}}$	$\frac{5.33 \pm 4.335}{46.7 \pm 10.2^{*,6,7}}$	$\frac{0.474 \pm 0.264}{17.1 \pm 6.6}$	$\frac{0.011 \pm 0.007}{4.3 \pm 2.4}$	$\frac{2.83}{6.50}$	$\frac{0.0154}{0.0000}$

Таблица 5. Число видов (S), численность (N), индекс Шеннона, рассчитанный по численности (H_N , бит/экз.) и биомасса (B) зоопланктона в пелагиали оз. Севан

Группа	2009 ¹ г.	2011 ² г.	2012 ³ г.	2013 ⁴ г.	2014 ⁵ г.	2016 ⁶ г.	2017 ⁷ г.	F	p
S									
Rotifera	$4.6 \pm 0.9^{*,2-6}$	$2.1 \pm 0.5^{*,6,7}$	$2.6 \pm 0.3^{*,7}$	$2.1 \pm 0.2^{*,6,7}$	$1.9 \pm 0.3^{*,6,7}$	3.1 ± 0.2	3.7 ± 0.2	7.37	0.0000
Copepoda	$2.0 \pm 0.0^{*,4}$	2.8 ± 0.1	$2.6 \pm 0.2^{*,4}$	$3.3 \pm 0.2^{*,6,7}$	2.9 ± 0.5	2.6 ± 0.1	2.6 ± 0.2	1.92	0.0844
Cladocera	$2.0 \pm 0.2^{*,2,3,5,7}$	$2.9 \pm 0.2^{*,4,6,7}$	$2.7 \pm 0.2^{*,4,6,7}$	$2.1 \pm 0.1^{*,5,7}$	$2.8 \pm 0.2^{*,6,7}$	$1.8 \pm 0.1^{*,7}$	1.4 ± 0.1	15.05	0.0000
Всего	8.6 ± 1.0	7.9 ± 0.6	7.8 ± 0.3	7.5 ± 0.4	7.6 ± 0.6	7.6 ± 0.3	7.7 ± 0.3	0.42	0.8632
N									
Rotifera	$\frac{2.4 \pm 0.7^{*,3}}{8.6 \pm 2.2^{*,3,6,7}}$	$\frac{3.7 \pm 1.2^{*,3}}{15.9 \pm 4.2^{*,3,7}}$	$\frac{86.7 \pm 23.8^{*,4-7}}{43.0 \pm 5.8^{*,4-6}}$	$\frac{5.6 \pm 0.9}{8.7 \pm 1.5^{*,6,7}}$	$\frac{2.1 \pm 0.5}{7.8 \pm 2.0^{*,6,7}}$	$\frac{2.1 \pm 0.4}{26.5 \pm 3.4^{*,7}}$	$\frac{2.5 \pm 0.6}{47.6 \pm 4.8}$	18.40 15.59	0.0000 0.0000
Copepoda	$\frac{17.9 \pm 2.7^{*,3,6,7}}{63.0 \pm 3.1^{*,2,3,6,7}}$	$\frac{9.1 \pm 2.4^{*,3-5}}{43.9 \pm 2.1^{*,3-6}}$	$\frac{34.0 \pm 6.5^{*,4,6,7}}{27.2 \pm 3.9^{*,4,5,7}}$	$\frac{46.4 \pm 5.8^{*,5-7}}{55.5 \pm 1.9^{*,6,7}}$	$\frac{23.1 \pm 4.5^{*,6,7}}{59.8 \pm 2.8^{*,6,7}}$	$\frac{3.8 \pm 1.7}{33.2 \pm 2.8}$	$\frac{2.9 \pm 1.6}{37.8 \pm 3.3}$	21.16 16.50	0.0000 0.0000
Cladocera	$\frac{8.4 \pm 1.6^{*,3,4}}{28.4 \pm 3.8^{*,7}}$	$\frac{7.0 \pm 1.4^{*,3-5}}{40.2 \pm 5.0^{*,7}}$	$\frac{42.7 \pm 8.1^{*,4,6,7}}{29.9 \pm 3.5^{*,6,7}}$	$\frac{35.3 \pm 5.5^{*,5-7}}{35.8 \pm 2.6^{*,7}}$	$\frac{13.7 \pm 2.9^{*,6,7}}{32.3 \pm 2.1^{*,7}}$	$\frac{3.8 \pm 1.0}{40.3 \pm 3.3^{*,7}}$	$\frac{1.0 \pm 0.6}{14.6 \pm 3.1}$	20.89 6.94	0.0000 0.0000
Общая	$28.7 \pm 3.9^{*,3,4}$	$19.9 \pm 4.4^{*,3,4}$	$163.5 \pm 32.9^{*,4-7}$	$87.3 \pm 11.4^{*,5-7}$	$38.9 \pm 7.4^{*,6,7}$	9.8 ± 2.8	6.4 ± 2.6	24.11	0.0000
H_N									
	$2.48 \pm 0.09^{*,3,6}$	$2.33 \pm 0.14^{*,3}$	2.02 ± 0.13	2.21 ± 0.04	2.16 ± 0.09	2.16 ± 0.07	2.24 ± 0.06	1.63	0.1462
B									
Rotifera	$\frac{0.015 \pm 0.011^{*,2,4-7}}{0.8 \pm 0.6^{*,7}}$	$\frac{0.001 \pm 0.000^{*,3}}{0.1 \pm 0.0^{*,7}}$	$\frac{0.017 \pm 0.005^{*,4-7}}{0.3 \pm 0.1^{*,7}}$	$\frac{0.002 \pm 0.000}{0.2 \pm 0.1^{*,7}}$	$\frac{0.001 \pm 0.000}{0.0 \pm 0.0^{*,7}}$	$\frac{0.002 \pm 0.000}{0.8 \pm 0.4^{*,7}}$	$\frac{0.002 \pm 0.000}{3.5 \pm 0.9}$	7.40 6.40	0.0000 0.0000
Copepoda	$\frac{1.409 \pm 0.286^{*,2,5-7}}{68.2 \pm 4.4^{*,2-6}}$	$\frac{0.357 \pm 0.080^{*,3,4}}{14.6 \pm 2.9^{*,6,7}}$	$\frac{0.908 \pm 0.179^{*,5-7}}{18.8 \pm 2.8^{*,6,7}}$	$\frac{0.994 \pm 0.169^{*,5-7}}{26.3 \pm 4.3^{*,6,7}}$	$\frac{0.442 \pm 0.128}{23.1 \pm 6.7^{*,6,7}}$	$\frac{0.224 \pm 0.072}{43.7 \pm 4.0^{*,7}}$	$\frac{0.165 \pm 0.117}{63.7 \pm 6.3}$	9.77 12.61	0.0000 0.0000
Cladocera	$\frac{0.612 \pm 0.091^{*,4}}{30.9 \pm 4.4^{*,2-6}}$	$\frac{2.593 \pm 0.743^{*,4}}{85.4 \pm 3.0^{*,6,7}}$	$\frac{5.818 \pm 1.910^{*,6,7}}{80.8 \pm 2.8^{*,6,7}}$	$\frac{9.124 \pm 2.363^{*,5-7}}{73.5 \pm 4.3^{*,6,7}}$	$\frac{3.951 \pm 1.961^{*,6,7}}{76.8 \pm 6.7^{*,6,7}}$	$\frac{0.415 \pm 0.184}{55.5 \pm 4.0^{*,7}}$	$\frac{0.048 \pm 0.017}{32.8 \pm 6.8}$	7.07 13.40	0.0000 0.0000
Общая	$2.036 \pm 0.327^{*,4}$	$2.952 \pm 0.799^{*,4}$	$6.743 \pm 2.055^{*,6,7}$	$10.120 \pm 2.495^{*,5-7}$	$4.393 \pm 1.977^{*,6,7}$	0.641 ± 0.252	0.215 ± 0.129	7.44	0.0000

Примечание. Обозначения как в табл. 3.

Таблица 6. Численность (*N*) и биомасса (*B*) основных видов Сладосега в пелагиали оз. Севан

Вид	2009 ¹ г.	2011 ² г.	2012 ³ г.	2013 ⁴ г.	2014 ⁵ г.	2016 ⁶ г.	2017 ⁷ г.	<i>F</i>	<i>p</i>
<i>N</i>									
<i>Daphnia longispina</i>	$\frac{810 \pm 363}{2.07 \pm 0.78^{*,2-4,6,7}}$	$\frac{134 \pm 46}{0.64 \pm 0.14^{*,4}}$	$\frac{3140 \pm 1011^{*,4-7}}{0.09 \pm 0.05^{*,4}}$	$\frac{35 \pm 31}{0.04 \pm 0.03^{*,6,7}}$	$\frac{249 \pm 82}{1.57 \pm 0.66}$	$\frac{5 \pm 4}{0.00 \pm 0.00}$	$\frac{6 \pm 4}{0.14 \pm 0.13}$	$\frac{1.53}{8.59}$	$\frac{0.1756}{0.0000}$
<i>Diaphanosoma lacustris</i>	$\frac{7727 \pm 1579^{*,3,4}}{25.46 \pm 4.03^{*,6}}$	$\frac{5775 \pm 1185^{*,3,4}}{32.41 \pm 3.49^{*,7}}$	$\frac{36878 \pm 8138^{*,4-7}}{28.19 \pm 3.25^{*,6,7}}$	$\frac{31509 \pm 4823^{*,5-7}}{32.57 \pm 2.42^{*,7}}$	$\frac{12113 \pm 2679^{*,6,7}}{27.63 \pm 2.26^{*,6,7}}$	$\frac{3375 \pm 893}{38.17 \pm 3.33^{*,7}}$	$\frac{1014 \pm 555}{13.59 \pm 3.01}$	$\frac{18.53}{6.40}$	$\frac{0.0000}{0.0000}$
<i>Daphnia magna</i>	$\frac{0.0 \pm 0.0}{0.00 \pm 0.00}$	$\frac{1098 \pm 283^{*,4}}{7.18 \pm 1.64^{*,3-7}}$	$\frac{2673 \pm 1191^{*,6,7}}{1.44 \pm 0.53^{*,5}}$	$\frac{3760 \pm 1127^{*,5-7}}{3.06 \pm 0.83^{*,6,7}}$	$\frac{1452 \pm 641}{3.49 \pm 0.93^{*,6,7}}$	$\frac{83 \pm 42}{0.63 \pm 0.20}$	$\frac{16 \pm 14}{0.40 \pm 0.37}$	$\frac{5.87}{11.05}$	$\frac{0.0000}{0.0000}$
<i>B</i>									
<i>Daphnia longispina</i>	$\frac{0.138 \pm 0.062^{*,2-7}}{6.26 \pm 2.86^{*,2-7}}$	$\frac{0.031 \pm 0.010}{1.35 \pm 0.77}$	$\frac{0.012 \pm 0.006}{0.21 \pm 0.09}$	$\frac{0.013 \pm 0.013}{0.21 \pm 0.16}$	$\frac{0.036 \pm 0.011^{*,6}}{2.07 \pm 0.66}$	$\frac{0.003 \pm 0.003}{0.03 \pm 0.03^{*,7}}$	$\frac{0.004 \pm 0.003}{2.16 \pm 1.77}$	$\frac{7.95}{3.36}$	$\frac{0.0000}{0.0045}$
<i>Diaphanosoma lacustris</i>	$\frac{0.494 \pm 0.088^{*,3-4}}{23.67 \pm 4.17^{*,3,6}}$	$\frac{0.334 \pm 0.067^{*,3-4}}{15.34 \pm 4.35^{*,3,6}}$	$\frac{2.272 \pm 0.413^{*,4-7}}{45.05 \pm 4.70^{*,4,5,7}}$	$\frac{1.218 \pm 0.192^{*,5-7}}{29.29 \pm 4.41^{*,6}}$	$\frac{0.512 \pm 0.116^{*,7}}{21.34 \pm 4.83^{*,6}}$	$\frac{0.238 \pm 0.091}{42.99 \pm 4.31^{*,7}}$	$\frac{0.034 \pm 0.012}{25.86 \pm 5.15}$	$\frac{19.26}{4.41}$	$\frac{0.0000}{0.0005}$
<i>Daphnia magna</i>	$\frac{0.000 \pm 0.000}{0.00 \pm 0.00}$	$\frac{2.235 \pm 0.712^{*,4}}{68.94 \pm 6.50^{*,3,4,6,7}}$	$\frac{3.534 \pm 1.632^{*,4}}{32.82 \pm 6.86^{*,5-7}}$	$\frac{7.893 \pm 2.236^{*,5-7}}{43.87 \pm 8.22^{*,6,7}}$	$\frac{3.656 \pm 2.058}{58.91 \pm 7.58^{*,6,7}}$	$\frac{0.171 \pm 0.108}{10.95 \pm 3.11}$	$\frac{0.009 \pm 0.007}{4.81 \pm 3.19}$	$\frac{5.52}{17.92}$	$\frac{0.0001}{0.0000}$
Примечание. Обозначения, как в табл. 4.									

планктона ($r = 0.49$) и *Daphnia longispina* ($r = 0.25$) с температурой воздуха в октябре, а также численности и биомассы Rotifera ($r = 0.41$ и 0.38), общей численности ($r = 0.24$) и биомассы *Diaphanosoma lacustris* ($r = 0.21$) со среднемесячной температурой за период с апреля по октябрь.

Выявлены корреляционные связи показателей зоопланктона с биомассой рыб. Так, в литоральной зоне с ихтиомассой коррелировали количество видов зоопланктонов ($r = -0.27$), Rotifera ($r = -0.33$), Cladocera ($r = -0.37$), а также биомасса *Daphnia longispina* ($r = -0.30$). С биомассой серебряного карася коррелировали количество видов Cladocera ($r = 0.38$), численность и биомасса всего зоопланктона ($r = 0.45$ и 0.31 соответственно), Соперода ($r = 0.48$ и 0.27), Cladocera ($r = 0.38$ и 0.31), *Diaphanosoma lacustris* ($r = 0.38$ и 0.24) и *Daphnia magna* ($r = 0.30$ и 0.30), с биомассой сига — количество видов Cladocera ($r = -0.45$) и общее количество видов ($r = -0.28$), численность всего зоопланктона ($r = -0.25$), Соперода ($r = -0.27$), численность и биомасса *D. longispina* ($r = -0.22$ и -0.24). В пелагиали корреляционных связей ихтиомассы с характеристиками зоопланктона было больше — с количеством видов ветвистоусых ракообразных ($r = -0.42$), численностью Cladocera ($r = -0.19$), всего зоопланктона ($r = -0.23$), биомассой Соперода ($r = -0.33$), *D. longispina* ($r = -0.35$) и *Diaphanosoma lacustris* ($r = -0.25$). С биомассой серебряного карася коррелировали количество видов веслоногих ($r = 0.21$) и ветвистоусых ($r = 0.53$) ракообразных, численность и биомасса всего зоопланктона ($r = 0.55$ и 0.48 соответственно), Соперода ($r = 0.66$ и 0.40), Cladocera ($r = 0.60$ и 0.46), *Diaphanosoma lacustris* ($r = 0.58$ и 0.52) и *Daphnia magna* ($r = 0.42$ и 0.42); с биомассой сига — количество видов Cladocera ($r = -0.59$), численность и биомасса всего зоопланктона ($r = -0.51$ и -0.40), Соперода ($r = -0.54$ и -0.45) и Cladocera ($r = -0.52$ и -0.38) за счет *Diaphanosoma lacustris* ($r = -0.50$ и -0.50), *Daphnia magna* ($r = -0.38$ и -0.36), а также биомасса *D. longispina* ($r = -0.27$).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные результаты показали, что в октябре при увеличении уровня воды и количества осадков наблюдалось сокращение ряда количественных характеристик зоопланктона, возможно, связанное с эффектом “разбавления”, описанном в работе [6]. При этом играла роль и разница между уровнем воды в текущий и предыдущий годы: при ее увеличении возрастала численность и биомасса коловраток, что наиболее ярко проявилось в пелагиали ($r = 0.37$ и 0.34). Это может свидетельствовать об увеличении органической нагрузки на водоем вследствие процессов разложения затопленных участков. Увеличение среднемесячной температуры воздуха так-

же вызывало изменения, характерные для процессов эвтрофирования: повышение количественных характеристик коловраток и снижение их у веслоногих ракообразных [1]. В 2012 г. достоверно увеличивалась представленность коловраток, очевидно, благодаря максимальной среднемесячной температуре воздуха и большой межгодовой разнице уровня воды (табл. 1, 2, 5). Большое влияние на зоопланктон оказывал “контроль сверху”, который в оз. Севан определяется сигом. При значительном снижении его биомассы с 2011 г. наблюдалось увеличение биомассы Cladocera, в том числе и за счет массового развития *Daphnia magna*. Но максимальных количественных характеристик за счет ветвистоусых ракообразных зоопланктон достигал именно в условиях сочетания ряда факторов, причем, даже при определенном увеличении биомассы сига. Так, в 2012 и 2014 гг. значимую роль играли относительно невысокие биомассы сига и максимальные температуры воздуха, превышающие среднепогодную норму на 1.7 и 1.5°C , а в 2013 г. — биомассы сига и отсутствие повышения уровня воды. Однако, по нашему мнению, ведущий фактор, определяющий межгодовые вариации зоопланктона, — значительные колебания биомассы сига. Об этом свидетельствуют устойчивое снижение количественных характеристик и трансформации структуры планктонных беспозвоночных в 2016 и 2017 гг., когда наблюдались разнонаправленные вариации изменений уровня воды, температуры воздуха и количества атмосферных осадков, но однонаправленное увеличение биомассы основного планктофага — сига.

При сходном направлении изменений большинства характеристик зоопланктона в литоральной зоне и пелагиали оз. Севан во втором случае количество связей и значения коэффициентов чаще всего было больше. Это свидетельствует о том, что в литоральной зоне в большей степени оказывают влияние другие факторы (например, степень зарастания, гидродинамика, грунты, антропогенная нагрузка на берегах и т.д.), а воздействие сига проявлялось слабее из-за его обитания преимущественно на глубоководных участках.

Таким образом, в октябре направления межгодовых изменений сообществ зоопланктона при вариациях уровня воды, количества атмосферных осадков, температуры воздуха и ихтиомассы соответствовали направлениям, отмеченным в июле [6]. Значительное увеличение биомассы рыб-планктофагов привело к сокращению количественных характеристик зоопланктона в основном за счет ветвистоусых ракообразных, в результате чего отмечено снижение прозрачности воды относительно периода, когда основу сообществ составляли Cladocera.

Выводы. В октябре межгодовые изменения количественных характеристик и структуры зоопланктона пелагиали и литоральной зоны оз. Севан определялись абиотическими и биотическими факторами, среди которых ведущее влияние оказывала биомасса основного планктофага — сига (*Coregonus lavaretus*). Наиболее богатые сообщества формировались в условиях сочетания ряда факторов — снижении биомассы сигов, минимального повышения уровня воды и высоких температур воздуха. На сообщества зоопланктона в литоральной зоне оказывает влияние множество неучтенных факторов, а воздействие рыб-планктофагов выражено слабее в силу их обитания на глубоководных участках.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Работа выполнена в рамках государственного задания (№ г/р АААА-А18-118012690106-7) при частичной поддержке РФФИ (проект № 18-54-05003 Арм_а).

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андроникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб.: Наука, 1996. 189 с.
2. Балушкина Е.Б., Винберг Г.Г. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных животных // Общие основы изучения водных экосистем. Л.: Наука, 1979. С. 169–172.
3. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
4. Озеро Севан. Экологическое состояние в период изменения уровня воды. Ярославль: Филигрань, 2016. 328 с.
5. Экология озера Севан в период повышения его уровня. Результаты исследований Российско-Армянской биологической экспедиции по гидроэкологическому обследованию озера Севан (Армения) (2005–2009 гг.). Махачкала: Наука ДНЦ, 2010. 348 с.
6. Krylov A.V., Hayrapetyan A.H., Tsvetkov A.I. et al. Interannual changes in zooplankton of the littoral zone and pelagial of Lake Sevan (Armenia) with fluctuations in meteorological conditions and fish biomass. Message 1. Summer zooplankton // Inland Water Biol. 2019. V. 12. № 3. P. 298–305. doi 10.1134/S1995082919030088

Interannual Changes in the Invertebrates in the Littoral and Pelagic Zones of Lake Sevan (Armenia) with Fluctuations in Meteorological Conditions and Fish Biomass. II. Autumn Zooplankton

A. V. Krylov^{a,*}, A. O. Hayrapetyan^b, A. I. Tsvetkov^a,
Yu. V. Gerasimov^a, M. I. Malin^a, and B. K. Gabrielyan^b

^aPapanin Institute for Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences,
Borok, Nekouzskii raion, Yaroslavl oblast, 152742 Russia

^bInstitute of Hydroecology and Ichthyology, Scientific Centre of Zoology and Hydroecology,
National Academy of Sciences of the Republic of Armenia, ul. Parvira Sevaka, 7, Yerevan, 0014 Armenia

*e-mail: krylov@ibiw.yaroslavl.ru

Annual changes in the quantitative characteristics and structure of zooplankton in the pelagic and littoral zones of Lake Sevan in October were determined by a number of factors among which the biomass of the main planktophage, whitefish (*Coregonus lavaretus* Linnaeus, 1758) had the greatest effect. The richest communities were formed due Cladocera at decreased biomass of whitefish, minimum increase in the water level, and high average monthly temperatures for the period of April–October. In the littoral zone, the zooplankton is affected by a number of unaccounted factors, and the influence of planktophagous fish, mainly inhabiting found in deep-water areas, is less pronounced. A significant increase in biomass of planktophagous fish in 2016–2017 led to the reduction of quantitative characteristics of zooplankton, resulting in decreased water clarity.

Keywords: Lake Sevan, zooplankton, interannual variability, abundance, biomass, cladocerans, precipitation, air temperature, water level, ichthyomass