

Научная статья

УДК 639.27/.29

DOI 10.46845/1997-3071-2026-82-11-25

Структура и количественные характеристики зоопланктона Иваньковского водохранилища в вегетационный сезон 2025 г.

Илья Алексеевич Жернаков¹, Алексей Иванович Никитенко²✉, Дмитрий Юрьевич Тюлин³, Дмитрий Владимирович Горячев⁴, Аделина Владимировна Солодовник⁵

^{1,2,3,4,5} Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», п. Рыбное, Россия

¹ ilazernakov52010@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-2572-911X>

² alexey_nikitenko90@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-8123-5810>

³ dmityul@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7979-336X>

⁴ gdv1892@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9750-2546>

⁵ a.solodovnik@vniiprh.vniro.ru, <https://orcid.org/0009-0005-3921-8562>

Аннотация. В работе представлены результаты комплексного мониторинга зоопланктонного сообщества Иваньковского водохранилища – крупнейшего источника питьевого водоснабжения г. Москвы и одного из старейших водоемов Верхней Волги. Исследования проводились в вегетационный сезон 2025 г. на 17 станциях, охватывающих все четыре плеса водохранилища. Обнаружено 55 таксонов: 30 коловраток, 20 ветвистоусых и 5 веслоногих ракообразных. Средняя биомасса зоопланктона составила 0,395 г/м³, что по классификации М. Л. Пидгайко соответствует «очень малокормному» водоему. Сравнение с данными предшествующих лет показало снижение биомассы в 1,5 раза относительно периода 2013–2017 гг. (с 0,619 до 0,395 г/м³) и в 2,1 раза относительно 2021 г. (с 0,847 до 0,395 г/м³). Если в 2013–2017 гг. водохранилище входило в число наиболее продуктивных в Волжско-Камском каскаде, уступая лишь Угличскому, то к 2025 г. его кормовая база опустилась до уровня Рыбинского и Куйбышевского водохранилищ. Пространственная неоднородность сохранялась: максимум биомассы отмечен в Средневожском плесе (0,631 г/м³), минимум – в Верхневожском (0,063 г/м³). Индексы биоразнообразия (Шеннона, Симпсона, Пиелу) возрастали от весны к лету и снижались осенью, за исключением станции 30а, где летом зафиксировано доминирование *Brachionus angularis* (85 %), а осенью – максимальное выравнивание. Полученные данные свидетельствуют о существенном снижении кормовой базы за последнее десятилетие, что требует выявления причин и пересмотра рыбохозяйственной стратегии.

Ключевые слова: Иваньковское водохранилище, зоопланктон, кормовая база, многолетняя динамика, биомасса, трофический статус, очень малокормный водоем, Волжско-Камский каскад.

© Жернаков И. А., Никитенко А. И., Тюлин Д. Ю., Горячев Д. В., Солодовник А. В., 2026

Для цитирования: Жернаков И. А., Никитенко А. И., Тюлин Д. Ю., Горячев Д. В., Солодовник А. В. Структура и количественные характеристики зоопланктона Иваньковского водохранилища в вегетационный сезон 2025 г. // Известия КГТУ. 2026. № 82. С. 11–25. DOI 10.46845/1997-3071-2026-82-11-25.

Original article

Structure and Quantitative Characteristics of Zooplankton in the Ivankovo Reservoir during the Growing Season of 2025

Il'ya A. Zhernakov¹, Aleksey I. Nikitenko²✉, Dmitriy Yu. Tyulin³, Dmitriy V. Goryachev⁴, Adelina V. Solodovnik⁵

^{1,2,3,4,5} Freshwater Fisheries Branch of the FSBSI "All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography", Rybnoye settlement, Russia

¹ ilazernakov52010@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-2572-911X>

² alexey_nikitenko90@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-8123-5810>

³ dmityul@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7979-336X>

⁴ gdv1892@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9750-2546>

⁵ a.solodovnik@vniiprh.vniro.ru, <https://orcid.org/0009-0005-3921-8562>

Abstract. This paper presents the results of a comprehensive monitoring study on the zooplankton community of the Ivankovo Reservoir, the largest source of drinking water supply for Moscow and one of the oldest water bodies in the Upper Volga basin. Field investigations were conducted during the growing season of 2025 at 17 sampling stations covering all four reaches of the reservoir. A total of 55 taxa were recorded, including 30 rotifers, 20 cladocerans, and 5 copepods. The mean zooplankton biomass amounted to 0.395 g/m³, which, according to the classification of M. L. Pidgayko, characterizes the reservoir as "very low-food" water body. A comparative analysis with previous data revealed a 1.5-fold decline in biomass relative to the 2013–2017 period (from 0.619 to 0.395 g/m³) and a 2.1-fold decline relative to 2021 (from 0.847 to 0.395 g/m³). Whereas in 2013–2017 the Ivankovo Reservoir ranked among the most productive water bodies in the Volga–Kama cascade, second only to the Uglich Reservoir, by 2025 its forage base had dropped to levels previously typical of the Rybinsk and Kuibyshev reservoirs. Spatial heterogeneity persisted, with maximum biomass recorded in the Middle Volga reach (0.631 g/m³) and minimum in the Upper Volga reach (0.063 g/m³). Biodiversity indices (Shannon, Simpson, and Pielou) regularly increased from spring to summer and decreased in autumn, except at station 30a, where summer was marked by strong dominance of *Brachionus angularis* (85 %) and autumn by maximum evenness. The obtained findings indicate a substantial decline in the reservoir's forage base over the past decade, necessitating identification of the underlying causes (winterkill phenomena, changes in trophic status, climatic factors) and a revision of the existing fishery management strategy.

Keywords: Ivankovo Reservoir, zooplankton, forage base, long-term dynamics, biomass, trophic status, very low-food water body, Volga-Kama Cascade.

For citation: Zhernakov I. A., Nikitenko A. I., Tyulin D. Yu., Goryachev D. V., Solodovnik A. V. Structure and quantitative characteristics of zooplankton in the

Ivankovo reservoir during the growing season of 2025. *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2026;(82):11–25. (In Russ.). DOI 10.46845/1997-3071-2026-82-11-25.

ВВЕДЕНИЕ

Заполненное в 1937 г. Ивановское водохранилище является одним из старейших водохранилищ Верхней Волги, соединяя реку с гидросистемой канала им. Москвы [1, 2] и служа основным источником водоснабжения г. Москвы и ряда других населенных пунктов [3].

Площадь водного зеркала водохранилища достигает 327 км², объем воды – 1,12 млн км³ [4, 5]. Благодаря значительной мелководности (доля акватории с глубинами менее 2 м составляет 48 % площади при нормальном подпорном уровне) [6, 7] водоем быстро прогревается в теплый период года. По морфометрическим особенностям Ивановское водохранилище разделено на четыре плеса: Верхневолжский, Средневолжский, Нижневолжский и Шошинский [4, 8].

Зоопланктон играет ключевую роль в функционировании водных экосистем. Являясь вторичным звеном трофической цепи и основным потребителем фито- и бактериопланктона [9], он участвует в процессах самоочищения и регуляции качества воды. Для рыбного хозяйства зоопланктон имеет первостепенное значение как кормовая база: он служит пищей для молоди всех видов рыб, для планктонофагов на всех этапах онтогенеза, а также для бентофагов при недостатке донных организмов [10]. При этом кормовая ценность разных групп неодинакова: коловратки значимы преимущественно для личинок, тогда как ракообразные (ветвистоусые и веслоногие) – для молоди и взрослых рыб младших возрастных категорий [11].

Несмотря на длительную историю гидробиологических исследований Ивановского водохранилища [12, 13] целенаправленных работ по оценке состояния зоопланктона в последние годы не проводилось. Большинство публикаций относятся к 1970–1980-м гг. или сосредоточены на участках в зоне влияния подогретых вод Конаковской ГРЭС [12]. Данные о современном (2025 г.) качественном и количественном составе зоопланктона, его сезонной динамике и пространственной неоднородности по четырем плесам отсутствуют. Между тем мониторинг кормовой базы необходим для оценки рыбохозяйственного потенциала водоема и разработки мер по его рациональному использованию.

Цель настоящей работы – оценить состояние зоопланктонного сообщества Ивановского водохранилища в вегетационный сезон 2025 г. на основе качественных и количественных показателей, их сезонной и пространственной динамики.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Водоем находится в Калининском, Конаковском и Кимрском районах Тверской области, а также близ г. Дубны Московской области.

На акватории водохранилища было расположено 17 станций (рис. 1), закрепленных с помощью GPS-навигатора: Шошинский плес (д. Безбородово) – станции 3, 3а, 3б; Верхневолжский плес (д. Слобода) – станции 4, 4а, 4б; Средневолжский плес (д. Плоски – 6, 6а, 6б; г. Конаково – 30, 30а, 30б) – 6 станций; Нижневолжский плес (д. Харлово – 18, 18а, 18б; г. Дубна – 17, 17а) – 5 станций. Места

отбора располагались в открытых и прибрежных частях водоема, что позволило учесть пространственную неоднородность распределения зоопланктона.



Рис. 1. Картосхема отбора проб зоопланктона Иваньковского водохранилища в 2025 г.

Fig. 1. Map of zooplankton sampling in the Ivankovo Reservoir in 2025

Пробы отбирали в три сезона 2025 г. – весной (первая декада мая), летом (первая декада июля) и осенью (первая декада сентября). Зоопланктон собирали протяжками сетью Джели от дна (газ № 49, размер ячеек 134 мкм). Отобранные пробы фиксировали 4 %-м нейтральным формалином и этикетировали.

В лабораторных условиях пробы просчитывали под бинокулярным микроскопом «Микромед МС-4-ZOOMLED» в камере Богорова. Организмы определяли с использованием определителей [14, 15] и микроскопа «Микромед 3» (вар. 3–20). При определении учитывали современные таксономические ревизии.

Численность организмов пересчитывали на 1 м³ воды. Биомассу рассчитывали с использованием стандартных таблиц индивидуальных масс беспозвоночных либо по уравнениям зависимости «длина – масса» для соответствующих таксонов [16].

Для оценки структуры сообщества рассчитывали: индекс Шеннона (H) – меру видового разнообразия с учетом выравненности; индекс Симпсона ($1 - D$) – вероятность принадлежности двух случайно выбранных особей к разным видам; индекс выравненности Пielу (J) – равномерность распределения численности между видами (при $J > 0,7$ распределение считали равномерным, при $J < 0,3$ – наличие выраженного доминанта); индекс доминирования Бергера-Паркера (d) – долю самого многочисленного вида в сообществе [17].

Из-за малых абсолютных значений численности исходные данные перед расчетом индексов масштабировали (умножали на 1000) для корректной работы алгоритмов в среде PAST.

Для выявления пространственной структуры сообщества проводили иерархический кластерный анализ. Перед анализом данные о численности трансформировали по формуле $\log(x+1)$ для нормализации распределения и снижения влияния сверхдоминирующих видов. Сходство между станциями оценивали по евклидову расстоянию, дендрограммы строили методом парно-группового среднего (UPGMA). Все расчеты выполнены в программе PAST [18].

Трофический статус озер определяли по средней за вегетационный сезон биомассе зоопланктона согласно классификации М. Л. Пидгайко с соавторами [19]: очень малокормные ($< 0,5$ г/м³), малокормные (0,5–1,0), средnekормные (1,0–2,0), выше средней кормности (2,0–5,0), высококормные (5,0–10,0), очень высококормные ($> 10,0$ г/м³).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В связи с большой площадью и мелководностью водохранилища температурный режим в разных плесах существенно различался (рис. 2).

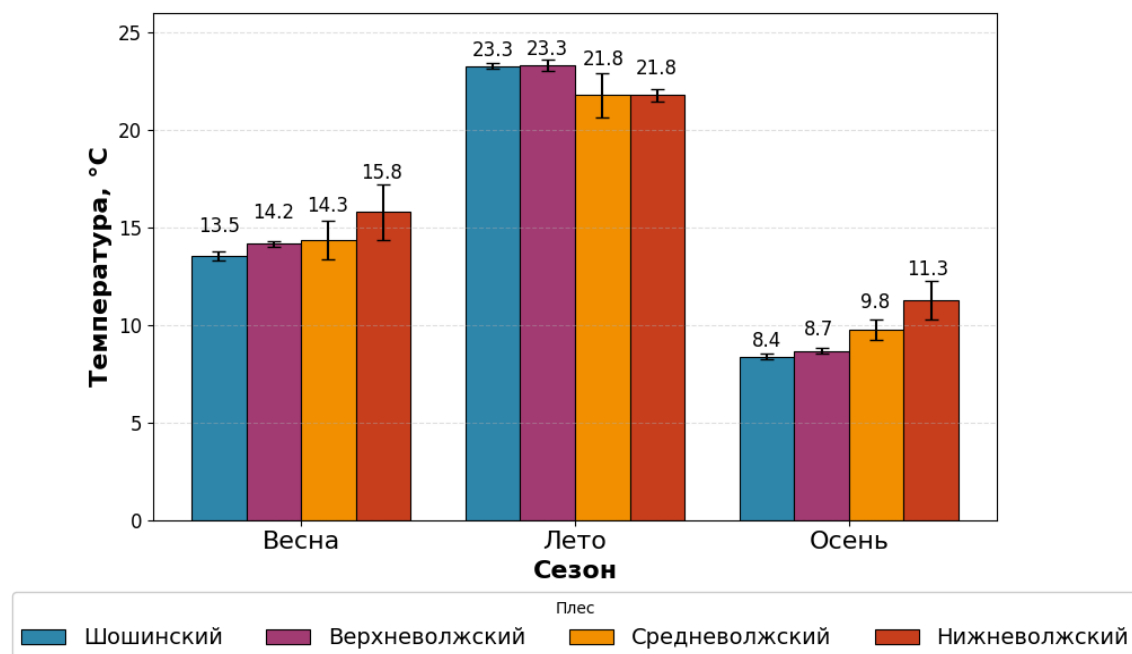


Рис. 2. Средняя температура воды (°C) в плесах Иваньковского водохранилища в вегетационный сезон 2025 г.

Fig. 2. Average water temperature (°C) in the reaches of the Ivankovsky Reservoir during the growing season of 2025

Летом мелководные Верхневолжский и Шошинский плесы прогревались до 23,3°C, тогда как более глубокие проточные Средневолжский и Нижневолжский

были на 1,5°C прохладнее. Весной и осенью наиболее теплым оставался Нижневожский плес (15,8 и 11,3°C соответственно).

За вегетационный сезон 2025 г. в пробах обнаружено 55 таксонов зоопланктона: 30 видов коловраток (Rotifera), 20 – ветвистоусых ракообразных (Cladocera) и 5 – веслоногих (Copepoda). Наиболее часто встречались *Brachionus angularis* (Gosse, 1851), *Asplanchna priodonta* (Gosse, 1850), *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller, 1776) и *Bosmina longirostris* (O. F. Müller, 1776). Летом отмечены крупные хищные ветвистоусые *Leptodora kindtii* (Focke, 1844) и *Polyphemus pediculus* (Linnaeus, 1758), а также личинки дрейссены (Veliger). В Нижневожском плесе зафиксирован вид *Limnospira frontosa* (Sars, 1862).

Среднесезонные значения численности и биомассы зоопланктона по водохранилищу в целом составили 30,34±10,08 тыс. экз./м³ и 0,395±0,130 г/м³ соответственно (табл. 1). Наиболее продуктивным оказался Средневожский плес, где эти показатели достигли 53,91±15,66 тыс. экз./м³ и 0,631±0,150 г/м³. В Шошинском плесе численность и биомасса составили 30,50±7,55 тыс. экз./м³ и 0,578±0,140 г/м³, в Нижневожском – 32,32±9,79 тыс. экз./м³ и 0,308±0,080 г/м³. Минимальные показатели зафиксированы в Верхневожском плесе – 4,63±1,04 тыс. экз./м³ и 0,063±0,010 г/м³.

Таблица 1. Среднесезонная численность и биомасса зоопланктона по отдельным плесам Иваньковского водохранилища и по водоему в целом в 2025 г.

Table 1. Average seasonal abundance and biomass of zooplankton in individual reaches of the Ivankovo Reservoir and in the reservoir as a whole in 2025

Группы	Rotifera		Cladocera		Copepoda		Итого	
Плесы	N	B	N	B	N	B	N	B
Верхневожский	3,63	0,043	0,58	0,017	0,41	0,003	4,63	0,063
Средневожский	49,29	0,510	3,24	0,106	1,38	0,014	53,91	0,631
Нижневожский	30,35	0,264	1,40	0,039	0,57	0,005	32,32	0,308
Шошинский	25,09	0,489	4,71	0,081	0,70	0,009	30,50	0,578
Среднее	27,09	0,327	2,48	0,061	0,77	0,008	30,34	0,395

Примечание. N – численность, тыс. экз./м³; B – биомасса, г/м³

Иваньковское водохранилище в 2025 г. относится к очень малокормным водоемам. Лишь Средневожский и Шошинский плесы могут быть охарактеризованы как малокормные (биомасса 0,5–1,0 г/м³).

Значения индексов Шеннона, Симпсона и выравненности Пиелу закономерно возрастали от весны к лету и снижались осенью, за исключением индекса выравненности Пиелу. Исключением стала станция 30а (Средневожский плес), где летом отмечено резкое доминирование *Brachionus angularis* (доля 85 %, индекс Бергера-Паркера 0,85±0,04), а осенью – максимальное для водоема выравнивание (индекс Шеннона 2,38±0,1, индекс Бергера-Паркера 0,14±0,04) (табл. 2).

Кластеризация станций по численности зоопланктона выявила выраженную пространственную неоднородность.

Таблица 2. Количество таксонов (S), индекс доминирования Симпсона ($I-D$), индекс Шеннона (H), индекс выравнинности Пиелу (J) и индекс Бергера-Паркера (d) на определенных станциях в разные сезоны
Table 2. Number of taxa (S), Simpson's dominance index ($I-D$), Shannon's index (H), Pielou's evenness index (J), and Berger-Parker's index (d) at specific stations during different seasons

№ станции Название индекса	3а	3	3б	4а	4	4б	6а	6	6б	30а	30	30б	17	17б	18а	18
Весна																
S	8	7	10	8	12	8	7	8	8	14	13	9	12	12	6	9
$I-D$	0,57	0,50	0,43	0,53	0,60	0,79	0,47	0,47	0,35	0,53	0,57	0,34	0,35	0,48	0,63	0,52
H	1,01	0,83	0,80	1,09	1,31	1,79	1,02	0,85	0,66	0,93	1,14	0,77	0,71	0,76	1,16	0,83
J	0,48	0,42	0,35	0,52	0,52	0,85	0,52	0,41	0,31	0,35	0,44	0,35	0,28	0,30	0,65	0,37
d	0,51	0,60	0,70	0,65	0,57	0,31	0,70	0,67	0,78	0,53	0,57	0,80	0,78	0,61	0,42	0,51
Лето																
S	27	21	23	9	13	16	19	19	19	29	25	23	28	20	14	17
$I-D$	0,81	0,61	0,77	0,72	0,72	0,67	0,73	0,86	0,76	0,26	0,85	0,79	0,79	0,66	0,82	0,33
H	2,20	1,37	1,85	1,55	1,58	1,48	1,95	2,27	1,97	0,72	2,13	1,90	2,05	1,56	2,03	0,87
J	0,66	0,45	0,59	0,70	0,61	0,53	0,66	0,77	0,67	0,21	0,66	0,60	0,61	0,52	0,77	0,30
d	0,29	0,58	0,33	0,44	0,40	0,42	0,49	0,23	0,43	0,85	0,22	0,31	0,38	0,49	0,31	0,80
Осень																
S	19	29	16	10	5	4	17	14	11	14	12	13	10	8	10	13
$I-D$	0,82	0,82	0,78	0,82	0,23	0,73	0,77	0,78	0,74	0,89	0,65	0,54	0,87	0,83	0,75	0,81
H	1,98	2,17	2,12	1,97	0,52	1,36	1,91	1,73	1,74	2,38	1,38	1,19	2,15	1,95	1,72	2,01
J	0,67	0,64	0,76	0,84	0,31	0,96	0,67	0,65	0,72	0,89	0,55	0,46	0,89	0,92	0,74	0,77
d	0,24	0,32	0,43	0,28	0,87	0,40	0,32	0,26	0,43	0,14	0,54	0,65	0,20	0,30	0,37	0,28

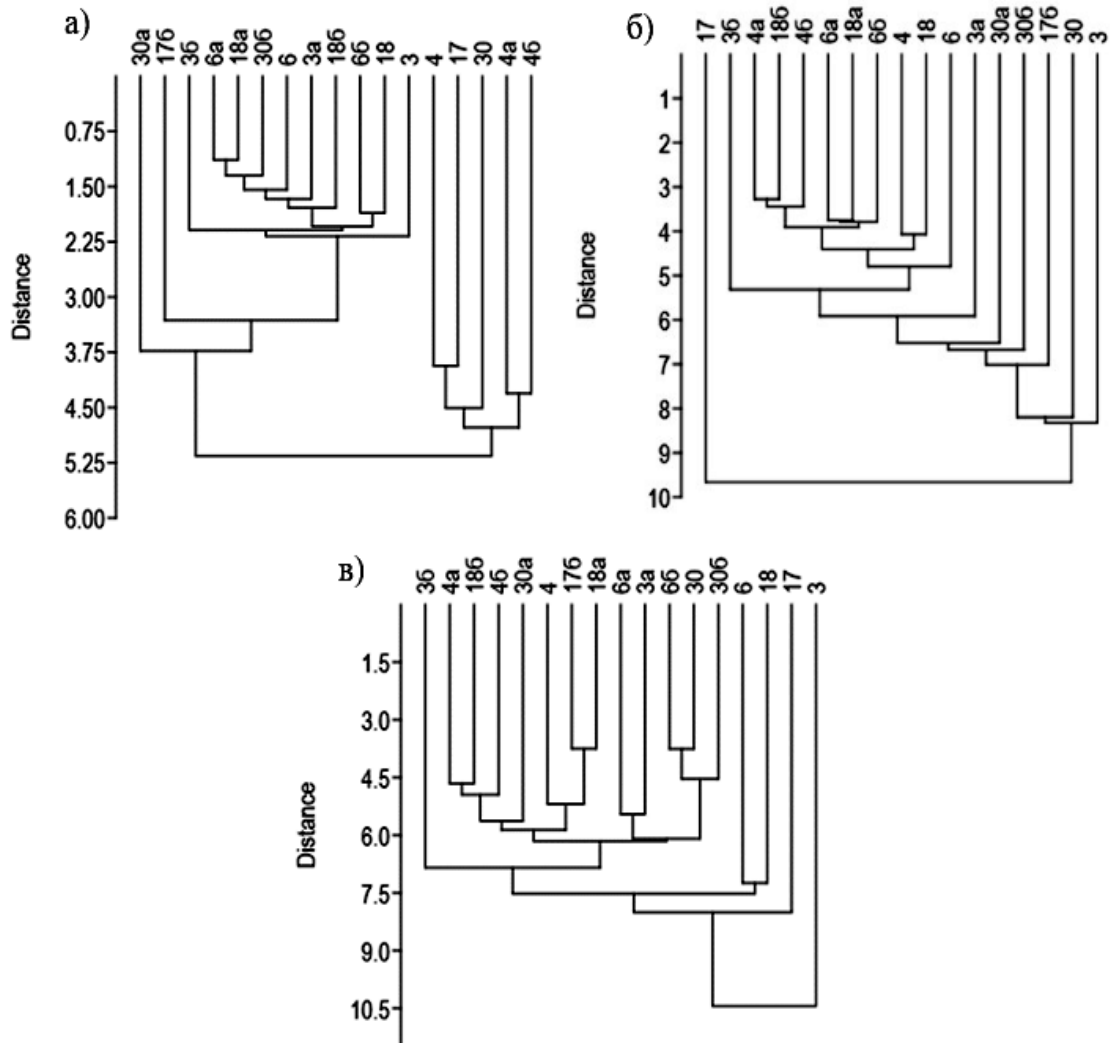


Рис. 3. Дендрограммы сходства станций по численности зоопланктона: а – весна (май 2025 г.), б – лето (июль 2025 г.), в – осень (сентябрь 2025 г.). По вертикальной оси – евклидово расстояние (мера несходства). Цифры – номера станций (см. рис. 1).

Fig. 3. Dendrograms of station similarity based on zooplankton abundance: (a) spring (May 2025), (b) summer (July 2025), (c) autumn (September 2025). The vertical axis represents Euclidean distance (measure of dissimilarity). Numbers indicate stations (see fig. 1).

Весной (рис. 3) выделились две основные группы станций. Наиболее обособленной оказалась группа, включающая станции 4, 4а, 46, 30 и 17, что, вероятно, связано с гидрологическим режимом этих участков в период половодья.

Летом (рис. 3б) особенно выделялась станция 17 (Нижневолжский плес), сочетавшая высокое видовое богатство с низкой общей численностью, что указывает на специфические условия в районе г. Дубны. Осенью (рис. 3в) наиболее контрастной была станция 3 (Шошинский плес), на которой зафиксировано максимальное число таксонов (29).

ОБСУЖДЕНИЕ

Пространственная неоднородность температурного режима – типичная особенность крупных равнинных водохранилищ [1]. Быстрое весеннее прогревание мелководных участков создает благоприятные условия для раннего развития зоопланктона, однако летний перегрев (свыше 23 °C) может угнетать некоторые холодолюбивые виды ветвистоусых, например, *Daphnia longiremis* (G. O. Sars, 1862) [9].

Обнаруженный в Иваньковском водохранилище состав зоопланктона типичен для эвтрофных и мезотрофных водоемов Верхней Волги. Доминирование коловраток *B. angularis* и *A. priodonta*, а также ветвистоусых *C. sphaericus* и *B. longirostris* характерно для водохранилищ волжского каскада с умеренным антропогенным воздействием [13]. Сходный состав отмечен в Рыбинском [13] и Горьковском водохранилищах [20]. В Нижневолжском плесе зафиксирован *Limnospira frontosa*. В системах биоиндикации этот вид характеризуется как α -мезосапробный, что указывает на его способность существовать в условиях значительного органического загрязнения. При этом литературные данные свидетельствуют о предпочтении видом водоемов с низкой продуктивностью и пониженным содержанием кальция, что может быть связано с ослаблением конкурентного давления со стороны других видов ветвистоусых рачков. Таким образом, присутствие *L. frontosa* в Нижневолжском плесе отражает его высокую экологическую пластичность и может указывать на специфический гидрохимический режим данного участка. Вероятно, это связано с более интенсивным водообменом в этом плесе и меньшей эвтрофикацией по сравнению с мелководными, хорошо прогреваемыми Шошинским и Верхневолжским плесами. Стоит отметить, что в период с 2016 по 2022 гг. в водохранилище массово развивался *Acanthocyclops americanus* (Marsh, 1892), который является теплолюбивым пелагическим видом [21].

Согласно классификации М. Л. Пидгайко с коллегами [19] Иваньковское водохранилище в 2025 г. относится к очень малокормным водоемам (средняя биомасса зоопланктона 0,395 г/м³). Прямое сопоставление с данными В. И. Лазаревой с соавторами [13] показывает, что за период 2013–2017 гг. общая биомасса зоопланктона в Иваньковском водохранилище составляла 0,619 г/м³, что в 1,5 раза выше показателей 2025 г. В 2013–2017 гг. этот водоем был одним из наиболее продуктивных в Волжско-Камском каскаде, уступая лишь Угличскому. Аналогичная ситуация наблюдалась и в 2021 году: биомасса зоопланктона тогда составила 0,847 г/м³ [22], что в 2,1 раза превышает значение, полученное нами в 2025 г. Таким образом, к 2025 г. кормовая база Иваньковского водохранилища опустилась до уровня, характерного ранее для Рыбинского и Куйбышевского водохранилищ (табл. 3).

Столь низкая кормность Иваньковского водохранилища может быть объяснена несколькими факторами: большой долей мелководной зоны, способствующей зарастанию высшей водной растительностью и сокращению пелагической зоны [1]; транзитным гидрологическим режимом, приводящим к вымыванию планктона в нижележащие участки Волги, а также многолетними изменениями трофического статуса (снижением эвтрофикации) ряда волжских водохранилищ в последние десятилетия [3].

Таблица 3. Сравнение общей биомассы зоопланктона (г/м³) в Иваньковском водохранилище в 2025 г. (наши данные) с данными по водохранилищам Волжско-Камского каскада за 2013–2021 гг. [13, 22].

Table 3. Comparison of the total zooplankton biomass (g/m³) in the Ivankovo Reservoir in 2025 (our data) with data from the reservoirs of the Volga-Kama cascade for 2013–2021 [13, 22]

Водоем	Общая биомасса зоопланктона (г/м ³)	Отношение к нашим данным
Наши данные (2025)	0,395	–
Иваньковское (2013–2017) [13]	0,619	выше в 1,5 раза
Рыбинское (2013–2017)	0,139	ниже в 2,8 раза
Горьковское (2015–2017)	0,066	ниже в ~5,9 раз
Чебоксарское (2015–2017)	0,100	ниже в 4 раза
Куйбышевское (2015–2017)	0,121	ниже в 3,2 раза
Саратовское (2015, 2017)	0,073	ниже в 5,4 раза
Волгоградское (2017)	0,048	ниже в 8,2 раза
Камское (2016)	0,060	ниже в 6,5 раз
Иваньковское (2021) [22]	0,847	выше в 2,1 раза

Наиболее продуктивным в 2025 г. оказался Средневожский плес (0,631 г/м³), что, вероятно, связано с поступлением биогенных элементов из г. Конаково и притоков, а также с оптимальным для развития зоопланктона гидрологическим режимом (умеренная проточность, достаточная глубина). Шошинский плес (0,578 г/м³) также показал относительно высокую биомассу, что может быть обусловлено его изолированностью от основного русла и меньшим вымыванием. Минимальные показатели Верхневожского плеса (0,063 г/м³) требуют дополнительного изучения. Возможно, это связано с локальными условиями (зарастание, заиливание, особенности водообмена) или с недостаточным охватом станций в этом плесе.

Значения индексов биоразнообразия (Шеннона, Симпсона) последовательно возрастали от весны к лету и снижались осенью, что соответствует классической сезонной динамике планктонных сообществ [17].

Станция 30а (Средневожский плес) показала уникальную динамику: летом здесь отмечено резкое доминирование одного вида (*B. angularis*, индекс $d = 0,85$), а осенью – максимальное для всего водоема выравнивание ($d = 0,14$, $H = 2,38$). Это может указывать на смену гидрологического режима на данном участке или на локальное цветение воды в летний период.

Низкая кормность Иваньковского водохранилища (очень малокормный водоем по классификации М. Л. Пидгайко) напрямую ограничивает его рыбопродукционный потенциал. Зоопланктон является основным кормом для молоди большинства промысловых видов (лещ, плотва, густера, судак, окунь) на ранних этапах развития [23]. При биомассе зоопланктона менее 0,5 г/м³ выживаемость личинок рыб в природных условиях резко снижается [24].

Низкий уровень продуктивности кормовой базы обуславливает необходимость разработки комплексных мелиоративных мероприятий. При этом любое целенаправленное воздействие на биологическую продуктивность водного объекта

должно опираться на результаты предварительного углублённого анализа гидрохимического режима и количественной оценки баланса биогенных элементов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В вегетационный сезон 2025 г. в зоопланктоне Иваньковского водохранилища идентифицировано 55 таксонов. Средняя биомасса зоопланктона составила 0,395 г/м³, что по классификации М. Л. Пидгайко с соавторами соответствует очень малокормному водоему. Наиболее продуктивным был Средневожский плес (0,631 г/м³), наименее – Верхневожский (0,063 г/м³), что подтверждает выраженную пространственную неоднородность распределения зоопланктона в пределах водохранилища.

Сравнение с данными предшествующих исследований выявило устойчивую тенденцию к снижению количественных показателей зоопланктона: по сравнению с периодом 2013–2017 гг. общая биомасса сократилась в 1,5 раза (с 0,619 до 0,395 г/м³), а относительно 2021 г. – в 2,1 раза (с 0,847 до 0,395 г/м³). Таким образом, к 2025 г. кормовая база Иваньковского водохранилища опустилась до уровня, характерного ранее для Рыбинского и Куйбышевского водохранилищ, что требует пристального внимания со стороны рыбохозяйственных и природоохранных организаций.

Полученные данные указывают на тенденцию к снижению количественных показателей зоопланктона по сравнению с периодом 2013 – 2021 гг. Это может свидетельствовать о перестройке трофического статуса водоема или быть следствием специфических гидрометеорологических условий 2025 г. Полученные данные могут служить референсными значениями для экологического мониторинга и оценки эффективности будущих рыбохозяйственных мероприятий.

Поскольку исследование охватывает только один вегетационный сезон, выводы носят предварительный характер. Для выявления устойчивых трендов и причин наблюдаемой депрессии зоопланктона необходим многолетний мониторинг с охватом большего числа станций и сезонов.

Список источников

1. Иваньковское водохранилище и его жизнь / под ред. Н. В. Буторина. – Ленинград: Наука, 1978. – 304 с.
2. Промысел на водоемах Тверской области: историческая ретроспектива и современность / Д. В. Горячев, А. И. Никитенко, Д. А. Гвоздарев [и др.]. – DOI: 10.36038/0234-2774-2024-25-2-75-88 // Вопросы рыболовства. – 2024. – Т. 25, № 2. – С. 75–88.
3. Влияние уровня режима Иваньковского водохранилища (Средняя Волга) на состояние запасов и промысел обитающих в нем рыб / А. И. Никитенко, Д. В. Горячев, Д. В. Артеменков [и др.]. – DOI: 10.36038/0131-6184-2025-3-92-103 // Рыбное хозяйство. – 2025. – № 3. – С. 92–103.
4. Никаноров, Ю. И. Иваньковское водохранилище / Ю. И. Никаноров // Водохранилища Волжско-Камского каскада и их рыбохозяйственное значение. – 1975. – Т. 102. – С. 5–25.

5. О возобновлении промысла на Ивановском водохранилище / Д. В. Горячев, А. И. Никитенко, М. Ю. Амелин [и др.]. – DOI: 10.36038/0234-2774-2023-24-1-154-164 // Вопросы рыболовства. – 2023. – Т. 24, № 1. – С. 154–164.
6. Ресурсы поверхностных вод СССР / под ред. Ю. Е. Яблокова. – Москва: Гидрометеиздат, 1973. – Т. 10. – 475 с.
7. Состояние запасов водных биологических ресурсов Ивановского и Угличского водохранилищ / Д. В. Горячев, А. И. Никитенко, Н. Н. Клец [и др.]. – DOI: 10.36038/0234-2774-2021-22-1-25-37 // Вопросы рыболовства. – 2021. – Т. 22, № 1. – С. 25–37.
8. Динамика запасов и биологические показатели основных промысловых видов рыб Ивановского водохранилища за период 1998–2021 гг., их освоение промыслом / А. И. Никитенко, Д. В. Горячев, В. Ю. Жарикова [и др.]. – DOI: 10.36038/0234-2774-2023-24-3-172-194 // Вопросы рыболовства. – 2023. – Т. 24, № 3. – С. 172–194.
9. Крылов, А. В. Зоопланктон равнинных малых рек / А. В. Крылов. – Москва: Наука, 2005. – 263 с.
10. Czerniawski, R. Zooplankton Size as a Factor Determining the Food Selectivity of Roach (*Rutilus Rutilus*) in Water Basin Outlets / R. Czerniawski, T. Krepski. – DOI: 10.3390/w11061281 // Water. – 2019. – Vol. 11, № 6. – P. 1281.
11. Dhont, J. Rotifers, Artemia and copepods as live feeds for fish larvae in aquaculture / J. Dhont, K. Dierckens, J. Stottrup [et al.]. – DOI: 10.1533/9780857097460 // Advances in Aquaculture Hatchery Technology. – Cambridge: Woodhead, 2013. – P. 157–202.
12. Ривьер, И. К. Зоопланктон Ивановского водохранилища в зоне влияния подогретых вод Конаковской ГРЭС / И. К. Ривьер // Труды Института биологии внутренних вод Академии наук СССР. – 1975. – С. 211–219.
13. Лазарева, В. И. Особенности структуры и распределения позднелетнего (август) зоопланктона в водохранилищах Волги / В. И. Лазарева, Р. З. Сабитова, Е. А. Соколова. – DOI: 10.24411/0320-3557-2018-1-0011 // Труды ИБВВ РАН. – 2018. – № 82. – С. 28–51.
14. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / под ред. С. Я. Цалолыхина, В. Р. Алексеева. – Санкт-Петербург: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – Т. 1. – 495 с.
15. Чертопруд, М. В. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России / М. В. Чертопруд, Е. С. Чертопруд. – 4-е изд. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2022. – 370 с.
16. Винберг, Г. Г. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция / Г. Г. Винберг, Г. М. Лаврентьева // Л.: ГосНИОРХ, Зоолог. ин-т АН СССР, 1982. – 33 с.
17. Шитиков, В. К. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации / В. К. Шитиков, Г. С. Розенберг, Т. Д. Зинченко. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.
18. Hammer, O. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis / O. Hammer, D. A. T. Harper, P. D. Ryan // Palaeontologia Electronica. – 2001. – Vol. 4, № 1. – P. 1–9.

19. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов северо-запада СССР / М. Л. Пидгайко, Б. М. Александров, Ц. И. Иоффе [и др.] // Известия ГосНИОРХ. – 1968. – Т. 67. – С. 205–228.

20. Обилие, распределение и смертность гидробионтов на речном участке в зоне влияния подогретых вод ГРЭС / Ю. В. Герасимов, С. Э. Болотов, А. И. Цветков, Э. С. Борисенко. – DOI: 10.31857/S0320965223060116 // Биология внутренних вод. – 2023. – № 6. – С. 747–761.

21. Лазарева, В. И. Распространение и значение чужеродного вида *Acanthocyclops americanus* (Marsh, 1892) (Crustacea, Cyclopoida) в зоопланктоне водохранилищ Волго-Камского каскада / В. И. Лазарева // Актуальные проблемы изучения ракообразных. – Севастополь: Институт природно-технических систем, 2024. – С. 56.

22. Зоопланктон водохранилищ р. Волги: структура, обилие и динамика / В. И. Лазарева, С. М. Жданова, Р. З. Сабитова, Е. А. Соколова // Биология внутренних вод. – 2024. – Т. 17, № 1. – С. 151–166.

23. Шмакова, З. И. Рекомендации по повышению кормовой базы и контролю гидробиологического режима водоемов фермерских хозяйств / З. И. Шмакова, И. Ю. Бадаева, С. С. Усакова. – Дмитров: ВНИИПРХ, 2015. – 18 с.

24. Богатова, И. Б. Теоретические основы и новые методы создания естественной кормовой базы для рыбоводства / И. Б. Богатова // Избранные труды ВНИИПРХ. – Дмитров: ВНИИПРХ, 2002. – Т. 3–4. – С. 242–257.

References

1. The Ivankovo Reservoir and its life / edited by N. V. Butorin. – Leningrad: Nauka Publ., 1978. – 304 p.

2. Fishing in the Water Bodies of the Tver Region: historical retrospective and modern times / D. V. Goryachev, A. I. Nikitenko, D. A. Gvozdarev [et al.]. – DOI: 10.36038/0234-2774-2024-25-2-75-88 // Fisheries issues. – 2024. – Vol. 25, № 2. – P. 75–88.

3. Influence of the level regime of the Ivankovsky Reservoir (Middle Volga) on the state of stocks and fishing of fish living in it / A. I. Nikitenko, D. V. Goryachev, D. V. Artemenkov [et al.]. – DOI: 10.36038/0131-6184-2025-3-92-103 // Fisheries. – 2025. – № 3. – P. 92–103.

4. Nikanorov, Yu. I. Ivankovskoye Reservoir / Yu. I. Nikanorov // Reservoirs of the Volga-Kama Cascade and their Fisheries Importance. – 1975. – Vol. 102. – P. 5–25.

5. On the resumption of fishing in the Ivankovo Reservoir / D. V. Goryachev, A. I. Nikitenko, M. Yu. Amelin [et al.]. – DOI: 10.36038/0234-2774-2023-24-1-154-164 // Fisheries issues. – 2023. – Vol. 24, № 1. – P. 154–164.

6. Resursy poverkhnostnykh vod SSSR / edited by Yu. E. Yablokov. – Moscow: Gidrometeoizdat Publ., 1973. – Vol. 10. – 475 p.

7. The state of the reserves of aquatic biological resources in the Ivankovo and Uglich reservoirs / D. V. Goryachev, A. I. Nikitenko, N. N. Klets [et al.]. – DOI: 10.36038/0234-2774-2021-22-1-25-37 // Fisheries issues. – 2021. – Vol. 22, № 1. – P. 25–37.

8. Dynamics of stocks and biological indicators of the main commercial fish species in the Ivankovo Reservoir for the period 1998-2021, and their exploitation by

fishing / A. I. Nikitenko, D. V. Goryachev, V. Yu. Zharikova [et al.]. – DOI: 10.36038/0234-2774-2023-24-3-172-194 // Fisheries issues. – 2023. – Vol. 24, № 3. – P. 172–194.

9. Krylov, A. V. Zooplankton of lowland small rivers / A. V. Krylov. – Moscow: Nauka Publ., 2005. – 263 p.

10. Czerniawski, R. Zooplankton Size as a Factor Determining the Food Selectivity of Roach (*Rutilus Rutilus*) in Water Basin Outlets / R. Czerniawski, T. Krepski. – DOI: 10.3390/w11061281 // Water. – 2019. – Vol. 11, № 6. – P. 1281.

11. Dhont, J. Rotifers, Artemia and copepods as live feeds for fish larvae in aquaculture / J. Dhont, K. Dierckens, J. Stottrup [et al.]. – DOI: 10.1533/9780857097460 // Advances in Aquaculture Hatchery Technology. – Cambridge: Woodhead, 2013. – P. 157–202.

12. Rivier, I. K. Zooplankton of the Ivankovsky Reservoir in the zone of influence of the heated waters of the Konakovskaya GRES / I. K. Rivier // Proceedings of the Institute of Inland Water Biology of the USSR Academy of Sciences. – 1975. – P. 211–219.

13. Lazareva, V. I. Features of the structure and distribution of late summer (august) zooplankton in the Volga Reservoirs / V. I. Lazareva, R. Z. Sabitova, E. A. Sokolova. – DOI: 10.24411/0320-3557-2018-1-0011 // Transactions of IBIW RAS. – 2018. – № 82. – P. 28–51.

14. Identification guide of freshwater invertebrates of Russia and adjacent territories / edited by S. Ya. Tsalolikhin, V. R. Alekseev. – Saint-Petersburg, Scientific Press KMK Publ., 2010. – Vol. 1. – 495 p.

15. Chertoprud, M. V. A Brief Identification Guide of Freshwater Invertebrates in the center of European Russia / M. V. Chertoprud, E. S. Chertoprud. – 4th ed. – Moscow: KMK Scientific Press Publ., 2022. – 370 p.

16. Vinberg, G. G. Methodological recommendations for the collection and processing of materials in hydrobiological studies on freshwater bodies. Zooplankton and its production / G. G. Vinberg, G. M. Lavrentyeva. – Leningrad: GosNIORKh, Zoological Institute of the USSR Academy of Sciences, 1982. – 33 p.

17. Shitikov, V. K. Quantitative Hydroecology: methods of system identification / V. K. Shitikov, G. S. Rozenberg, T. D. Zinchenko. – Tolyatti, IEB RAS Publ., 2003. – 463 p.

18. Hammer, O. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis / O. Hammer, D. A. T. Harper, P. D. Ryan // Palaeontologia Electronica. – 2001. – Vol. 4, № 1. – P. 1–9.

19. A brief biological and productive characteristic of the water bodies of the North-West of the USSR / M. L. Pidgayko, B. M. Aleksandrov, Ts. I. Ioffe [et al.] // Izvestiya GosNIORKh. – 1968. – Vol. 67. – P. 205–228.

20. Abundance, distribution and mortality of aquatic organisms in the river area in the zone of influence of heated waters of GRES / Yu. V. Gerasimov, S. E. Bolotov, A. I. Tsvetkov, E. S. Borisenko. – DOI: 10.31857/S0320965223060116 // Inland Water Biology. – 2023. – № 6. – P. 747–761.

21. Lazareva, V. I. Distribution and significance of the alien species *Acanthocyclops americanus* (Marsh, 1892) (Crustacea, Cyclopoida) in the zooplankton of the Volga-Kama cascade reservoirs / V. I. Lazareva // Actual Problems of the Study of Crustaceans. – Sevastopol: Institute of Natural and Technical Systems, 2024. – P. 56.

22. Zooplankton of the Volga reservoirs: structure, abundance and dynamics / V. I. Lazareva, S. M. Zhdanova, R. Z. Sabitova, E. A. Sokolova // Inland Water Biology. – 2024. – Vol. 17, № 1. – P. 151–166.

23. Shmakova, Z. I. Recommendations for improving the feed base and controlling the hydrobiological regime of farm ponds / Z. I. Shmakova, I. Yu. Badaeva, S. S. Uskova. – Dmitrov: VNIIPRKh Publ., 2015, 18 p.

24. Bogatova, I. B. Theoretical foundations and new methods for creating a natural feed base for fish farming / I. B. Bogatova // Selected works VNIIPRKh. Dmitrov: 2002. – Vol. 3–4. – P. 242–257.

Информация об авторах

И. А. Жернаков – главный специалист

А. И. Никитенко – кандидат биологических наук, руководитель группы

Д. Ю. Тюлин – кандидат биологических наук, главный специалист

Д. В. Горячев – руководитель научного направления

А. В. Солодовник – младший специалист

Information about the authors

I. A. Zhernakov – Main Specialist

A. I. Nikitenko – Candidate of Biological Sciences, Group Leader

D. Yu. Tyulin – Candidate of Biological Sciences, Head Specialist

D. V. Goryachev – Head of the Scientific Department

A. V. Solodovnik – Junior Specialist

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 28.06.2026; одобрена после рецензирования 10.07.2026; принята к публикации 13.07.2026.

The article was submitted 28.06.2026; approved after reviewing 10.07.2026; accepted for publication 13.07.2026.

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

