

DOI 10.31029/vestdnc99/3

УДК 574. 583(26)

ВИДОВОЙ СОСТАВ И СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЗООПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ ЧИРКЕЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

М. М. Османов, ORCID: 0000-0002-5542-0083

А. А. Абдурахманова, ORCID: 0000-0001-8738-506X

Ф. Ш. Амаева, ORCID: 0000-0003-2520-5531

М. М. Алигаджиев, ORCID: 0000-0002-8581-6986

Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского
федерального исследовательского центра РАН, Махачкала, Россия

SPECIES COMPOSITION AND SEASONAL DYNAMICS OF ZOOPLANKTON COMMUNITIES IN THE CHIRKEY RESERVOIR

M. M. Osmanov, ORCID: 0000-0002-5542-0083

A. A. Abdurakhmanova, ORCID: 0000-0001-8738-506X

F. Sh. Amaeva, ORCID: 0000-0003-2520-5531

M. M. Aligadzhev, ORCID: 0000-0002-8581-6986

Precaspian Institute of Biological Resources of the
Daghestan Federal Research Centre of RAS, Makhachkala, Russia

Аннотация. Впервые приведены сведения о видовом составе и современном состоянии зоопланктонных сообществ приплотинной части Чиркейского водохранилища. В данной работе использованы материалы экспедиционных исследований изучаемого участка водоема, выполненные авторами в 2024 г. Рассмотрена сезонная динамика распределения численности и биомассы зоопланктона. За период исследований в зоопланктонном сообществе Чиркейского водохранилища было отмечено 27 видов на разных стадиях развития. При этом наиболее широко представленной группой организмов были веслоногие ракообразные. Из этой группы повсеместное распространение получили копепода *Calanipeda aquae dulcis* Kritsch, 1873 и циклопоиды *Cyclops strenuus strenuus* (Fischer, 1851), *Eudiaptomus graciloides* (Lilljeborg, 1857), *Mesocyclops leuckarti* (Lilljeborg, 1857). Отмечена зависимость зоопланктонных сообществ от температурного и гидродинамического режимов водохранилища, определяющихся пополнением водой в результате таяния ледников в весенне-летний период и предпаводковой сработкой в осенне-зимний период. Так, на залитой после летнего пополнения части левобережья значительное развитие получили коловратки и ветвистоусый рачок *Diaphanosoma brachyurum*, численность которых превышала 8 и 11 тыс. экз./м³ соответственно. Показано, что основа зоопланктонного комплекса водохранилища была сформирована ветвистоусыми и веслоногими раками, на долю которых приходилось более половины общей биомассы зоопланктона.

Abstract. This study presents the first comprehensive data on the species composition and current state of zooplankton communities in the dam section of the Chirkey Reservoir. The analysis is based on materials from expeditionary research conducted by the authors in 2024. We investigated the seasonal dynamics of zooplankton abundance and biomass distribution. During the study period, 27 zooplankton species at various developmental stages were identified. Copepods were the most broadly represented group, with widespread species including *Calanipeda aquaedulcis* (Kritsch, 1873), *Cyclops strenuus strenuus* (Fischer, 1851), *Eudiaptomus graciloides* (Lilljeborg, 1857), and *Mesocyclops leuckarti* (Lilljeborg, 1857). Zooplankton community structure was found to depend on the reservoir's temperature and hydrodynamic regimes, which are driven by spring-summer glacial meltwater inflow and autumn-winter pre-flood drawdown. Notably, following summer replenishment, rotifers and the cladoceran *Diaphanosoma brachyurum* (Levin, 1848) proliferated significantly in the flooded left-bank area, with abundances exceeding 8,000 and 11,000 ind./m³, respectively. The zooplankton complex was dominated by cladocerans and copepods, which together constituted more than half of the total zooplankton biomass.

Ключевые слова: Чиркейское водохранилище, гидрофауна, планктонные сообщества, видовой состав, зоопланктон, веслоногие раки, ветвистоусые раки, численность, биомасса.

Keywords: Chirkey reservoir, hydrofauna, plankton communities, species composition, zooplankton, copepods, cladocerans, abundance, biomass.

В бассейне реки Сулак имеется более 10 малых и больших гидроэлектростанций, образующих водохранилища с разной водосборной площадью, в которых обитает разнообразная фауна, в том числе и ценные породы рыб: карп, сазан, форель и др. Несмотря на это, гидрофауна водохранилищ бассейна р. Сулак остается еще слабо изученной. В литературе встречаются единичные публикации, посвященные изучению населения гидробионтов и в основном рыбохозяйственной деятельности. При этом практически отсутствуют данные по планктону и бентосу. Из имеющихся источников известно, что в целях усиления

кормовой базы вместе с мальками рыб в 2014 г. в водохранилище также были выпущены и кормовые беспозвоночные организмы – мизиды и гаммариды, которые натурализовались и образовали стойкие биоценозы [1–3].

Целью работы является изучение зоопланктона Чиркейского водохранилища.

Материал и методика

Зоопланктонные пробы были собраны весной, летом и осенью 2024 г. на 3 станциях левобережного приплотинного участка Чиркейского водохранилища на глубине 8–9 м. Пробы отбирали с использованием модернизированной планктонной сети Апштейна (малая модель, диаметр входного отверстия 25 см, сеть из газа № 38) в двух повторностях и фиксировали 4% формалином.

Собранный материал был обработан объемным методом с применением штемпель-пипеток и счетных камер. Определение видов и подсчет организмов были произведены в лабораторных условиях в камере Богорова под бинокляром «Микромед» и микроскопом «Olympus CX21FS1» по стандартным общепринятым методикам [4–6].

Весенний материал был собран в конце мая 2024 г. при температуре воды в поверхностном слое 16–20°C и в толще воды 8–12°C при прозрачности 3–4 м. Летний материал был собран в конце августа 2024 г. при температуре воды в поверхностном слое 22°C, в толще – 12–16°C и прозрачности 6 м. Осенний этап исследований проходил в середине ноября в условиях максимального заполнения водохранилища и затопления прибрежных участков и сравнительного выравнивания температурного режима поверхностного (17–18°C) и придонных слоев воды (16°C) при прозрачности воды 7–8 м. В этот период на залитом прибрежном участке также была установлена контрольная станция (К) для сравнительного анализа.

Для оценки биоразнообразия зоопланктона использовали индекс видового богатства Маргалефа (IMg). Показатель биоразнообразия, учитывающий количество видов (S) и общее число особей всех видов (N) рассчитывали по формуле:

$$D = (S - 1) / \ln(N),$$

где: D – значение индекса Маргалефа; S – количество видов в сообществе; N – общее число особей в сообществе; $\ln(N)$ – натуральный логарифм от N.

Результаты и обсуждение

По литературным данным, колебание уровня воды в годовой динамике Чиркейского водохранилища находится в пределах 40 м. Понижение уровня начинается в зимние месяцы и продолжается до весны, затем идет его повышение (самый низкий уровень приходится на апрель – май, максимальный на август – октябрь) [2–3].

Температурный режим имеет важное значение для формирования фауны водоема. В Чиркейское водохранилище вода поступает из горных рек с ледников, поэтому она характеризуется низким температурным режимом и большой разницей температуры нижних горизонтов и поверхностных вод. Особенностью приплотинной зоны водохранилища также является и высокая заиленность донной части. В совокупности эти факторы водной среды отрицательно влияют на развитие гидробионтов.

По нашим данным 2024 г., температура воды в водохранилище в поверхностных горизонтах колебалась от 6,5°C в мае до 22,1°C в августе. Разница температуры воды на поверхности и на глубине 20 м составила 1,7–3,1°C.

Состояние водной экологической системы можно оценить по таксономическому составу сообществ водных организмов.

В зоопланктонном сообществе исследуемого района Чиркейского водохранилища было отмечено 27 видов на разных стадиях развития (см. таблицу). Наибольшее видовое разнообразие наблюдалось в весенне-летний период и составляло 17 видов, из которых наиболее широко представленной группой организмов были веслоногие ракообразные. Из этой группы повсеместное распространение получили копепода *Calanipeda aquae dulcis* Kritsch, 1873 и циклопоиды *Cyclops strenuus strenuus* (Fischer, 1851), *Eudiaptomus grasiloides* (Lilljeborg, 1857), *Mesocyclops leucarti* (Lilljeborg, 1857). Встречались как взрослые формы, так науплиальные и яйца. Ветвистоусые раки в пробах были представлены четырьмя видами пресноводных и солоновато-водных видов современных отрядов (см. таблицу).

Из коловраток встречались представители родов *Synchaeta*, *Asplanchna*, *Brachionus*, *Testudinella*. Кроме типичных планктонных организмов в пробах также единично встречались временно пелагические личинки насекомых и хирономид.

К осени, с общим понижением температуры водной среды до 15–16°C и завершением вегетации и развития теплолюбивых видов планктонных организмов, в зоопланктоне остаются в основном эвритермные веслоногие раки, размножающиеся круглый год, и небольшие количества ветвистоусых раков.

Видовой состав зоопланктона приплотинного участка Чиркейского водохранилища в 2024 г.

	Таксоны	Весна	Лето	Осень
Rotifera				
1	<i>Testudinella patina</i> Herman, 1873	+	–	–
2	<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	+	–	–
3	<i>Sinchaeta sesilia fusiper</i> Buchholz, 1952	+	+	–
4	<i>Brachionus quadridentatus quadridentatus</i> Ehr.	–	+	–
	Итого: Видовое разнообразие	3	2	–
Cladocera				
1	<i>Bosminia longirostris</i> Muller, 178)	–	+	–
2	<i>Chidorus sphaericus</i> Muller, 1875	+	–	–
3	<i>Daphnia longispina</i> Muller, 1875	+	+	+
4	<i>Diaphanosoma brachyurum</i> Levin, 1848	+	+	+
5	<i>Sida cristalina</i> Muller, 1848	+	–	–
6	<i>Alona affinis</i> Lilljeborg, 1880	–	+	–
	Итого: Видовое разнообразие	4	4	2
Copepoda				
1	<i>Calanipeda aquae dulcis</i> Kritsch, 1873	+	+	+
2	<i>Acanthocyclops</i> sp.	+	+	–
3	<i>Eurytemora affinis</i> Sars, 1897	+	–	–
4	<i>Eurytemora caspica</i> Sukhikh, 2023	–	–	+
5	<i>Cyclops strenuus strenuus</i> Fischer, 1851	+	+	+
6	<i>Eudiaptomus grasiloides</i> Lilljeborg, 1857	+	–	+
7	<i>Metacyclops grasilis</i> Claus, 1857	+	+	
8	<i>Mesocyclops leucarti</i> Lilljeborg, 1857	–	+	+
9	<i>Termocyclops oithonoides</i> Sars, 1863	+	–	
10	<i>Termocyclops crassus</i> Fischer, 1853	–	+	+
11	<i>Nauplii Copepoda</i>	+	+	+
12	Яйца <i>Copepoda</i>	–	+	–
	Итого: Видовое разнообразие	8	8	7
Прочие организмы				
1	Личинки червей	–	–	–
2	<i>Larva lamellibranchiate</i>	–	–	–
3	Личинки хиронимид	+	–	–
4	Личинки насекомых	+	+	–
	Итого: Видовое разнообразие	2	1	–
Всего: Видовое разнообразие		17	15	9
Индекс Маргалёфа		1,47	1,16	0,82

Как видно из таблицы, доминирующей группой в видовом соотношении во все сезоны являются веслоногие раки (Copepoda), представленные 12 видами, а субдоминантами выступают ветвистоусые раки (Cladocera) и коловратки (Rotifera), представленные 6 и 4 видами соответственно.

Численность зоопланктона зависит от температурного режима водохранилища. Весной при температуре поверхностного слоя воды 6–18°C на всех станциях отмечалось массовое развитие коловраток (Rotifera) и циклопид (Ciclopoidae) (рис. 1).

При этом в прибрежной части исследуемого района водохранилища их общая численность имела одинаково высокие значения (более 8000 экз./м³). Численность субдоминантной группы ветвистоусых раков значительно ниже и на 70% была представлена одним видом *Diaphanosoma brachiurum*. Картина распределения численности зоопланктона у плотины (ближе к водосбросу) отличалась тем, что доминантом выступали коловратки численностью более 11 000 экз./м³.

По материалам летних съемок в зоопланктонном комплексе, как и весной, на всех станциях доминировали веслоногие раки: веслоногий рачок *Eudiaptomus grasiloides* и ветвистоусый рачок *Diaphanosoma brachiurum*.

Характерной особенностью летнего зоопланктонного комплекса является более равномерное развитие и остальных групп зоопланктона в пределах 121–165 экз./м³, которые весной встречались редко. Отметим, что максимально высокая плотность организмов была зафиксирована на залитой вследствие летнего поднятия уровня воды части побережья (ст. К), прилегающей к приплотинному участку.

Численность планктонных организмов осеннего периода характеризуется почти кратным уменьшением состава всех составляющих сообщества (рис. 1). В связи с завершающимся этапом развития почти полностью отсутствуют временные планкто-бентические организмы. Основу численности, как и в весенне-летний период, составляют веслоногие раки циклопиды (*Arctodiaptomus salinus* и *Mesocyclops leucarti*) при доминировании ветвистоусого рачка *Diahhanosjma brachiurum* (1046 экз./м³).

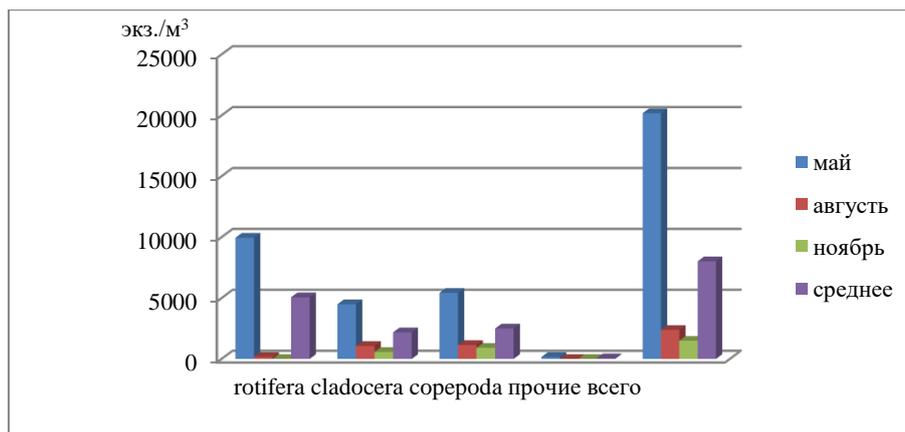


Рис. 1. Распределение численности зоопланктона приплотинной части Чиркейского водохранилища по материалам 2024 г.

Индекс видового разнообразия по Маргалефу, рассчитанный по численности, весной был наибольшим (1,47), летом чуть меньше (1,16) и, как и следовало ожидать, осенью самым низким (0,82) (см. таблицу).

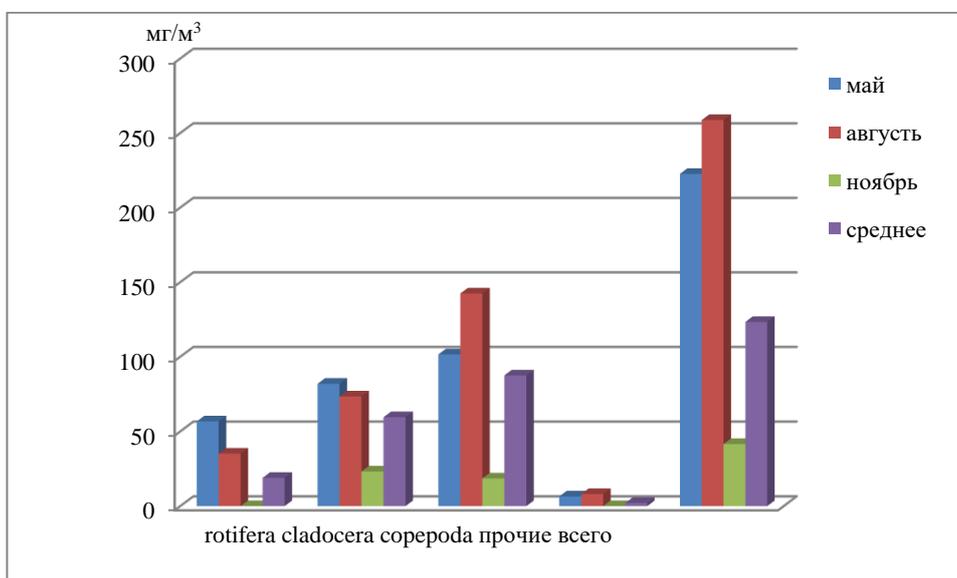


Рис. 2. Распределение средней биомассы зоопланктона в сезонной динамике по таксономическим группам по материалам 2024 г.

Распределение средней биомассы зоопланктона зависит от численности и массы составляющих сообщество видов (рис. 2). Как видно из рис. 1 и 2, формированию общей весенней биомассы более 200 мг/м³ способствовала высокая численность коловраток и веслоногих раков. В относительно холодной весенней воде водохранилища бедно были представлены некоторые веслоногие раки и планкто-бентические представители водной биоты, что повлияло на формирование общей биомассы весеннего зоопланктона. Как было отмечено выше, основным фактором, влияющим на воспроизводство гидробионтов

и динамику развития их популяции в водохранилище, является температурный режим. В этой связи в летние месяцы в зоопланктонном комплексе, в условиях благоприятного температурного режима, происходит массовое развитие всех групп и видов организмов.

Благодаря интенсивным процессам размножения циклопид значительно возрастает биомасса копепод (*Mesocyclops leucarti*, *Cyclops strenuus strenuus*, *Eudiaptomus grasiloides*, *Eurytemora affinis*), составляя более половины общей биомассы всего зоопланктона (55%). За счет теплолюбивых форм значительное развитие получили также ветвистоусые раки, составляя 28% от общей биомассы.

При высокой численности коловраток в весенне-летний период их доля в общегодовой продуктивности из-за незначительной массы невелика и составляет всего 3–4%. Причем к осени эта группа организмов в прохладных уже водах водохранилища практически не встречалась.

Как и было отмечено ранее, с понижением температуры воды и завершением вегетации к осени происходит снижение продуктивности многих гидробионтов. Средняя биомасса зоопланктона, как и численность, снизилась почти в два раза (рис. 1, 2) и более 50% общей биомассы составлял ветвистоусый рачок *Diaphanosoma brachiurum*. Доля биомассы доминировавших по видовому составу и численности веслоногих раков благодаря снижению продуктивности многих циклопид также снизилась и колебалась в пределах 0,27–2,27 мг/м³. Максимальная биомасса в группе веслоногих раков принадлежит размножающемуся круглый год рачку *Calanipeda aquae dulcis* (21,4 мг/м³).

Как видно из рис. 1 и 2, динамика распределения средней биомассы зоопланктона водохранилища в исследуемый период менялась по всем группам в зависимости от изменения среды.

Средняя биомасса зоопланктона за период наших исследований составляла 124,34 мг/м³, что соответствовала показателям такого типа водоемов.

Заключение

Таким образом, можно отметить, что зоопланктонный комплекс глубинной приплотинной части Чиркейского водохранилища представлен широко распространенными формами водоемов озерного и речного типа. Фауна коловраток исследованного участка водохранилища характеризовалась низким видовым разнообразием и выраженной монодоминантностью. Основу фауны зоопланктона в основном составляли Rotifera: Asplanchna, Sinchaeta и Testudinella.

Наибольшее видовое разнообразие и численность отмечалось в летний период, когда основа зоопланктонного комплекса исследованного участка водохранилища была сформирована доминирующими ветвистоусыми и веслоногими раками.

Показано, что в зависимости от температурного (сезонного) и уровневого режима (понижение уровня воды в водохранилище в период предпаводковой сработки) меняется видовой состав, численность и биомасса зоопланктона.

Стабильно высокие показатели численности индикаторных видов веслоногих раков (*Daphnia longispina*, *D. brachiurum*), циклопид (*A. Salinus*, *C. strenuus strenuus*) и низкое видовое разнообразие коловраток с выраженной монодоминантностью являются косвенным показателем практической чистоты воды в районе исследований.

Работа выполнена при финансовой поддержке договора № 3-ТПиР-ПКМ-2024-ДФ/1080-205-2024 от 05.06.2025.

ЛИТЕРАТУРА

1. Изучение гидрохимического и гидробиологического режимов водоемов, горных водохранилищ Дагестана и разработка рекомендаций по формированию естественной кормовой базы // Отчет о НИР. Дагестанское отделение КаспНИРХ. 1983. 48 с.
2. Изучение гидрохимического и гидробиологического режимов нерестово-выростных водоемов, водохранилищ и рек Дагестана и разработка рекомендаций по формированию естественной кормовой базы // Отчет о НИР. Дагестанское отделение КаспНИРХ. 1981. 36 с.
3. Мирзоев М.З., Исуев А.Р., Рабаданов А.С., Исмаилова С.И. Физико-географическая и биологическая характеристика Чиркейского водохранилища // Вестник Дагестанского государственного университета: Сер. 1: Естественные науки. 2005. № 4. С. 63–69.

4. Инструкция по сбору и обработке планктона. М.: ВНИРО, 1977. 72 с.
5. Современная типовая методика биологических исследований водных экосистем. Махачкала, 2002. 133 с.
6. Оценка влияния сооружений ГЭС на водные биоресурсы и разработка рыбозащитных мероприятий для нужд филиала ОАО «Рус Гидро» Дагестанский филиал // Отчет о НИР. Дагестанский филиал ФГУП «КаспНИРХ», 2013. 83 с.

Поступила в редакцию 13.03.2025 г.

Принята к печати 24.12.2025 г.

* * *

Османов Магомед Магомедович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского федерального исследовательского центра РАН; e-mail: inkvachilav@mail.ru

Magomed M. Osmanov, Candidate of Biology, senior researcher, Precaspian Institute of Biological Resources of the Daghestan Federal Research Centre of RAS; e-mail: inkvachilav@mail.ru

Абдурахманова Айшат Абдулмажидовна, научный сотрудник, Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского федерального исследовательского центра РАН; e-mail: aishat52@mail.ru

Ayshat A. Abdurakhmanova, researcher, Precaspian Institute of Biological Resources of the Daghestan Federal Research Centre of RAS; e-mail: aishat52@mail.ru

Амаева Франгиз Шамильевна, кандидат биологических наук, научный сотрудник, Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского федерального исследовательского центра РАН; e-mail: a_frana@mail.ru

Frangiz Sh. Amaeva, Candidate of Biology, researcher, Precaspian Institute of Biological Resources of the Daghestan Federal Research Centre of RAS; e-mail: a_frana@mail.ru

Алигаджиев Мурад Мухтарович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского федерального исследовательского центра РАН; e-mail: pibrmb@mail.ru

Murad M. Aligadzhiyev, Candidate of Biology, senior researcher, Precaspian Institute of Biological Resources of the Daghestan Federal Research Centre of RAS; e-mail: pibrmb@mail.ru