

УДК 574.5

**ОСОБЕННОСТИ ВИДОВОГО СОСТАВА ЗООПАНКТОНА  
МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ  
ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ  
УЛУГ-ХЕМСКОЙ КОТЛОВИНЫ (РЕСПУБЛИКА ТУВА)**

**Н. А. Кирова**

*Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН  
Россия, 667007, Кызыл, Интернациональная, 117А  
E-mail: chink@list.ru*

Поступила в редакцию 04.07.2020 г., после доработки 18.09.2020 г., принята 29.09.2020 г.

*Кирова Н. А. Особенности видового состава зоопланктона минерализованных водных объектов особо охраняемых природных территорий Улуг-Хемской котловины (Республика Тува) // Поволжский экологический журнал. 2020. № 4. С. 398 – 414. DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2020-4-398-414>*

**Аннотация.** Исследован видовой состав зоопланктона минерализованных водных объектов, расположенных в Улуг-Хемской котловине (Республика Тува) и имеющих статус памятников природы регионального значения. Всего отмечено 53 вида микроскопических ракообразных и коловраток из 32 родов, 13 семейств, 8 отрядов. К ветвистоусым ракообразным относятся 53% видов. Выявлена зависимость видового разнообразия от уровня минерализации, 89% видов найдено в солоноватых водоёмах. Состав зоопланктона гипергалинных озёр Дус-Холь (Сватиково) и Чедер сохраняет свое постоянство на протяжении многих десятков лет. В составе зоопланктона находятся виды, в пределах России известные только из Тувы – *Microcyclops afganicus* и *Macrotrix tabrizensis*. Редкие для фауны России *Metadiaptomus asiaticus* и *Alona irinae* обитают в оз. Хаак-Холь. В озёрах наблюдается снижение общей численности зоопланктона: в оз. Дус-Холь она сократилась в 4 раза, в оз. Хадын – в 10 – 19 раз по сравнению с серединой прошлого века. Несмотря на отсутствие промежуточных сведений, мы расцениваем это как следствие антропогенного воздействия. Появление индикатора загрязнения *Brachionus nilsoni* в оз. Хадын служит подтверждением данной версии. В то же время стабильное нахождение редких для фауны России видов говорит о наличии благоприятных условий для их развития и жизнедеятельности, что повышает ценность самих водоёмов, уже являющихся уникальными объектами природы.

**Ключевые слова:** зоопланктон, солёные озёра, особо охраняемые территории, редкие виды ракообразных, индикатор загрязнения.

DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2020-4-398-414>

**ВВЕДЕНИЕ**

При организации особо охраняемых природных территорий (ООПТ) проводится инвентаризация видового состава биоты, но, зачастую, не все группы организмов бывают охвачены подобными исследованиями. Это относится к зоопланктону большинства водоёмов ООПТ Тувы, который оказался практически не изученным. В центральной части республики расположены солёно-грязевые озёра, имеющие бальнеологическое значение, известные своими целебными свойствами

далеко за её пределами (Пиннекер, 1968). С 2007 г. эти озёра получили статус памятников природы регионального значения (Постановление..., 2007). Одно из них, оз. Хадын, включено в Перспективный список водно-болотных угодий, охраняемых Рамсарской конвенцией, имеющих международное значение, является ключевой орнитологической территорией России (КОТР), состоящей в Каталоге Important Bird Areas in Asia (2004) (Водно-болотные..., 2000). Данные о зоопланктоне озёр носят скромный характер, а публикации отделены значительным временным интервалом (Гундризер, Иванова, 1966; Попков, Попкова, 1983; Попкова, 2004; Литвиненко и др., 2009). Проведенные в последние годы исследования на оз. Дус-Холь были связаны с попыткой описать современную картину состояния популяции артемии (Кирова и др., 2018). За последние годы появились отдельные сведения о видовом составе зоопланктона озёр Хаак-Холь и Хадын (Кирова и др., 2012; Кирова, 2018). В то же время многочисленные прилегающие мелкие водные объекты остались совершенно вне поля зрения гидробиологов, хотя, как показывает практика, именно такие небольшие водоёмы вносят весомый вклад в общее биоразнообразие территорий (Котов, 2013).

Цель статьи – выявить таксономический состав зоопланктона солёных озёр и прилегающих к ним водных объектов, расположенных в пределах ООПТ Улуг-Хемской котловины, выявить зависимость видового разнообразия зоопланктона от солёности, а также на основе сопоставления с литературными данными по предыдущим годам выявить многолетние тенденции в изменении видового состава планктона.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Район исследования расположен в центральной части Тувы, в Улуг-Хемской котловине – озёра Хадын, Чедер, Дус-Холь (Сватиково) и Каак-Холь расположены компактно, оз. Хаак-Холь – в северных отрогах хребта Танну-оола, ограничивающего котловину с юга (рис. 1). Исследуемые озёра бессточные, грязевые, хорошо прогреваемые, небольшие по площади, за исключением оз. Хадын, которое является самым крупным солёным водоёмом республики (Пиннекер, 1968), его глубины достигают 10 м (Высотина, 2009).

Впадающие водотоки поддерживают уровень воды – это ручьи Чедер и Кожур-Судак, питающие оз. Чедер, ручей Кара-Суг – оз. Каак-Холь и ручей Хадын впадает в оз. Хадын (см. рис. 1). В питании озёр принимают участие атмосферные осадки и подземные воды, которые в пределах котловины пресные и минерализованные (1.1 – 1.8 г/л), основная разгрузка последних происходит в озёрных котловинах, формируя прилегающие водоёмы, например урочища Кулузун (Фомичева и др., 1966) (см. рис. 1). На степных просторах к областям выклинивания соленых подземных вод приручены широко распространённые засоленные почвы, вносящие свою лепту в осолонение мелких степных водоёмов (Фомичева и др., 1966). Данное обстоятельство явилось причиной осолонения пойменных водоёмов ручья Кожур Судак и его русла, зарегулированного сливной дамбой при пересечении дороги, в результате чего образовалось водное пространство площадью около 60 м<sup>2</sup>, вода в котором, как показал гидрохимический анализ, соленоватая (табл. 1). Сам

ручей изначально пресный, используется для водопоя. Во всех водоёмах, за исключением озёр Дус-Холь и Каак-Холь, развита водная растительность.



**Рис. 1.** Расположение исследованных водных объектов Улуг-Хемской котловины: Водосборная площадь оз. Чедер (1 – 6): 1 – оз. Чедер; 2 – мочажина оз. Чедер; 3 – ручей Кожур-Судак (дамба); 4 – пойменный водоём № 1; 5 – пойменный водоём № 2; 6 – ручей Кожур-Судак (среднее течение); Водосборная площадь оз. Хадын (7 – 8): 7 – оз. Хадын; 8 – мочажина близ оз. Хадын; 9 – оз. Дус-Холь (Сватиково); Водосборная площадь оз. Каак-Холь (10 – 12): 10 – озерко урочища Кулузун; 11 – прилегающий водоём к оз. Каак-Холь; 12 – оз. Каак-Холь; 13 – оз. Хаак-Холь (карта выполнена на основе базы данных «Ресурсный потенциал Республики Тыва» (ТувИКОПР СО РАН)

**Fig. 1.** Dislocation of the surveyed water bodies in the Ulug-Khem depression: Catchment area of the lake Cheder (1 – 6): 1 – lake Cheder; 2 – a hollow near the lake Cheder; 3 – spring Kozhur-Sudak (dam); 4 – pond no. 1; 5 – pond no. 2; 6 – spring Kozhur-Sudak (middle of the length); Catchment area of the lake Khadyn (7 – 8): 7 – lake Khadyn; 8 – a hollow near the lake Khadyn; 9 – lake Dus-Khol (Svatykovo); Catchment area of the lake Kaak-Khol (10–12): 10 – a small lake in tract Kuluzun; 11 – adjacent water near the lake Kaak-Khol; 12 – lake Kaak-Khol; 13 – lake Haak-Khol (the map was made on the basis of the database “Resource potential of the Republic of Tyva” (Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences)

В настоящее время озёра активно используются для отдыха и лечения (на оз. Чедер с 1932 г. по 2015 г. функционировал курорт, оз. Дус-Холь (Сватиково) большей частью подвержено стихийному отдыху).

Материалом для данной публикации послужили пробы зоопланктона из солёных озёр Хадын, Чедер, Дус-Холь, Каак-Холь, Хаак-Холь и прилегающих к ним мелких водоёмов и ручьев. Пробы собраны в период открытой воды (май – сен-

## ОСОБЕННОСТИ ВИДОВОГО СОСТАВА ЗООПАНКТОНА

тябрь) в 2009 – 2012 гг., в 2014 г. и 2017 г. Сбор материала проведен по стандартным методикам, с использованием гидробиологической сети с размером ячеек газа 100 мкм, фиксирован 4%-ным формалином. Обработку материала проводили по общепринятым методикам (Абакумов, 1992). Животных идентифицировали по возможности до вида (Определитель..., 1995, 2010).

**Таблица 1.** Характеристика исследованных озёр

**Table 1.** Characteristics of the studied lakes

№	Водосбор. площадь	Водоём	Координаты	Абс. высота, м	Площадь, км <sup>2</sup>	Глубина, м	T, °C	TDS, г/л	pH	Тип
1	Водосборная площадь оз. Чедер	Озеро Чедер	51.422055° 94.773963°	706	5,0	2,0	26	24.82–67.17*	9.1–10.95*	4
2		Мочажина Чедер	51.388958° 94.789439°	721	–	0.35	23.3	Солонов. на вкус	–	2
3		Ручей Кожур-Судак-1	51.276568° 94.884687°	805	–	0.5	18	0.43	–	1
4		Пойменный водоём № 1	51.369487° 94.735314°	726	0.009	0.3	21	4.26	9.64	2
5		Пойменный водоём № 2	51.369819° 94.734954°	728	0.009	0.2	21	4.32	9.95	2
6		Ручей Кожур-Судак-2	51.369175° 94.735969°	736	–	0.6	18.3	0.43	–	1
7	Водосборная площадь оз. Хадын	Озеро Хадын	51.337617° 94.533055°	707	23.6	10.0	23.0	13.0–16.0	8.4–9.4	3
8		Мочажина Хадын	51.367068° 94.475021°	720	–	0.3	24.1	Солонов. на вкус	–	2
9	–	Озеро Дус-Холь (Сватиково)	51.362253° 94.438132°	707	0.55	3.4	27	127.5	7.9	4
10	Водосборная площадь оз. Каак-Холь	Урочище Кулузун	51.358820° 94.398796°	704	0.01	0.3	24	4.24	9.26	2
11		Прилегающий водоём № 1 (Каак-Холь)	51.356531° 94.392774°	702	0.01	0.1	23	2.6	–	2
12		Озеро Каак-Холь	51.355380° 94.390341°	699	2.2	0.6	28	173.9	8.6	4
13	–	Озеро Хаак-Холь	51.331152° 93.573276°	1100	4.0	2.0	19	7.4	–	2

*Примечание.* \* Данные любезно предоставлены Ч. К. Ойду (Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН). Типы водоёмов даны по О. А. Алекин (1970): 1 – пресные (0.2 – 1 г/л); 2 – солоноватые (1 – 7 г/л); 3 – солёные (7 – 45 г/л); 4 – рассолы (> 45 г/л).

*Note.* \* Data by courtesy of Ch. K. Oydup (Tuvan Institute for Integrated Development of Natural Resources SB RAS). The types of water bodies are given according to O. A. Alekin (1970): 1 – fresh (0.2–1 g / l); 2 – brackish (1–7 g / l); 3 – saline (7–45 g / l); 4 – brines (> 45 g / l).

Типы фауны микроскопических ракообразных и коловраток приводятся по определителям (Определитель..., 1995, 2010). Биотопическая приуроченность видов в исследованных водоёмах дана по И. К. Ривьер с соавторами (2001).

Для определения доминантных и структурообразующих видов использовали функцию рангового распределения относительного обилия видов (Андроникова, 1996). Доминантами считали виды с обилием не менее 5%. Для оценки видового разнообразия использовали информационный индекс Шеннона ( $H_{\text{бит}}$ ) по численности (Мэгаранн, 1992). Зависимость числа видов от минерализации воды анализи-

ровали с помощью аппроксимации нелинейной степенной функцией, качество которой оценивали с помощью коэффициента детерминации ( $R^2$ ). Для статистической обработки материала применяли пакет программ Excel 10.0.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Всего найдено 53 вида микроскопических ракообразных и коловраток из 32 родов, 13 семейств, 8 отрядов. Из них 28 видов из 5 семейств относятся к ветвистоусым ракообразным (это 53% от общего числа), к веслоногим ракообразным относятся 13 видов из 2 семейств, один вид принадлежит к голым жаброногам (*Artemia* sp., Anostraca) (табл. 2). Среди ветвистоусых ракообразных наибольшее видовое богатство отмечается в семействах Daphniidae и Chydoridae – по 10 и 7 видов соответственно. Среди веслоногих ракообразных в сем. Cyclopidae зарегистрировано 10 видов, в сем. Diaptomidae – 3 вида. Коловратки представлены 12 видами, из них к сем. Brachionidae относятся 6 таксонов рангом ниже рода (см. табл. 2). По зоогеографическому распространению среди выявленных таксонов палеарктов – 52%, космополитов – 32%, голарктов – 14% и один вид имеет Центрально-Азиатский ареал, т.е. выявленная фауна является типичной для Палеарктики. Большинство палеарктов регистрируется среди ветвистоусых ракообразных, большинство космополитов – среди коловраток. По биотопической приуроченности в исследованных водоёмах эвритопных и литоральных форм встречается по 28%, форм с фитофильной характеристикой – 19%, планктонных – 17% и бентосных – 8% (см. табл. 2).

**Таблица 2.** Таксономический состав зоопланктона минерализованных водных объектов особо охраняемых природных территорий Улуг-Хемской котловины

**Table 2.** Taxonomic composition of zooplankton in mineralized water bodies of specially protected natural areas of the Ulug-Khem depression

Таксон	Зоогеографическая характеристика	Экологическая характеристика	Озеро Чедер	Мочажина Чедер	Ручей Ко-Су (дамба)	Пойменный водоём 1	Пойменный водоём 2	Ручей Кож-Суд 2	Озеро Хадын	Мочажина Хадын	Озеро Дус-Холь	Урочище Кулугун	Прил. водоём Каак-Холь	Озеро Каак-Холь	Озеро Хаак-Холь
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>Тип Rotifera</b>															
Класс Eurotatoria Markevich, 1990															
Отряд Protoramida Markewich, 1990															
Семейство Hexarthridae Bartos, 1958															
<i>Hexarthra fennica</i> (Levander, 1892)	K	Pl	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+
Отряд Transversiramida Markevich, 1990															
Семейство Brachionidae Ehrenberg, 1838															
<i>Brachionus plicatilis</i> Muller, 1786	K	Pl	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-
<i>Brachionus nilsoni</i> Ahlstrom, 1940	Pl	Eut	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>B. urseus</i> (Linnaeus, 1758)	K	Eut	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>B. variabilis</i> Hempel, 1896	K	Eut	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Brachionus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+

# ОСОБЕННОСТИ ВИДОВОГО СОСТАВА ЗООПАНКТОНА

Продолжение табл. 2

Table 2. Continuation

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Семейство Brachionidae Ehrenberg, 1838															
<i>Keratella quadrata</i> Müller, 1786	K	Eut	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+
<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg, 1832)	K	Pl	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+
Семейство Euchlanidae Bartoš, 1959															
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	K	Eut	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-
<i>E. piriformis</i> Gosse, 1851	П	Ph	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Семейство Mytilinidae Bartoš, 1959															
<i>Mitilina mucronata</i> (Müller, 1773)	Г	Ph	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Отряд Transversiramida Markevich, 1990															
Семейство Lecanidae Bartoš, 1959															
<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	K	Eut	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Отряд Saltiramide Markevich, 1989															
Семейство Asplanchnidae Haring et Myers, 1926															
<i>Asplanchna brighrwelli</i> Gosse, 1850	K	L	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-
Отряд Saetiramide Markevich, 1990															
Семейство Notommatidae															
<i>Cepalodella</i> sp			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Класс Archiorotatoria, Markevich, 1990															
Отряд Bdelloida Hudson, 1884															
Bdelloida			-	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+
<b>Tun Arthropoda</b>															
Надкласс Crustacea															
Класс Branchiopoda Latreille, 1816															
Отряд Anomopoda Sars, 1865															
Семейство Moinidae Goulden, 1968															
<i>Moina mongolica</i> Daday, 1901	П	Pl	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>M. brachiata</i> Jurine, 1820	П	Pl, L	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+
Семейство Macrothricidae Norman et Brady, 1876															
<i>Wlassicia pannonica</i> Daday, 1904	П	L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Macrothrix rosea</i> (Lievin, 1848)	Г	L, Ph	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+
<i>M. hirsuticornis</i> Norman et Brady, 1876	Г	Ph, Bt	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>Macrothrix tabrizensis</i> Dumont et al., 2002	П	Ph	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Семейство Daphniidae Straus, 1820															
<i>Daphnia magna</i> Straus, 1820	Г	L	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+
<i>D. longispina</i> O.F. Muller, 1875	П	Pl	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+
<i>D. pulex</i> Leydig, 1860	П	Eut	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-	+
<i>D. curvirostris</i> Eylmann, 1887	Г	L	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine, 1820)	П	L	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+
<i>Scapholeberis rammeri</i> Dumont et Pensaert, 1983	П	Ph	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+
<i>S. mucronata</i> (Sars, 1890)	П	Bt, Ph	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Meganefenestra aurita</i> (Fisher, 1849)*	П	Ph	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+
<i>Simocephalus vetulus</i> (Müller, 1776)	П	L, Ph	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>S. expinosus</i> (de Geer, 1778)	П	Ph	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>S. mixtus</i> Sars, 1903	Г	Ph	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Семейство Bosminidae Sars, 1865															
<i>Bosmina longirostris</i> (Müller, 1785)	K	Eut	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Семейство Chydoridae Dubowski et Grochowski, 1894															
<i>Chydorus sphaericus</i> Müller, 1785	K	Eut	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+
<i>Alona affinis</i> (Leydig, 1860)	П	Ph	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+
<i>Alona guttata</i> Sars, 1862	П	L, Ph	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coronatella rectangular</i> (Sars, 1862)	П	Eut	-	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+
<i>Alona flossneri</i> Sinev, Alonso, Sheveleva, 2009	П	L	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+
<i>A. costata</i> Sars, 1862	Г	L, Bt	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>A. irinae</i> Sinev, Alonso et Sheveleva, 2009	ЦА	Ph	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Alonella excisa</i> (Fisher, 1854)	K	L, Ph	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-

Окончание табл. 2  
Table 2. Continuation

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Семейство Chydoridae Dubowski et Grochowski, 1894															
<i>Oxyurella tenuicaudis</i> Sars, 1862	П	Bt, Ph	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+
<i>Disparalona rostrata</i> (Koch, 1841)	П	L, Bt	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Класс Maxillopoda Edwards, 1840															
Подкласс Corepoda Edwards, 1840															
Отряд Cyclopoida Burmeister, 1834															
Семейство Cyclopidae Dana, 1853															
<i>Eucyclops serrulatus</i> Fischer, 1851	К	Eut	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+
<i>E. arcanus</i> Alekseev, 1990	П	Bt, L	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>E. dumonti</i> Alekseev, 2000	П	Bt	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Thermocyclops dybowskii</i> (Lande, 1890)	П	L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>T. crassus</i> (Fisher, 1853)	К	Eut	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine, 1820)	К	Eut	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+
<i>Cryptocyclops bicolor</i> (Sars, 1863)	Г	L	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+
<i>Mesocyclops leukarti</i> (Claus, 1857)	П	Eut	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+
<i>Microcyclops afganicus</i> Lindberg, 1959	К	L	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Cyclops scutifer</i> Sars, 1863		Eut	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Отряд Calanoida Sars, 1903															
Семейство Diaptomidae Sars, 1903															
<i>Arctodiaptomus (Rh.) salinus</i> Daday, 1885	П	Pl	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-
<i>Arctodiaptomus bacillifer</i> (Koelber, 1885)	П	Pl	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+
<i>Metadiaptomus asiaticus</i> (Uljanin, 1875)	П	Pl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Отряд Harpacticiformes															
Harpactidae sp.	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+
Класс Phyllopoda															
Отряд Anostraca Sars, 1867															
Семейство Artemiidae Grochowski, 1896															
<i>Artemia</i> sp.	-	-	+		-	-		-	+	-	+	-			+
Amphypoda	-	-												+	
Всего видов: 53			3	8	16	28	17	7	16	7	1	6	26	1	27

Примечание. П – палеаркты, Г – голаркты, К – космополиты; Eut – эвритопные, Ph – фитофильные, L – литоральные, Bt – бентические, Pl – планктонные.

Note. P – palearctic, H – holarctic, C – cosmopolitan; Eut – eurytopic, Ph – phytophilic, L – littoral, Bt – benthic, Pl – planktonic.

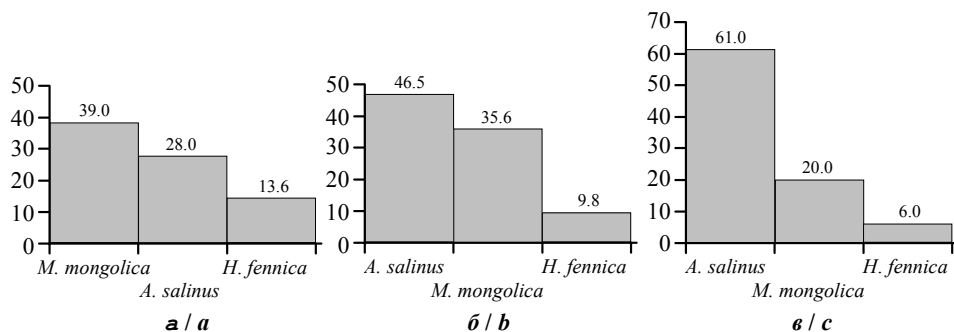
Оз. Дус-Холь (Сватиково) населено исключительно галобионтом – жаброногим рачком *Artemia* cf. *sinica* Yanpeng 1989 (Литвиненко и др., 2009). Плотность в 2017 г. – 7 экз/л, в 2018 г. – 18 экз/л (Кирова и др., 2018). В оз. Чедер кроме артемии (88%) зоопланктонное сообщество составляют *Brachionus plicatilis* (11.9%) и гарпактициды (0.1%). В майских пробах (24.82 г/л) присутствует *B. urseus* (см. табл. 2). В 2017 и 2018 гг. численность *Artemia* sp. в оз. Чедер составила 86 и 98 экз/л, в оз. Каак-Холь показатели плотности в 2010 г. – 16 экз/л, в 2017 г. – 9 экз/л.

Видовой состав зоопланктона солёного оз. Хадын насчитывает 16 таксонов рангом ниже рода (см. табл. 2). Основу численности определяют галофилы *A. (R.) salinus* (28 – 61%), *M. mongolica* (20 – 39%) и *H. fennica* (6 – 13.6%). Соотношение таксонов по доминированию несколько различается по годам, но в целом доминирующий комплекс остается неизменным (рис. 2). По биомассе доминируют только ракообразные *A. salinus* (до 71%) и *M. mongolica* (до 28%).

Отметим, что во всех пробах присутствует *B. plicatilis*, но 5%-ного порога не достигает. В 2017 г. здесь отмечен *B. nilsoni* – индикатор загрязнения (Кутикова,

## ОСОБЕННОСТИ ВИДОВОГО СОСТАВА ЗООПАНКТОНА

1970; Кирова и др., 2018). Межгодовые значения численности составляют 33.83 – 65.28 тыс. экз/м<sup>3</sup>, биомассы – 1.85 – 3.75 г/м<sup>3</sup>.

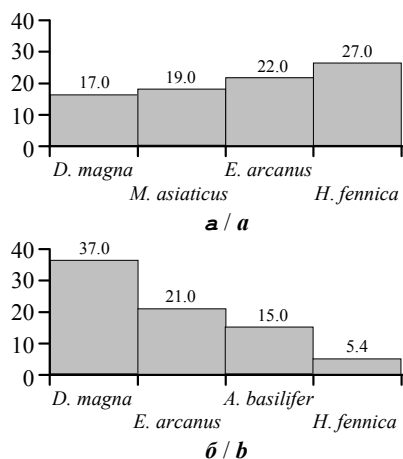


**Рис. 2.** Ранговое распределение (Ni, %) доминирующих видов зоопланктона оз. Хадын: а – 2011 г., б – 2012 г., в – 2017 г.

**Fig. 2.** Rank distribution (Ni, %) of the dominant species of zooplankton in the Lake Khadyn: a – 2011, b – 2012, c – 2017

Зоопланктон солоноватого оз. Хаак-Холь насчитывает 27 видов (см. табл. 2). Структурообразующее ядро составляют галофилы *D. magna*, *M. asiaticus*, *H. fennica* и эвригалинные *E. arcanus* и *A. basilifer* (рис. 3). Во все годы в ядро входят *D. magna*, *H. fennica* и *E. arcanus*. Из диаптомусов в 2010 г. доминирует *M. asiaticus*, в 2016 г. – *A. basilifer* (см. рис. 3). Межгодовые значения численности – 215.5 и 116.5 тыс. экз./м<sup>3</sup>, биомассы – 64.3 и 41.6 г/м<sup>3</sup>. По биомассе доминирует *D. magna* (87 – 92%). *Wlassisia pannonica* присутствует во все годы сборов, но в единичных экземплярах. Найдены науплиусы Anostraca.

На зарегулированном участке ручья Кожур-Судак отмечается повышение видового разнообразия по сравнению с выше-расположенным участком ручья с 7 до 16 видов (см. табл. 2). В пойменных водоёмах ручья среди 30 таксонов рангом ниже рода присутствуют галобионты *B. plicatilis* и *A. salinus* (см. табл. 1). Отметим находки *M. tabrizensis* на протяжении всего периода сборов и во все месяцы, включая май и сентябрь. Богатой по видовому составу является фауна планктона прилегающего к оз. Каак-Холь небольшого солоноватого водоёма – 29 видов, среди которых отметим *M. hirsuticornis* и *M. rosea*. В мочажинах близ озёр Чедер и Хадын обитают по 7



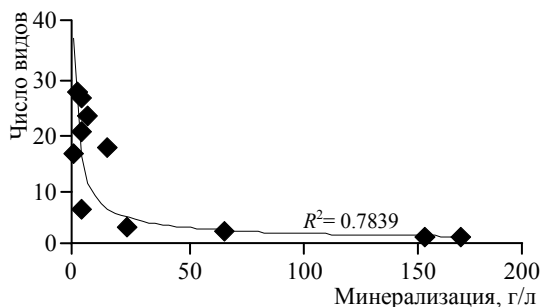
**Рис. 3.** Ранговое распределение (Ni, %) доминирующих видов зоопланктона в оз. Хаак-Холь в 2010 г. (а), в 2014 г. (б)

**Fig. 3.** Rank distribution (Ni, %) of the dominant species of zooplankton in the Lake Khaak-Khol in 2010 (a), in 2012 (b)



и 8 видов соответственно, это представители солонотоводного и пресноводного комплексов (см. табл. 2).

В целом разнообразие зоопланктона водоёмов находится в широком диапазоне – от 1 до 28, и зависит от уровня минерализации (рис. 4). Величина достоверности аппроксимации  $R^2$  максимальна для степенной регрессионной линии ( $R^2 = 0.7839$ ).



**Рис. 4.** Видовое разнообразие зоопланктона в минеральных водоёмах особо охраняемых природных территорий Улуг-Хемской котловины в зависимости от их минерализации

**Fig. 4.** Species diversity of zooplankton in mineral water bodies of specially protected natural areas of the Ulug-Khem depression, depending on their mineralization

межены между пойменными водоёмами ручья Кожур-Судак, между его зарегулированным участком и прилегающим водоёмом к оз. Каак-Холь (0.55) (табл. 3).

Регрессионная линия отражает закономерное снижение числа видов при увеличении степени минерализации. Наибольшее число видов зарегистрировано в солонотовых водоёмах, наименьшее – в гипергалинных (см. табл. 2). Значения индекса разнообразия в озёрах Хадын и Хаак-Холь составляют 1.51 – 1.83 и 2.21 – 2.9 соответственно, в гипергалинных озёрах – монодоминирование артемии.

Между водоёмами котловины (исключая озёра Дус-Холь и Каак-Холь) наблюдается широкий разброс значений индексов видового сходства – от 0.06 до 0.68.

Наибольшие значения (0.68) отмечены между пойменными водоёмами ручья Кожур-Судак, между его зарегулированным участком и прилегающим водоёмом к оз. Каак-Холь (0.55) (табл. 3).

**Таблица 3.** Индексы сходства видового состава (Чекановского – Серенсена) минерализованных водных объектов особо охраняемых природных территорий Улуг-Хемской котловины

**Table 3.** Similarity indices of the species composition (according to Chekanovsky–Sørensen) of mineralized water bodies of specially protected natural areas of the Ulug-Khem depression

Водоём	Оз. Чедер	Мочажина Чедер	Ручей Ко-Су	Пойменный водоём № 1	Пойменный водоём № 2	Оз. Хадын	Мочажина Хадын	Урочище Кулузун	Прилег. водоём к оз. Каак-Холь	Оз. Хаак-Холь
Оз. Чедер	1									
Мочажина Чедер	0	1								
Ручей Ко-Су 1	0	0.37	1							
Пойменный водоём № 1	0.06	0.27	0.41	1						
Пойменный водоём № 2	0	0.33	0.37	0.68	1					
Оз. Хадын	0.1	0.08	0.19	0.36	0.5	1				
Мочажина Хадын	0	0.13	0.17	0.17	0.34	0.08	1			
Урочище Кулузун	0.22	0.14	0.11	0.29	0.18	0.36	0.15	1		
Прилег. водоём к оз. Каак-Холь	0.07	0.43	0.55	0.31	0.48	0.35	0.25	0.27	1	
Оз. Хаак-Холь	0.07	0.23	0.45	0.29	0.51	0.45	0.17	0.12	0.47	1

*Примечание.* Цветом помечены случаи высокого сходства между водоёмами.

*Note.* Cases of high similarity between water bodies are highlighted in color.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Ранее коловратки и ракообразные солёных водоёмов котловины были исследованы лишь в трех озёрах – Чедер, Дус-Холь и Хадын. Настоящий список зоопланктона оз. Хадын пополнен на 11 таксонов рангом ниже рода, в дополнение к ранее указанным *H. fennica*, *B. plicatilis*, *D. salinas*, *E. serrulatus* и *M. brachiata* (Гундризер, Иванова, 1966; Попкова, 2004). Однако сами по себе новые находки не говорят об изменении фауны озёр, поскольку за последнее время систематика многих групп планктонных животных сильно изменилась, и достаточно трудно сопоставлять таксономические списки разных лет.

Для зоопланктона характерны межгодовые колебания численности, что является следствием взаимодействия природных (экологических) факторов. Отсутствие промежуточных численных параметров зоопланктона озёр с момента их первого обследования и до настоящего времени уязвимо для объективной оценки происходящего. Однако, учитывая популярность озёр, мы считаем, что антропогенный фактор является определяющим в сокращении численности артемии оз. Дус-Холь с 65 тыс. экз/м<sup>3</sup> до нынешних 18 тыс. экз/м<sup>3</sup>, а также в сокращении общей численности зоопланктона оз. Хадын с 664.0 тыс. экз/м<sup>3</sup> до современных 33.83 – 65.28 тыс. экз/м<sup>3</sup> (Гундризер, Иванова, 1966; Кирова и др., 2018).

При этом очевидно, что таксономический состав зоопланктона гипергалинных водоёмов Чедер и Дус-Холь (Сватиково) сохраняет свое постоянство как минимум с 60-х гг. прошлого века (Гундризер, Иванова, 1966; Литвиненко и др., 2009; Кирова и др., 2015).

Нами обнаружены новые для фауны планктона республики Тува виды коловраток – *A. brighrwelli*, *B. urseus*, *E. piriformis* и ветвистоусых ракообразных – *W. pannonica*, *A. irinae*. Таксон *A. irinae* описан сравнительно недавно, известен из бассейнов Зеи и Амура, водоёмов Иркутской области (Котов и др., 2011; Sinev et al., 2009). *W. pannonica* – типичный обитатель степных водоёмов (Котов, 2013). В России *M. tabrizensis* и *M. afganicus* зарегистрированы только в Туве (Определитель..., 1995). Редкий для фауны России *M. asiaticus* в Туве найден только в оз. Хаак-Холь, он более широко известен в Забайкалье и Монголии (Итигилова, 2009; Шабурова, Шевелева, 2009; Шевелева и др., 2009 а, б; Афонина, Итигилова, 2014; Alonso, 2010). Единичность находок в Туве тех или иных видов зоопланктона может быть связана со слабой изученностью региона.

Уровень минерализации является одним из ведущих факторов, определяющим особенности видового состава и число видов зоопланктона (Алимов, 2008). Наибольшее видовое богатство отмечено в солоноватых водоёмах – 47 видов, что составляет 89% от общего числа, наименьшее – в гипергалинных озёрах. Наблюдаемое снижение индексов видового разнообразия при повышении минерализации в озёрах (от солоноватых до гипергалинных) – закономерное явление (Алимов, 2008). По нашему мнению, именно широкий диапазон параметров минерализации (1.22 – 173.9 г/л) обуславливает разброс значений индексов видового сходства.

В целом зоопланктон представлен солонатоводным и пресноводным комплексом, в озёрах массовое развитие получили эвригалинные виды (*E. arcus*, *A. basilifer*) и галофилы (*D. magna*, *M. mongolica*, *A. salinas*, *M. asiaticus*, *H. fennica*), в гиперга-

линных – галобионт артемия. В минеральных озёрах Забайкалья, Монголии, Хакасии и Алтая *D. magna*, *M. mongolica*, *A. salinas* также являются массовыми (Веснина, 1997; Ануфриева, 2006; Пенькова и др., 2007; Макаркина, Шевелева, 2008; Итигилова, Афонина, 2009; Шевелева и др., 2009 а, б; Афонина, Итигилова, 2014; Flossner et al., 2005; Alonso, 2010; Paul, 2012). Для развития *D. magna* установлен соленостной оптимум свыше 6 г/л (Визер, 2014). *M. mongolica*, *A. salinas* и *H. fennica* составляют основу зоопланктона солёных озёр Убсунурской котловины (Южная Тува) – это озёра Шара-Нур, Бай-Холь и Убсу-Нур (Кирова и др., 2015). Находки *T. dybowski* в солоноватых водоёмах Тувы не единичны, возможность его обитания в водах этого типа подкрепляется литературными ссылками (Монченко, 1974; Кирова и др., 2012). Индикатор загрязнения *B. nilsoni* (Кутикова, 1970) ранее отмечался в солёном оз. Шара-Нур (Убсунурская котловина), в озеро он попадал из ручья Булак (0.45 г/л), загрязняемого машинным забором воды (Кирова и др., 2015).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Видовой состав зоопланктона минерализованных водных объектов Улуг-Хемской котловины характеризуется разнообразием, которое зависит от уровня минерализации. Обнаружение на протяжении длительного периода редких для фауны России видов увеличивает значимость водоёмов и свидетельствует о наличии благоприятных условий для продолжения жизнедеятельности этих таксонов, что повышает ценность самих водоёмов, уже являющихся уникальными объектами природы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абакумов В. А. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб. : Гидрометеиздат, 1992. 318 с.
- Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л. : Гидрометеиздат, 1970. 200 с.
- Алимов А. Ф. Связь биологического разнообразия в континентальных водоемах с их морфометрией и минерализацией вод // Биология внутренних вод. 2008. № 1. С. 3 – 8.
- Андроникова И. Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем. СПб. : Наука, 1996. 189 с.
- Ануфриева Т. Н. Таксономическая структура зоопланктона минерализованных озёр Хакасии // Вестн. Красноярск. гос. ун-та. Сер. Естественные науки. 2006. № 5. 69 – 73.
- Афонина Е. Ю., Итигилова М. Ц. Зоопланктон соленых озёр в разные периоды наполнения (Забайкальский край) // Междунар. журн. прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 10. С. 38 – 42.
- Веснина Л. В. Особенности биоты мезогалинных озёр Алтайского края // Биологическая продуктивность водоемов Западной Сибири и их рациональное использование. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1997. С. 204 – 206.
- Визер Л. С. Зоопланктон солоноватых водоёмов Западной Сибири (на примере Чановской озёрной системы) : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Тюмень, 2014. 34 с.
- Водно-болотные угодья, внесенные в Перспективный список Рамсарской конвенции / под ред. В. Г. Кривенко. М. : Wetlands International, 2000. Т. 3. С. 220.

## ОСОБЕННОСТИ ВИДОВОГО СОСТАВА ЗООПАНКТОНА

*Высотина Л. Н.* Оценка запасов лечебных грязей в районе оз. Хадын и Дус-Холь Республики Тыва (отчет Гидрогеологической партии по работам за 2007 – 2008 гг.). / Тувинская геолого-разведочная экспедиция. Кызыл, 2009. 104 с.

*Гундризер А. Н., Иванова М. А.* Безрыбные озёра Тувы и возможное их рыбохозяйственное использование // Вопросы зоологии : материалы к III совещанию зоологов Сибири. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1966. С. 48 – 49.

*Итигилова М. Ц.* Каланоиды (Calanoida) минеральных озёр Забайкалья // Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 2009. Т. 2, кн. 1. С. 481 – 482.

*Итигилова М. Ц., Афонина Е. Ю.* Ветвистоусые (Stenopoda, Anomopoda) минеральных озёр Забайкалья // Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 2009. Т. 2, кн. 1. С. 486 – 490.

*Кирова Н. А., Шевелева Н. Г., Синев А. Ю.* Кладоцеры и копеподы водоёмов Республики Тыва // Актуальные проблемы изучения ракообразных континентальных вод : материалы, лекции и докл. междунар. шк.-конф. Кострома : Костромской печатный дом, 2012. С. 201 – 203.

*Кирова Н. А., Кальная О. И., Ойдунов Ч. К.* Данные о зоопланктоне соленых озёр российской части Убсунурской котловины // Региональная экономика : технологии, экономика, технологии и инфраструктура : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 20-летию ТувИКОПР СО РАН. Кызыл : Тувинский ин-т комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, 2015. С. 229 – 333.

*Кирова Н. А., Кальная О. И., Аюнова О. И.* К вопросу о гидрохимии и биологии оз. Дус-Холь (Тува) // Изв. Алтайского отд-ния Рус. геогр. о-ва. 2018. № 4. С. 82 – 88.

*Котов А. А.* Морфология и филогения Anomopoda (Crustacea : Cladocera). М. : Т-во науч. изд. КМК, 2013. 638 с.

*Котов А. А., Коровчинский Н. М., Синев А. Ю., Смирнов Н. Н.* Cladocera (Crustacea Branchiopoda) бассейна реки Зеи (Амурская область, Российская Федерация). 3. Систематико-фаунистический и зоогеографический анализ // Зоол. журн. 2011. Т. 90, № 4. С. 402 – 411.

*Кутикова Л. А.* Коловратки фауны СССР (Rotatoria). Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1970. 744 с.

*Литвиненко Л. И., Литвиненко А. И., Бойко Е. Г.* Артемия в озёрах Западной Сибири. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 2009. 304 с.

*Макаркина Н. В., Шевелева Н. Г.* Видовой состав и продуктивность зоопланктона Тажеранских солоноватых озёр (Прибайкалье) // Вестн. Том. ун-та. 2008. № 316. С. 191 – 195.

*Монченко В. І.* Щелепнороті циклопоподібні, циклопи (Cyclopidae) // Фауна України. Київ : Наукова думка, 1974. Т. 27, вип. 3. 452 с.

*Мэггарран Э.* Биологическое разнообразие и его измерение. М. : Мир, 1992. 182 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 2. Ракообразные / под ред. С. Я. Цаллолихина. СПб. : Зоол. ин-т РАН, 1995. 227 с.

Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской части России. Т. 1. Зоопланктон. М. ; СПб. : Т-во науч. изд. КМК, 2010. 494 с.

*Пенькова О. Г., Шевелева Н. Г., Аров И. В., Коровякова И. В., Макаркина Н. В.* Гидрофауна Тажеранских степных озёр // Тр. Прибайкальского нац. парка. 2007. Вып. 2. С. 86 – 111.

Постановление правительства Республики Тыва «О памятниках природы на территории Республики Тыва» от 28.02.2007 г. № 294. Кызыл, 2007. URL: <http://mpr17.ru/oort> (дата обращения: 10.08.2020).

*Пиннекер Е. В.* Минеральные воды Тувы. Кызыл : Тувкнигоиздат, 1968. 106 с.

*Попков В. К., Попкова Л. А.* Зоопланктон озёр бассейна Верхнего Енисея как кормовая база выращиваемых сиговых // Экологические исследования водоемов Красноярского края. Красноярск : Ин-т физики СО АН СССР, 1983. С. 122 – 127.

Попкова Л. А. Фауна зоопланктона озер Республики Тыва // Вестн. Том. ун-та. Приложение. 2004. № 10. С. 96 – 101.

Ривьер И. К., Лазарева В. И., Гусаков В. А., Жгарева Н. Н., Столбунова В. Н. Состав флоры и фауны Верхней Волги // Экологические проблемы Верхней Волги. Ярославль : Ярослав. гос. техн. ун-т, 2001. С. 409 – 412.

Фомичева В. Н., Леонидова Н. Л., Горин Н. В. Отчет о комплексном обследовании гидротермальных и грязевых ресурсах Тувинской АССР. М. : Центр. ин-т курортологии и физиотерапии, 1966. Т. 1. С. 171 – 178.

Шабурова Н. И., Шевелева Н. Г. Структура и состав зоопланктона разнотипных малых прибрежных озер северо-западной части Байкала (мыс Большой Солонцовый) // Вестн. Том. ун-та. 2009. № 322. С. 252 – 257.

Шевелева Н. Г., Итигилова М. Ц., Дулмаа А. Коловратки (Rotifera), листоногие (Anostraca), ветвистоусые (Cladocera) и веслоногие (Copepoda) солоноватых и соленых озер Монголии // Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 2009 а. Т. 2, кн. 1. С. 650 – 655.

Шевелева Н. Г., Пенькова О. Г., Макаркина Н. А. Коловратки (Rotifera), ветвистоусые (Anomopoda), веслоногие (Diaptomida, Cyclopoida) солоноватых озер Прибайкалья // Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 2009 б. Т. 2, кн. 1. С. 60 – 68.

Alonso M. Branchiopoda and Copepoda (Crustacea) in Mongolian Salin Lakes // Mongolian J. of Biologist Siences. 2010. Vol. 8, № 1. P. 9 – 16.

Flossner D., Horn W., Paul M. Notes on the Cladocera and Copepoda Fauna of the Uvs Nuur Basis (Northwest Mongolia) // Intern. Review of Hydrobiology. 2005. Vol. 5, № 6. P. 580 – 595.

Paul M. Limnological Aspects of the Uvs-Nuur Baisin in the Northwest Mongolia : Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades. Doctor rerum naturalium (Dr. rer. nat.). Dresden, 2012. 187 p.

Sinev A. Y., Alonso M., Sheveleva N. G. New Species of *Alona* from South-East Russia and Mongolia Related to *Alona salina* Alonso, 1996 (Cladocera : Anomopoda : Chydoridae) // Zootaxa. 2009. Vol. 2326. P. 1 – 23.

**Species Composition Features of Zooplankton in Mineralized Water Bodies  
from Specially Protected Natural Territories in Ulug-Khem Basin (Republic of Tuva)**

**Nadezhda A. Kirova**, *chink@list.ru*

*Tuvian Institute for Exploration of Natural Resources  
of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences  
117A Internatsionalnaya St., Kyzyl 667007, Russia*

Received 4 July 2020, revised 18 September 2020, accepted 29 September 2020

Kirova N. A. Species Composition Features of Zooplankton in Mineralized Water Bodies from Specially Protected Natural Territories in Ulug-Khem Basin (Republic of Tuva). *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2020, no. 4, pp. 398–414 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2020-4-398-414>

**Abstract.** The species composition of zooplankton in mineralized water bodies located in the Ulug-Khem basin (Republic of Tuva) was studied. These lakes have the status of natural monuments of regional significance. In total we recorded 53 species of microscopic Cystaceans and Rotifers from 32 genera, 13 families, and 8 orders. Cladocera comprises 53% of the species. The dependence of the species diversity on the level of mineralization was revealed; 89% of the species were found in brackish water bodies. The zooplankton composition of the hyperhaline lakes Dus-Khol (Svatikovo) and Cheder has remained constant for many dozen years. The zooplankton includes some species known only from Republic of Tuva in Russia, namely, *Microcyclops afganicus* and *Macrotrix tabrizensis*. *M. asiaticus* and *Alona irinae*, rare for the fauna of Russia, live in the lake Haak-Hol. A decrease in the total numbers of zooplankton is observed in the lakes, namely: in the lake Dus-Khol, it has decreased by 4 times, in the lake Khadyn it has decreased by 10–19 times as compared to the middle of the last century. Despite the lack of intermediate information, we regard this as a consequence of anthropogenic impact. The emergence of an indicator of pollution (*Brachionus nilsoni*) in the lake Khadin confirms this version. At the same time, the stable finding of species rare for the fauna of Russia indicates the presence of favorable conditions for their development and life, which increases the value of the reservoirs themselves, which are already unique natural objects.

**Keywords:** zooplankton, saline lakes, specially protected areas, rare Cystaceans species, pollution indicator.

DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2020-4-398-414>

## REFERENCES

- Abakumov V. A. *Rukovodstvo po gidrobiologicheskomu monitoringu presnovodnykh ekosistem* [Guidelines for Hydrobiological Monitoring of Freshwater Ecosystems]. Saint Petersburg, Hydrometeoizdat Publ., 1992. 318 p. (in Russian).
- Alekin O. A. *Osnovy gidrokhimii* [Fundamentals of Hydrochemistry]. Leningrad, Hydrometeoizdat Publ., 1970. 200 p. (in Russian).

Alimov A. F. The Relationship Between Biological Diversity in Continental Waterbodies and Morphometry and Mineralization of their Water. *Inland Water Biology*, 2008, vol. 1, no. 1, pp. 1–6.

Andronikova I. N. *Strukturno-funktsional'naiia organizatsiia zooplanktona ozernykh ekosistem* [Structural and Functional Organization of Zooplankton in Lake Ecosystems]. Saint Petersburg, Nauka Publ., 1996. 189 p. (in Russian).

Anufrieva T. N. Taxonomical Composition of Zooplankton in the Brackish-Water Lakes of Hakasia. *Vestnik of Krasnoyarsk State University, Ser. Natural Sciences*, 2006, no. 5, pp. 69–73 (in Russian).

Afonina E. Y., Itigilova M. T. Zooplankton of Salt Lakes in Different Periods of Filling (Zabaykalsky Krai). *International J. of Applied and Fundamental Research*, 2014, no. 10, pp. 38–42 (in Russian).

Vesnina L. V. The Specific Features of the Biota Mesohaline Lakes of the Altai Territory. In: *Biologicheskaiia produktivnost' vodoemov Zapadnoi Sibiri i ikh ratsional'noe ispol'zovanie* [Biological Productivity of Reservoirs in Western Siberia and Their Rational Use]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1997, pp. 204–206 (in Russian).

Vizer L. S. *Zooplankton solonovatykh vodoyemov Zapadnoi Sibiri (na primere Chanovskoi ozeranoi systemy)* [Zooplankton of Brackish Reservoirs of Western Siberia (on the example of the Chanovsky Lake System)]. Thesis Diss. Dr. Sci. (Biol.). Tyumen, 2014. 34 p. (in Russian).

*Vodno-bolotnye ugod'ia, vnesennye v Perspektivnyi spisok Ramsarskoi konventsii*. Pod red. V. G. Krivenko [V. G. Krivenko, ed. Wetlands in Russia. Wetlands of Ramsar Shadow List]. Moscow, Wetlands International, 2000, vol. 3, pp. 220 (in Russian).

Vysotina L. N. *Otsenka zapasov lechebnykh griazei v raione oz. Khadyn i Dus-Khol' Respubliki Tyva (otchet Gidrogeologicheskoi partii po rabotam za 2007 – 2008 gg.)* [Assessment of the Reserves of Medicinal mud in the Area of the Lake. Khadyn and Dus-Khol' of the Tyva Republic (Report of the Hydrogeological Party on Works for 2007–2008)]. Kyzyl, Tuvinskaya geologo-razvedochnaya ekspeditsiya Publ., 2009. 104 p. (in Russian).

Hundrieser A. N., Ivanova M. A. Fishless Lakes of Tuva and Their Possible Fishery Usage. *Voprosy zoologii: materialy k III soveshchaniuu zoologov Sibiri* [The Problems of Zoology: Proceedings of the III Meeting of Zoologists of Siberia]. Tomsk, Izdatel'stvo Tomskogo universiteta, 1966, pp. 48–49 (in Russian).

Itigilova M. Ts. Calanoida (Calanoida) of Mineral Lakes of Zabaykalye. In: *Species Inhabiting Lake Baikal and Its Catchment Area*. Novosibirsk, Nauka Publ., 2009, vol. 2, book 1, pp. 481–482 (in Russian).

Itigilova M. Ts., Afonina E. Y. Cladocera (Ctenopoda, Anomopoda) Mineral Lakes of Transbaikalia. In: *Species Inhabiting Lake Baikal and Its Catchment Area*. Novosibirsk, Nauka Publ., 2009, vol. 2, book 1, pp. 486–490 (in Russian).

Kirova N. A., Sheveleva N. G., Sinev A. Y. Cladocera and Copepods of the Waters of the Republic of Tuva. In: *Aktual'nye problemy izucheniia rakoobraznykh kontinental'nykh vod: materialy lektsii i dokladov mezhdunarodnoi shkoly-konferentsii* [Actual Problems of Crustaceans Studying in Continental Waters: Lecture materials and reports of International School Conference]. Kostroma, Kostromskoi pechatnyi dom Publ., 2012, pp. 201–203 (in Russian).

Kirova N. A., Kalnaya O. A., Oydup Ch. K. Zooplankton of the Solt-lakes in Russian Part of the Ubsunuur Basin. In: *Regional Economy: Technologies, Economy, Ecology, and Infrastructure: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference on the 20th Anniversary of TuvIENR SB RAS*. Kyzyl, Tuvinskii institut kompleksnogo osvoenie prirodnnykh resursov SO RAN Publ., 2015, pp. 229–333 (in Russian).

Kirova N. A., Kalnaya O. I., Ayunova O. D. To the Question of Hydrochemistry and Biology of the Lake Dus-Khol (Tuva). *Bulletin of the Altay Branch of the Russian Geographical Society*, 2018, no. 4, pp. 82–88 (in Russian).

- Kotov A. A. *Morphology and Phylogeny of the Anomopoda (Crustacea: Cladocera)*. Moscow, KMK Scientific Press Ltd., 2013. 638 p. (in Russian)
- Kotov A. A., Korovchinsky N. M., Sinev A. Yu., Smirnov N. N. Cladocera (Crustacea, Branchiopoda) from the Zeya River Basin (Amur Region, Russian Federation). 3. Systematic-Faunistical and Zoogeographical Analyses. *Zoologicheskii zhurnal*, 2011, vol. 90, no. 4, pp. 402–411 (in Russian).
- Kutikova L. A. *Kolovratki fauny SSSR (Rotatoria)* [Rotifera of the USSR (Rotatoria)]. Leningrad, Nauka Publ., 1970. 744 p. (in Russian).
- Litvinenko L. I., Litvinenko A. I., Boyko E. G. *Brine Shrimp Artemia in Western Siberia Lakes*. Novosibirsk, Nauka Publ., 2009. 304 p. (in Russian).
- Makarkina N. V., Sheveleva N. G. Species Composition and Productivity of Zooplankton in Tazheran Brackish Lakes (Pribaikalye). *Tomsk State University J.*, 2008, no. 316, pp. 191–195 (in Russian).
- Monchenko V. I. Gnathostoma Cyclopoida, Cyclopidae. *Fauna of Ukraine*. Kiev, Naukova dumka Publ., 1974, vol. 27, iss. 3. 452 p. (in Ukrainian).
- Megarran E. *Ecological Diversity and its Measurement*. Moscow, Mir Publ., 1992. 182 p. (in Russian).
- S. Y. Tsololokhin, ed. *Key to Freshwater Invertebrates of Russia and Adjacent Lands. Vol. 2: Crustacea*. Saint Petersburg, Zoologicheskii institut RAN Publ., 1995. 227 p. (in Russian).
- Determinant of Zooplankton and Zoobenthos of Fresh Water Bodies of European Russia. Vol. 1: The Zooplankton*. Moscow, KMK Scientific Press Ltd., 2010. 494 p. (in Russian).
- Penkova O. G., Sheveleva N. G., Arov I. V., Korovyakova I. V., Makarkina N. V. Hydrofauna of Tazheran Steppe Lakes. *Proceedings of the Baikal National Park*, 2007, iss. 2, pp. 86–111 (in Russian).
- Postanovlenie pravitel'stva Respubliki Tyva "O pamiatnikakh prirody na territorii Respubliki Tyva" ot 28.02.2007 g. № 294* [Resolution of the Government of the Republic of Tuva of 28.02.2007 No. 294 "On Natural Monuments of National Significance on the Territory of the Republic of Tuva"]. Kyzyl, 2007. Available at: <http://mpr17.ru/oopt> (accessed 20 August 2020) (in Russian).
- Pinneker E. V. *Mineral'nye vody Tuvy* [Mineral Waters of Tuva]. Kyzyl, Tuvknigoizdat Publ., 1968. 106 p. (in Russian).
- Popkov V.K., Popkova L.A. Zooplankton of Lakes in the Upper Yenisei Basin as a Forage Base for Grown Whitefish. In: *Ekologicheskie issledovaniya vodoemov Krasnoyarskogo kraya* [Ecological Studies of Water Bodies of the Krasnoyarsk Territory]. Krasnoyarsk, Institut fiziki SO AN SSSR Publ., 1983, pp. 122–127 (in Russian).
- Popkova L. A. Zooplankton fauna of the lakes in Tuva Republic. *Bulletin of the Tomsk State University. Application*, 2004, no. 10, pp. 96–101 (in Russian).
- Rivyer I. K., Lazareva V. I., Gusakov V. A., Zhigareva N. N., Stolbunova V. N. Composition of Flora and Fauna of the Upper Volga. In: *Ecological problems of the Upper Volga*. Yaroslavl, Yaroslavskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet Publ., 2001, pp. 409–412 (in Russian).
- Fomicheva V. N., Leonidova N. L., Gorin N. V. *Otchet o kompleksnom obsledovanii gidrotermal'nykh i griazevykh resursakh Tuvinskoi ASSR* [Report on a Comprehensive Survey of Hydrothermal and Mud Resources of the Tuva ASSR]. Moscow, Tsentral'nyi institut kurortologii i fizioterapii Publ., 1966, vol. 1, pp. 171–178 (in Russian).
- Shaburova N. I., Sheveleva N. G. Structure and Composition of Zooplankton in Multi-Type Small Littoral Lakes of North-Western Baikal (Cape Bolshoy Solontsovy). *Tomsk State University J.*, 2009, no. 322, pp. 252–257 (in Russian).
- Sheveleva N. G., Itigilova M. Ts., Dulmaa A. Rotifers (Rorifera), Leaf-footed (Anostraca), Cladocera (Cladocera) and Copepods (Copepoda) of Brackish and Salty Lakes of Mongolia. In:



*Species Inhabiting Lake Baikal and Its Catchment Area*. Novosibirsk, Nauka Publ., 2009 a, vol. 2, book 1, pp. 650–655 (in Russian).

Sheveleva N. G., Penkova O. G., Makarkina N. A. Rotifers (Rotifera), Cladocerans (Anomopoda), Copepods (Diaptomida, Cyclopoida) of Brackish Lakes of the Baikal Region. In: *Index Species Inhabiting Lake Baikal and Its Catchment Area*. Novosibirsk, Nauka Publ., 2009 b, vol. 2, book 1, pp. 60–68 (in Russian).

Alonso M. Branchiopoda and Copepoda (Crustacea) in Mongolian Saline Lakes. *Mongolian J. of Biologist Sciences*, 2010, vol. 8, no. 1, pp. 9–16.

Flossner D., Horn W., Paul M. Notes on the Cladocera and Copepoda Fauna of the Uvs Nuur Basin (Northwest Mongolia). *Intern. Review of Hydrobiology*, 2005, vol. 5, no. 6, pp. 580–595.

Paul M. *Limnological Aspects of the Uvs-Nuur Basin in the Northwest Mongolia*. Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades. Doctor rerum naturalium (Dr. rer. nat.). Dresden, 2012. 187 p.

Sinev A. Y., Alonso M., Sheveleva N. G. New Species of *Alona* from South-East Russia and Mongolia Related to *Alona salina* Alonso, 1996 (Cladocera: Anomopoda: Chydoridae). *Zootaxa*, 2009, vol. 2326, pp. 1–23.