

## ЗООПЛАНКТОН ОЗ. ЮГ (ЮЖНЫЕ ОТРОГИ ХРЕБТА ЧЕРСКИЙ, МАГАДАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.П. Бывальцев, А.Б. Крашенинников, Е.В. Хаменкова

*Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, г. Магадан, tauy@mail.ru*

В работе представлены первые сведения о составе и структуре сообщества зоопланктона горного озера Юг ледникового происхождения, расположенного в южных отрогах хребта Черского Северо-Восточной Сибири в летний период с 26 июня по 07 августа 2024 г. Выявлено низкое видовое разнообразие зоопланктона и абсолютное преобладание в структуре его сообщества копепод.

## ZOOPLANKTON OF YUG LAKE (SOUTHERN SPURS OF THE CHERSKY RANGE, MAGADAN REGION)

A.P. Byvaltsev, A.B. Krasheninnikov, E.V. Khamenkova

*Institute of Biological Problem of the North Far East Branch Russian Academic of Science, Magadan, tauy@mail.ru*

The paper presents the first information on the composition and structure of the zooplankton community of the mountain alpine lake Yug of glacial origin, located in the southern spurs of the Chersky range of Northeastern Siberia in the summer period from June 26 to August 07, 2024. The low species diversity of zooplankton and the absolute predominance of copepods in the structure of its community were revealed.

### Введение

Северо-Восточная Сибирь – один из самых суровых климатических регионов. Здесь преобладают экстроконтинентальный климат и практически повсеместно распространенная вечная мерзлота. Такие условия приводят к тому, что на востоке региона граница Арктики (CAFF boundary) опускается вплоть до 60° с. ш. В таких условиях одной из важных особенностей функционирования озер является чрезвычайно короткий период открытой воды.

Несмотря на то, что в литературе имеется обширный перечень работ, посвященных зоопланктону озерных и речных сообществ Арктической и Субарктической зон, территория Северо-Восточной Сибири остается слабоизученной. Имеющиеся материалы преимущественно затрагивают зоопланктон нижнего течения реки Индигирка и среднего и нижнего течения реки Колыма. Озера горных систем и участков понижений рельефа между ними на территории Северо-Восточной Сибири практически не изучены.

Территория Северо-Восточной Сибири отличается также сложной и разнообразной орографией, что, наряду с вышеперечисленными особенностями, могло бы сделать ее уникальным районом мониторинга самых разных природных процессов. Однако до настоящего времени эта обширная страна остается одной из самых слабоизученных биологами.

Цель нашей работы показать некоторые особенности зоопланктонного сообщества оз. Юг, ледникового горного озера, расположенного в южных отрогах хребта Черского.

### Материалы и методы

Материалом для работы послужили пробы зоопланктона, собранные в период с 23 июня по 14 августа 2024 г. в оз. Юг, расположенном в отрогах хребта Охандя (южные отроги хребта Черского).

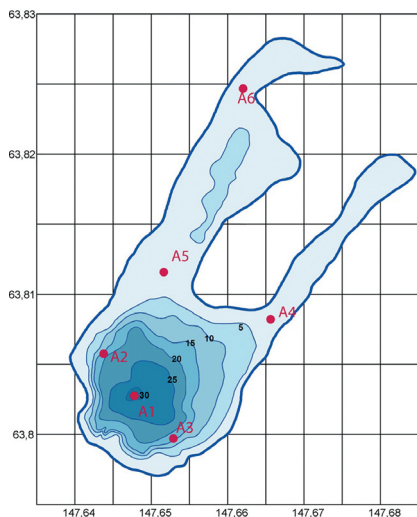


Рис. 1. Батиметрия глубин оз. Юг и расположение точек отбора проб

(Кутикова, 1970; Определитель пресноводных беспозвоночных..., 1995, Определитель зоопланктона ..., 2010).

В озере было выбрано 6 постоянных станций отбора проб (рис. 1). Каждая станция представляла собой закоренную веревку, конец которой был доступен на поверхности озера благодаря поплавку. Зоопланктон собирали сетью Джеди (диаметр 25 см) путем тотального облова водного столба, соответствующего глубине станции и диаметру сети. Отбор проб проводили 24 июня, 10 июля, 25 июля, 07 августа. Всего собрано 24 пробы. Сбор и обработку материала осуществляли по стандартным гидробиологическим методам (Методические рекомендации ..., 1984). Индекс сапробности рассчитан по Пантле-Букку в модификации Сладечека (Sladecsek, 1973), трофность — по шкале С.П. Китаева (Китаев, 1986).

Видовую принадлежность зоопланктонных организмов устанавливали по определителям

### Результаты и обсуждение

В составе зоопланктона выявлены два класса (Copepoda, Cladocera), четыре отряда (Cyclopoida, Calanoida, Anomopoda, Daphniformes), четыре семейства (Cyclopidae, Temoridae, Bosminidae, Holopediidae), пять родов (*Acanthocyclops*, *Cyclops*, *Heterocope*, *Bosmina*, *Holopedium*) и 5 видов ракообразных (рис. 2) и один класс (Eurotatoria), два отряда (*Flosculariaceae*, *Ploima*), два семейства (Conochilidae, Brachionidae), три рода (*Conochilus*, *Kellicottia*, *Keratella*) и 4 вида коловраток (рис. 3).

#### Аннотированный список видов зоопланктона оз. Юг

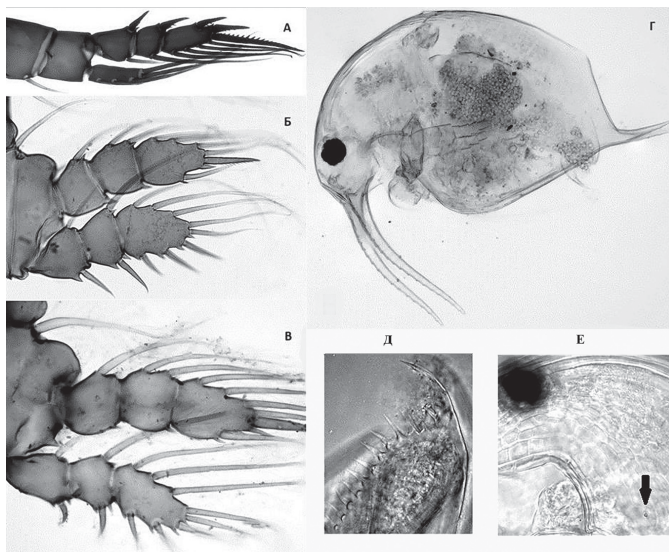
##### Веслоногие ракообразные

##### *Acanthocyclops capillatus* (Sars, 1863)

Распространение: трансглоарктический вид с хорошо выраженным северным ареалом (Рылов, 1948; Лоскутова и др., 2010; Семенова, Алексюк, 2010; Круглова, 2015; Круглова, Комулайнен, 2019). Это редкий вид, обычно встречается в колодцах и родниках, предпочитает олиготрофные водоемы (Рылов, 1948; Определитель зоопланктона..., 2010).

##### *Cyclops scutifer* Sars, 1863

Распространение: трансглоарктический вид. Его можно встретить на широтах от 42° до 69° с. ш. (Halvorsen, Elgmork, 1976; Elgmork, 2004), в высокогорных водоемах в озерах

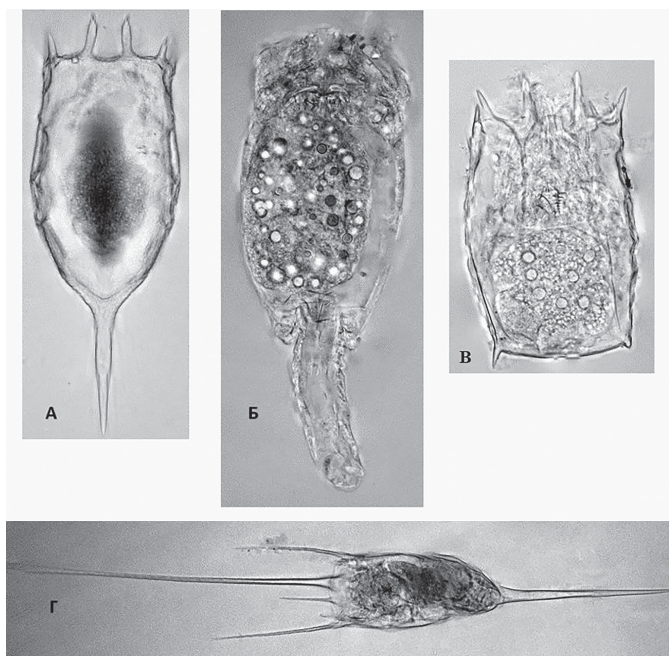


**Рис. 2.** Детали строения ракообразных: А – экзоподит и эндоподит четвертой пары торакальных конечностей *Heteroscope borealis*, Б – экзоподит и эндоподит четвертой пары торакальных конечностей *Cyclops scutifer*, В - экзоподит и эндоподит четвертой пары торакальных конечностей *Acanthocyclops capillatus*, Г – Общий вид *Bosmina (Eubosmina) sp.*, Д – постабдомен с боковой стороны *Holopedium gibberum*, Е – Латеральная головная пора *Bosmina (Eubosmina) sp.*

Восточной Сибири (Васильева, 1967; Bondarenko et al., 2002; Итигилова, Шевелева, 2009; Sheveleva et al., 2017).

*Heteroscope borealis* (Fischer, 1851).

Распространение: транспалеарктический вид. Основной ареал *H. borealis* приурочен к заполярным широтам Палеарктики (Боруцкий и др., 1991), вид отмечен на территории Дальнего Востока: бассейн р. Анадырь (Стрелецкая, 2010), водоемы Камчатки (Куренков,



**Рис. 3.** Коловратки оз. Юг: А – *Keratella cochlearis*, Б – *Conochilus unicornis*, В – *Keratella testudo*, Г – *Kellicottia longispina*

2005). Населяет и более южные широты в высокогорьях, встречается и в глубоководных олиготрофных водоемах.

### Ветвистоусые ракообразные

*Bosmina (Eubosmina) sp.*

Распространение: представители данного подрода широко распространены в Северном полушарии. Встречается как в европейской, так и в азиатской части России. На Дальнем Востоке обитают два вида данного подрода – *B. (E.) tanakai* Kotov, Ishida et Taylor, 2009 и *B. (E.) coregoni* Baird, 1857, их идентификация требует анализа морфологических признаков самца или использования генетических методов (Климовский и др., 2015).

*Holopedium gibberum* Zaddach, 1855

Распространение: трансголарктический вид. В основном распространен на севере Евразии, обычен на юге Сибири и на юге Дальнего Востока. Найден в горах Европы (Пиринеи, Альпы и др.), а также в Южной Корее и в горных водоёмах юга Японии, возможно, в Гималаях. Населяет также арктические озера Северной Америки к северу от 67° с. ш., в горах Британской Колумбии (Канада) доходит до 53° с. ш. (Коровчинский и др., 2021). Ксено-олигосапроб, встречается в основном в реликтовых водоёмах ледникового происхождения (Кривенкова, 2016).

### Коловратки

*Conochilus unicornis* Rousselet, 1892

Распространение: космополит. Типичный вид для водоемов северных широт – Западная Европа, Северная Америка, Индия, Канада, Мексика (Кутикова, 1970), олигосапроб (Кривенкова, 2016).

*Kellicottia longispina* (Kellicott, 1879)

Распространение: космополит. Широко распространен в водоемах северных широт, Западная Европа, Северная Америка, Индия, Япония, Мексика (Кутикова, 1970), олигосапроб (Кривенкова, 2016).

*Keratella cochlearis* (Gosse, 1851)

Распространение: космополит. Обитает в различных водоемах, олигосапроб (Кутикова, 1970; Кривенкова, 2016).

*Keratella testudo* (Ehrenberg, 1832)

Распространение: космополит. Обитатель небольших водоемов и болот, широко распространен в западной Европе, Индии, Северной Америке (Кутикова, 1970).

В результате проведенных работ обнаружено, что копеподы доминировали в структуре зоопланктона в течение всего сезона на всех точках отбора проб. Исследования зоопланктона Российской Арктики показали, что преобладание копепод характерно для больших холодных озер. Доля копепод в структуре сообществ также увеличивается и в озерах других типов в направлении восточной части Арктики (Fefilova et al., 2019). Наибольшая относительная численность веслоногих раков приходилась на 7.08.2024 г. (50,8 %), когда коловратки составили – 46,6 %, а ветвистоусые ракообразные (Cladocera) – 2,6 %. Средняя биомасса зоопланктона за период с 23 июня по 07 августа 2024 г. составила 127,33 мг/м<sup>3</sup>, при варьировании значений на разных станциях в этот период от 2,02 до 409,84 мг/м<sup>3</sup>. Средняя численность зоопланктона – 6290 экз./м<sup>3</sup>, при варьировании значений на разных станциях в этот период от 1372 до 16 584 экз./м<sup>3</sup>.

Среди копепод преобладал вид *Cyclops scutifer*. Его доля в составе зоопланктона в среднем составляла 43,3 %. Значительное увеличение численности вида отмечалось в середине июля, после чего она снижалась (рис. 4). Максимальное значение численности копепод науплиальной стадии начинало расти в конце июля и пришлось, по имеющимся данным, на первую декаду августа.

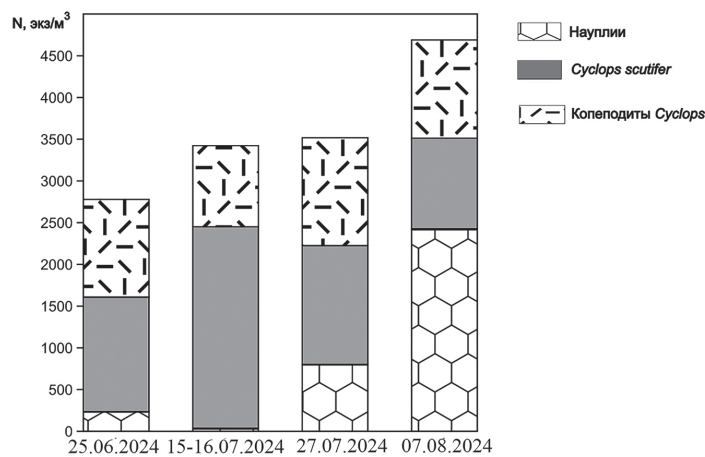


Рис. 4. Динамика численности веслоногих ракообразных в оз. Юг

Другой представитель веслоногих раков из отряда Cyclopoidea – *Acanthocyclops capillatus* в пробах обнаружен единично в конце июня на станции А4. Его численность составила всего 16 экз./м³. Кроме циклопов в пробах присутствовали крупный рачок из отряда Calanoida – *Heteroscope borealis*, численность которого варьировала в период наблюдений, достигая пика в середине июля–начале августа. В среднем его биомасса была в 16 раз меньше, чем у *C. scutifer*.

Ветвистоусые раки (Cladocera) были представлены двумя видами. Их доля в общей численности зоопланктона оказалась незначительной, всего лишь 0,12 % и 3,65 %, соответственно. Чаще встречался вид *Bosmina* (*Eubosmina*) sp., его максимальная численность составила 668 экз./м³ (15.07.2024) (рис. 5, А).

Видовой состав коловраток изменялся с июня по август. За весь период работ доминирующим по численности видом был *Kellicottia longispina*, занимая от 68,4 % (27.07.2024) до 97,7 % (25.06.2024). Другим массовым видом был *Conochilius unicornis*, доля которого в общей численности варьировала от 0,8 % (25.06.2024) до 28,6 % (27.07.2024). На коловраток *K. cochlearis* и *K. testudo* приходилось 0,1 % и 1,5 % в структуре сообщества, соответственно.

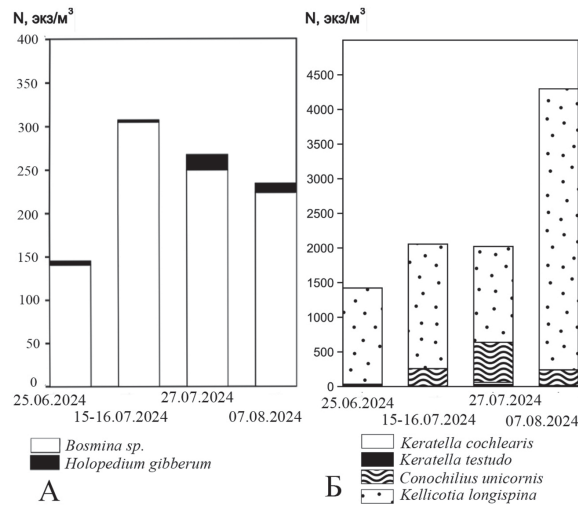


Рис. 5. Динамика численности ветвистоусых ракообразных (А) и коловраток (Б) в оз. Юг



Расчет индекса сапробности по Пантле-Букку оз. Юг показал, что он равен 1,1. Это значит, что оз. Юг можно охарактеризовать как олигосапробное. По типу трофности озеро может быть отнесено к ультраолиготрофному по шкале С.П. Китаева.

### Литература

- Боруцкий Е.В., Степанова Л.А., Кос М.С. 1991.** Определитель Calanoida пресных вод СССР. СПб.: Наука. 502 с.
- Васильева Г.Л. 1967.** Планктонные ракообразные южной части Восточной Сибири // Известия Биолого-географического науч.-исследовательского института при Иркутском государственном университете. Иркутск. Т. 20. С. 130–142.
- Итигилова Н.Г., Шевелева Н.Г. 2009.** Видовой состав и количественное распределение зоопланктона оз. Нитчатка (Северное Забайкалье) // Изв. Иркутск. гос. ун-та. Сер. биология, экология. Т. 2, № 2. С. 8–10.
- Китаев С.П. 1986.** О соотношении некоторых трофических уровней и «шкалы трофности» озер разных природных зон // Тез. докл. V съезда ВГБО (г. Тольятти, 15–19 сент. 1986 г.). Ч. 2. С. 254–255.
- Климовский А.И., Синёв А.Ю., Беккер Е.И., Котов А.А. 2015.** Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) Центральной Якутии. 2. Некоторые представители семейств Bosminidae, Euryercidae и Chydoridae // Зоологический журнал. Т. 94, № 9. 1009–1022.
- Коровчинский Н.М., Котов А.А., Синёв А.Ю., Неретина А.Н., Гарибян П.Г. 2021.** Ветвистоусые ракообразные (Crustacea: Cladocera) Северной Евразии. Т. II. М.: Товарищество научных изданий КМК. 544 с.
- Кривенкова И.Ф. 2016.** Зоопланктон в озёрах Малое и Большое Леприндо // Ученые записки Забайкальского государственного ун-та. Серия: Биологические науки. Т. 11, № 1. С. 81–85.
- Круглова А.Н. 2015.** Зоопланктон некоторых малых водоемов Петрозаводска (республика Карелия) // Труды Карельского научного центра РАН. Петрозаводск: КарНЦ РАН. С. 69–77.
- Круглова А.Н., Комулайнен С.Ф. 2019.** Планктонная фауна рек Кемь, Ковда и их притоков (бассейн Белого моря, Республика Карелия, Россия) // Труды Кольского научного центра РАН. Апатиты: ФГБУН «Кольский научный центр РАН». Т. 10, вып. 7. С. 74–82.
- Куренков И.И. 2005.** Зоопланктон озер Камчатки. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 178 с.
- Кутикова Л.А. 1970.** Коловратки фауны СССР. Л.: Наука. 743 с.
- Лоскутова О.А., Хохлова Л.Г., Патова Е.Н., Стенина А.С., Кононова О.Н. 2010.** Биоразнообразие беспозвоночных и водорослей в озерах болотного заказника «Океан» // Известия Самарского научного центра РАН. Т. 12, № 1. С. 957–962.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. 1984.** Л.: ГосНИОРХ. 51 с.
- Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Зоопланктон. 2010.** Т. 1. С.-П.: ЗИН КМК. 496 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. 1995.** Ракообразные. Т. 2. С.-П.: Наука. 631 с.
- Рылов В.М. 1948.** Cyclozoidea пресных вод. М.-Л.: Акад. наук СССР. 320 с.
- Семенова Л.А., Алексюк В.А. 2010.** Зоопланктон Нижней Оби // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения / Тюмень: ИПОС СО РАН, С. 156–169.
- Стрелецкая Э.А. 2010.** Обзор фауны коловраток (Rotatoria), ветвистоусых (Cladocera) и веслоногих ракообразных (Copepoda) бассейна реки Анадырь // Сибирский экологический журнал. Т. 17, № 4. С. 533–542.
- Bondarenko N.A., Sheveleva N.G., Domysheva V.M. 2002.** Structure of plankton communities in Ilchir, of alpine lake in eastern Siberia // Limnology. Vol. 3. P. 127–133.
- Elgmork K. 2004.** Life cycles of freshwater, planktonic copepod *Cyclops scutifer* Sars in a north-south gradient in North America // Hydrobiologia. Vol. 529. P. 37–48.
- Fefilova E., Dubovskaya O., Frolova L., Abramova E., Kononova O., Nigamatzyanova G., Zuev I., Kochanova E. 2019.** Biogeographic patterns of planktonic and meiobenthic fauna diversity in inland waters of the Russian Arctic // Freshwater biology. 2020; 00: 1–17. DOI: 10.1111/fwb.13624
- Halvorsen G, Elgmork K. 1976.** Vertical distribution and seasonal cycle of *Cyclops scutifer* Sars (Crustacea, Copepoda) in two oligotrophic lakes in southern Norway // Norw. J. Zool. Vol. 24. P. 143–160.
- Sheveleva N.G., Itigilova M.T., Chananbaator A. 2017.** Morphology and biology of *Cyclops scutifer* Sars, 1863 in high mountain lakes of East Siberia (including Lake Amut) // Chinese J. of Oceanology and Limnology. Т. 35, Is. 2. P. 258–264.
- Sladeczek V. 1973.** System of water quality from the biological point of view // Arch. Hydrobiol. Ergeb. Limnol. № 3. 218 p.