



<https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2023-15-3-533-548>
<http://zoobank.org/References/7BDE1708-E043-46DE-A46A-59C6074B98BF>

УДК 574.587:

Таксономический состав и разнообразие бентосных беспозвоночных озера Арейского

П. В. Матафонов

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, ул. Недорезова, д. 16а, 672014, г. Чита, Россия

Сведения об авторе

Матафонов Пётр Викторович
E-mail: benthos@yandex.ru
SPIN-код: 6453-5810
Scopus Author ID: 8846837800
ResearcherID: J-6349-2016
ORCID: 0000-0001-9694-7917

Права: © Автор (2023). Опубликовано Российским государственным педагогическим университетом им. А. И. Герцена. Открытый доступ на условиях лицензии CC BY-NC 4.0.

Аннотация. Сведения о зообентосе водоемов горных систем Забайкальского края, по которым проходит Главный водораздел Земли и граница между Палеарктической и Сино-Индийской зоогеографическими областями, единичны. В 2019–2020 гг. выполнены исследования состава и разнообразия зообентоса озера Арейского, находящегося в непосредственной близости от Главного водораздела Земли. В материалах исследования зообентос озера представлен 52 таксонами, из которых 38% — хирономиды. В озере Арейском обнаружены хирономиды *Thienemanniola ploenensis* и *Propsilocerus acamusi*, ручейник *Agraylea sexmaculata* и моллюск *Physa hankensis*. Присутствие в составе зообентоса указанных видов согласуется с расположением озера Арейского в горной местности на стыке крупных водоразделов и фаун, а также существованием в максимальную стадию самаровского оледенения гигантского Забайкальского палеозера и появление пролива через Главный водораздел Земли на месте озера Арейского.

Ключевые слова: зообентос, состав, разнообразие, *Thienemanniola ploenensis*, *Agraylea sexmaculata*, *Propsilocerus acamusi*, Забайкалье, озеро Арейское, Главный водораздел Земли

Taxonomic composition and diversity of benthic macroinvertebrates of the Lake Areyskoye

P. V. Matafonov

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, SB RAS, 16a Nedorezova Str., Chita 672014, Russia

Author

Petr V. Matafonov
E-mail: benthos@yandex.ru
SPIN: 6453-5810
Scopus Author ID: 8846837800
ResearcherID: J-6349-2016
ORCID: 0000-0001-9694-7917

Copyright: © The Author (2023). Published by Herzen State Pedagogical University of Russia. Open access under CC BY-NC License 4.0.

Abstract. The Main divide of the Earth and the border between the Palearctic and Sino-Indian zoogeographic regions passes through the mountain systems of the Transbaikalia region. During the Pleistocene period, this territory became suitable for the migration of hydrobionts across the divide and their survival in refugia. The zoobenthos of reservoirs in this watershed territory remains little studied. Part of the Amur basin, the lake Areyskoye is located near the continental divide. Studies of its zoobenthos composition and diversity were carried out in 2019-2020. The study found 52 taxa in the zoobenthos of the Lake Areyskoye, of which 38% are chironomids. The majority (93%) of zoobenthos species inhabit the littoral zone of the lake up to a depth of 3.6–4.0 meters. Here, taxonomic abundance of zoobenthos reaches 20 taxa/0.025 m². It evenly decreases with an increase in depth. Chironomids *Thienemanniola ploenensis*, known from western Europe and eastern China, have been found in the lake. Caddisfly *Agraylea sexmaculata* was first found in the Amur River basin. Chironomids *Propsilocerus acamusi* and mollusk *Physa hankensis* inhabiting the Amur basin are also found in the territory near the Western border of their range. The complex composition of the zoobenthos of the Lake Areyskoye is due to the location of the lake in a mountainous area at the junction of large watersheds and faunas. The appearance of the giant Transbaikalia paleolake at the maximum stage of the Samara glaciation and the appearance of a strait through the Main divide of the Earth at the site of the Lake Areyskoye could create refugia and encourage the development of species in the lake with a disjunction areal in Eurasia.

Keywords: zoobenthos, composition, diversity, *Thienemanniola ploenensis*, *Agraylea sexmaculata*, *Propsilocerus acamusi*, Transbaikalia, Lake Areyskoye, Main divide of the Earth

Введение

Распространение водной фауны на континентах ограничено водосборными бассейнами, при этом даже невысокие, но устойчивые во времени водоразделы могут быть очень значительными границами в пресноводной зоогеографии (Старобогатов 1970). По горным системам Забайкалья проходит Главный водораздел Земли, разделяющий водосборные бассейны Северного Ледовитого и Тихого океанов. В плейстоценовый период в связи с оледенениями горные системы Забайкалья разделяли Транссибирскую и Гоби-Амурскую системы стока в Евразии (Гросвальд 1999). Несмотря на сравнительно небольшую абсолютную высоту, они оказали важное влияние на распределение биоты в Евразии. Согласно зоогеографическому районированию континентальных водоемов земного шара по фауне моллюсков (Старобогатов 1970) по горным системам Главного водораздела Земли в Забайкалье проходит граница Палеарктической и Сино-Индийской зоогеографических областей.

В самаровское оледенение на территории Забайкалья существовал гигантский подпрудный водоем — Забайкальское палеозеро — с максимальным уровнем 1020 м и проливами через горные системы Главного водораздела Земли (Гросвальд 1999; Еникеев 2018). Появление водоемов в горной местности создавало условия для распространения и сохранения в этих условиях литоральной фауны, проливы могли быть миграционными коридорами для водной биоты в Главном водоразделе Земли. Сведения о зообентосе озер и водотоков водораздельной территории Главного водораздела Земли в Забайкальском крае единичны. Имеются исследования состава и зоогеографических связей крупных двустворчатых моллюсков рр. *Amuranodonta* из озера Арейского (Клишко 2009), а также зообентоса и разнообразия хирономид верхнего участка малой реки Кадалинка (Салтанова 2018). Цель исследования — выявить особенности таксономического

состава и разнообразия зообентоса озера Арейского, расположенного на водораздельной территории Главного водораздела Земли.

Материал и методы

Характеристика условий обитания зообентоса в озере Арей

Озеро Арейское (Арей) (50°59'23.2"N, 111°14'47.9"E) (рис. 1, 2) — крупный водоем водораздельной территории Главного водораздела Земли в Забайкальском крае, находится на абсолютной высоте 996 м в межгорной седловине между Малханским и Яблоновым хребтами. В восточной части озеро имеет подземный сток в бассейн реки Ингоды, принадлежащей бассейну реки Амур. Водораздел бассейнов рек Амур и Енисей пересекает здесь межгорную седловину на расстоянии от 0,3 км к западу от озера (рис. 2б). В растительном покрове окружающей озеро местности преобладают смешанные лиственнично-сосновые березовые леса. Длина озера 3,1 км, его глубина в центральной части на станции «Центр» в сентябре 2019 г. составила 10,0 м. Период исследований характеризовался экстремально маловодной фазой водоемов в Забайкальском крае (Matafonov, Bazarova 2018; Matafonov 2021). Вода в озере Арейском пресная с минерализацией в 2019 г. 150 мг/л, по уровню первичной продукции озеро α -мезотрофное (Tsybekmitova, Morozova 2021). Температура поверхностного слоя воды в центральной части озера 29.07.2020 г. составила 18,2–19,0°, придонного слоя — 12,5°. Толщина льда в начале марта 2020 г. достигала 1,1 м. Прозрачность вод озера в 2019–2020 гг. колебалась от двух до 4,5 м. Глубина произрастания донных макрофитов в 2019–2020 гг. была ограничена изобатами 3–4 м. Из круглогодично вегетирующих макрофитов в материалах исследования преобладал роголистник. Кроме того, в пробах отмечены ряска трехдольная, различные виды харовых водорослей и рдесты. Большая часть дна озера была занята илистыми осадками.

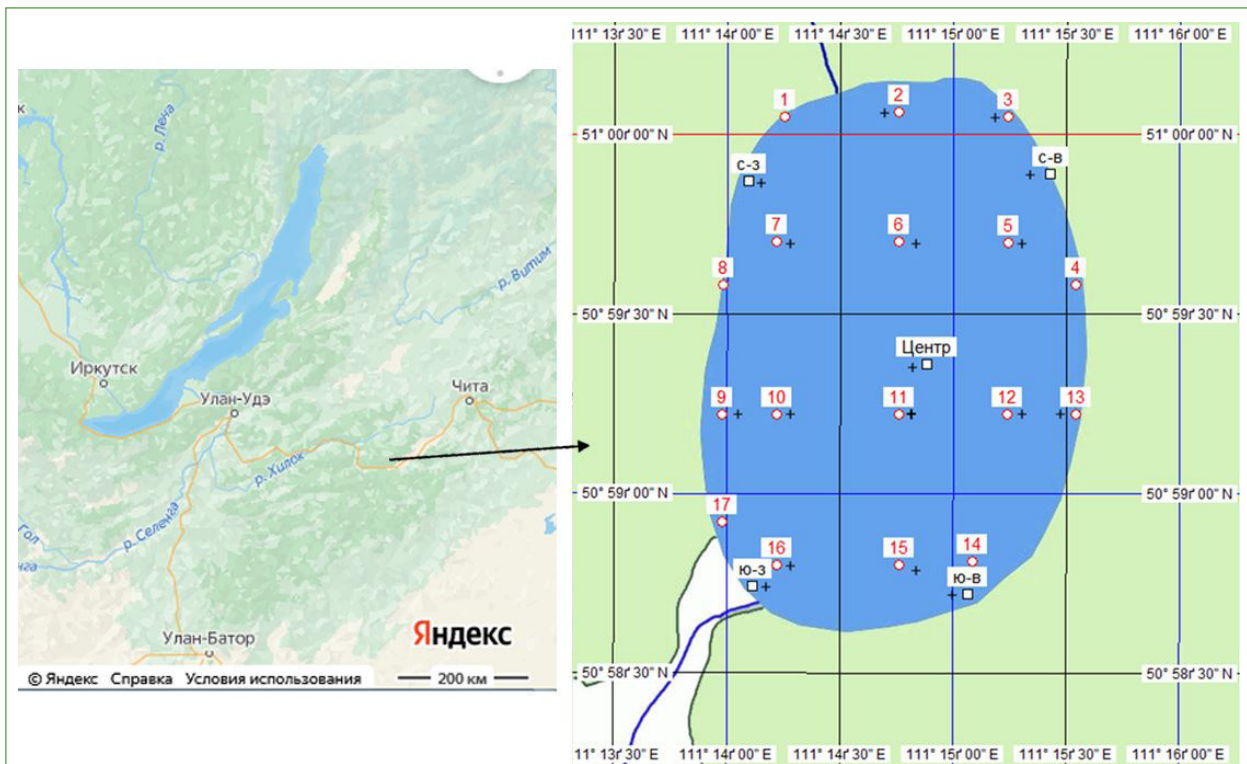


Рис. 1. Схема станций исследований зообентоса озера Арейского в 2019–2020 гг.

Примечание: квадратным пунсоном на схеме отмечены станции гидробиологических исследований, круглым — станции дополнительных исследований зообентоса, знаком «+» — обследованные станции

Fig. 1. A map of zoobenthos research stations of the Lake Areyskoe in 2019–2020

Note: the stations of seasonal complex hydrobiological studies are marked with a square, the stations of additional one-time studies of zoobenthos are marked with a circle, the surveyed stations are marked with a plus

Озеро Арейское является памятником природы и основным объектом ООПТ «Природный парк «Арей». Озеро популярно у населения, его илы используются в лечебных целях. В озеро производилось вселение рыб, при промышленном лове рыбы на озере использовали невод.

Материал и методы

Исследования зообентоса озера Арейского в 2019 г. выполнены 17–19 сентября и 21–22 декабря, в 2020 г. — 2–3 марта и 29–30 июля. Пробы донных беспозвоночных отобраны на пяти станциях сезонных гидробиологических исследований и 12 дополнительных станциях разовых исследований зообентоса согласно разработанной схеме станций (рис. 1). Отбор проб производился дночерпателем Петерсена (ДЧ-0,025) с перекрывающимися боковыми створками и имеющим площадь отбора 0,025 м², в одной повторности на каждой станции. В пробах учитывались преиму-

щественно организмы с размерами тела более 3 мм — макрозообентос. Идентификация основной части организмов выполнена по морфологическим признакам с использованием определителей серии «Определители пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий» и «Определитель насекомых Дальнего Востока России» (Цалолихин 1994; 1997; 2000; 2001; 2004; Лелей 2006). Идентификация личинок *Prosilocerus acatusi* (Tok.) выполнена к.б.н. А. А. Семенченко в лаборатории пресноводной гидробиологии ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН молекулярно-генетическим методом.

Результаты и обсуждение

В материалах исследования зообентос озера Арейского представлен 55 таксонами (табл. 1), из которых 40% — Chironomidae, 11% — Oligochaeta, по 7,3% — Gastropoda, Hirudinea и Trichoptera.



Рис. 2. А — Озеро Арейское, Яблоновый хребет; Б — Главный водораздел Земли у озера Арейского

Fig. 2. A — Lake Areyskoye and Yablonovy Ridge; B — The Main divide of the Earth near the Lake Areyskoye

Таблица 1

Таксономический состав и экологические предпочтения зообентоса озера Арейского в 2019–2020 гг.

Table 1

Taxonomic composition and ecological preferences of the zoobenthos of Lake Areyskoye in 2019–2020

Таксон Taxa	Места обитания Habitat
1	2
Hydrozoa	
<i>Hydra</i> sp.	1–5 м, песок, рдесты 1-5 m, sand, <i>Potamogeton</i>
Oligochaeta	
Lumbriculidae gen. sp.	1,1 песок 1,1 m, sand
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> Claparede, 1862	0,5–6 м, ил, заиленный песок, рдесты, роголистник, либо без макрофитов 0.5–6 m, silt, silted sand, <i>Potamogeton</i> , <i>Ceratophyllum</i> , or without vegetation
<i>Rhyacodrilus</i> sp.	1,3 м, песок, рдесты 1,3 m, sand, <i>Potamogeton</i>
<i>Tubifex tubifex</i> (O. F. Müller, 1773)	0,3–9,9 м, песчаные, илистые, с растительностью и без растительности 0.3–9.9 m, sandy, silty, with or without vegetation
Naididae gen. sp.	0,3 м, песок, заиленный песок, рдесты 0.3 m, sand, silted sand, <i>Potamogeton</i>
<i>Stylaria</i> sp.	0,3 м, илистый песок 0.3 m, silty sand
<i>Uncinaiis uncinata</i> (Oersted, 1842)	0,3 м, ил 0.3 m, silt
Hirudinea	
<i>Helobdella stagnalis</i> (L., 1758)	0,3–5,3 м, разнотипные 0.3–5.3 m, of different types

Таблица 1. Продолжение
Table 1. Continued

1	2
<i>Erpobdella octoculata</i> (L., 1758)	0,3–2,7 м, ил, илистый песок, роголистник, либо без растительности 0.3–2.7 m, silt, silty sand, <i>Ceratophyllum</i> , or without vegetation
<i>Glossiphonia heteroclita</i> (L., 1761)	1,8–3,6 м, ил 1.8–3.6 m, silt
<i>Glossiphonia complanata</i> (L., 1758)	1,3–4,8 м, заиленная дресва, ил, рдест, либо без растительности 1.3–4.8 m, silted-up soil, silt, <i>Potamogeton</i> , or without vegetation
Amphipoda	
<i>Gammarus lacustris</i> G. O. Sars, 1863	0,5–4,8 м, разнотипные, преимущественно в зарослях растительности 0.5–4.8 m, of different types, mainly in vegetation thickets
Hydrobatida	заиленный песок, ил, болотница, харовые, рдесты silted sand, silt, <i>Eleocharis</i> , <i>charophytes</i> , <i>Potamogeton</i>
Odonata	
<i>Enalaghma</i> sp.	1,4–2,8 м, заиленный песок, ил, харовые водоросли, роголистник 1.4–2.8 m, silted sand, silt, <i>charophytes</i> , <i>Ceratophyllum</i>
Lepidoptera	
<i>Nymphula</i> sp.	1,3 м, песок, роголистник 1.3 m, sand, <i>Ceratophyllum</i>
Megaloptera	
<i>Sialis</i> sp.	0,5–0,6 м, заиленный песок, ил, рдесты 0.5–0.6 m, silted sand, silt, <i>Potamogeton</i>
Coleptera	
Donasiinae gen. sp.	0,5 м, заиленный песок, рдесты 0.5 m, silty sand, <i>Potamogeton</i>
Heteroptera	0,3–0,6 м 0.3–0.6 m
Ephemeroptera	
<i>Caenis lactea</i> (Burmeister, 1839)	0,3–5,3 м, разнотипные 0.3–5.3 m, different types
<i>Cloen</i> gr. <i>dipterum</i>	0,5–2,7 м, заиленный песок, ил, харовые водоросли, роголистник, рдесты 0.5–2.7 m, silted sand, silt, <i>charophytes</i> , <i>Ceratophyllum</i> , <i>Potamogeton</i>
<i>Ephemera</i> gr. <i>vulgata</i>	0,3–6 м, песок, песок с наилком, болотница, харовые водоросли, роголистник, рдесты 0.3–6 m, sand, sand with silt, <i>Eleocharis</i> , <i>charophytes</i> , <i>Ceratophyllum</i> , <i>Potamogeton</i>
Trichoptera	
<i>Agraylea sexmaculata</i> Curtis, 1834	1,3–5,3 м, заиленный песок, ил, роголистник 1.3–5.3 m, silted sand, silt, <i>Ceratophyllum</i>
<i>Agrypnia obsoleta</i> (Hagen, 1864)	0,3 м, илистый песок 0.3 m silty sand
<i>Oxyethira</i> sp.	1,3–1,8 м, песок, песок с наилком, ил, роголистник, рдест 1.3–1.8 m, sand, sand with a nail, silt, <i>Ceratophyllum</i> , <i>Potamogeton</i>

Таблица 1. Продолжение
Table 1. Continued

1	2
<i>Setodes</i> sp.	0,3–1,8 м, песок, песок с наилком, ил, рдест, харовые, роголистник 0.3–1.8 m, sand, sand with a nail, silt, <i>Potamogeton</i> , <i>charophytes</i> , <i>Ceratophyllum</i>
Diptera	
Ceratopogonidae	
<i>Sphaeromias fasciatus</i> (Meigen, 1804)	0,3–9,6 м, разнотипные 0.3–9.6 m, of different types
Chaoboridae	
<i>Chaoborus crystallinus</i> (De Geer, 1776)	6,4–9,9 м, ил 6.4–9.9 m, silt
Chironomidae	
<i>Protanypus caudatus</i> Edwards, 1924	5,3 м, ил с песком 5.3 m, silt with sand
<i>Procladius</i> sp.	0,6–9,9 м, разнотипные 0.6–9.9 m, different types
<i>Cricotopus</i> gr. <i>bicinctus</i>	0,3–1,1 м, песок, илистый песок 0.3–1.1 m, sand, silty sand
<i>Propiloscerus acamusi</i> (Tokunaga, 1938)	1,8–6,2 м, песок с наилком, ил с песком 1.8–6.2 m, sand with a nailer, silt with sand
<i>Propiloscerus paradoxus</i> Lundström, 1915	0,6 м, ил 0.6 m, silt
<i>Cladotanytarsus</i> gr. <i>mancus</i>	0,5–1,3 м, песок, заиленный песок, ил, детрит 0.5–1.3 m, sand, silted sand, silt, detritus
<i>Corynocera ambigua</i> Zetterstedt, 1838	0,3–6 м, заиленные 0.3–6 m, silted
<i>Paratanytarsus confusus</i> Palmén, 1960	0,3–5,3 м, песок, ил 0.3–5.3 m, sand, silt
<i>Paratanytarsus lauterborni</i> (Kieffer, 1909)	1,8 м, песок наилок 1.8 m, sand with silt
<i>Tanytarsus bathophilus</i> Kieffer, 1911	1,8–7,9 м, ил 1.8–7.9 m, silt
<i>Thienemanniola ploenensis</i> Kieffer, 1921	3,6–6,2 м, ил, ил с детритом, заиленный песок, песок с наилком 3.6–6.2 m, silt, silt with detritus, silted sand, sand with silt
<i>Cladopelma</i> gr. <i>lateralis</i>	0,5–6 м, ил, ил с песком, заиленный песок 0.5–6 m, silt, silt with sand, silted sand
<i>Chironomus</i> sp. (<i>cingulatus</i> ?)	3,6–9,9 м 3.6–9.9 m
<i>Chironomus</i> sp. (<i>obtusidens</i> ?)	5–7,8 м 5–7.8 m
<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>defectus</i>	0,3–9,6 м 0.3–9.6 m
<i>Dicrotendipes pulsus</i> (Walker, 1856)	0,6–6,6 м, разнотипные 0.6–6.6 m, of different types
<i>Endochironomus albipennis</i> (Meigen, 1830)	0,3–1,8 м, песок, песок с наилком, илистый песок с детритом, рдест, харовые водоросли, ряска 0.3–1.8 m, sand, sand with silt, silty sand with detritus, <i>Potamogeton</i> , <i>charophytes</i> , <i>Lemna trisulca</i>

Таблица 1. Окончание
Table 1. End

1	2
<i>Glyptotendipes glaucus</i> (Meigen, 1818)	0,3–0,5 м, песок с наилком, илистый песок с детритом, ил, рдесты, харовые водоросли, ряска, роголистник 0.3–0.5 m, sand with silt, silty sand with detritus, silt, <i>Potamogeton</i> , <i>charophytes</i> , <i>Lemna trisulca</i> , <i>Ceratophyllum</i>
<i>Polypedilum (Tripodura) bicrenatum</i> Kieffer, 1921	0,3–3,6 м, илистый песок, ил, ил с детритом, роголистник, рдесты 0.3–3.6 m, silty sand, silt, silt with detritus, <i>Ceratophyllum</i> , <i>Potamogeton</i>
<i>Polypedilum (Pentapedillum) gr. convictum</i>	0,5–1,7 м, ил детрит, роголистник, рдесты 0.5–1.7 m, detritus silt, <i>Ceratophyllum</i> , <i>Potamogeton</i>
<i>Polypedilum (Pentapedillum) gr. nubeculosum</i>	1,8–6,0 м, разнотипные 1.8–6.0 m, different types
<i>Stictochironomus</i> sp.	0,3– 4,8 м, разнотипные 0.3– 4.8 m, of different types
Bivalvia	
<i>Euglesidae</i> sp.	0,5–6,6 м, разнотипные 0.5–6.6 m, of different types
<i>Amuranadonta</i> sp.	0,6–3,6 м, песок, ил с детритом 0.6–3.6 m, sand, silt with detritus
Gastropoda	
<i>Anisus (Gyraulus)</i> sp.	0,3–1,8 м, песок, заиленный песок, рдесты, харовые водоросли 0.3–1.8 m, sand, silted sand, <i>Potamogeton</i> , <i>charophytes</i>
<i>Cincinna (Sibirovalvata) sibirica</i> (Middendorff, 1851)	1,8–5,3 м, ил 1.8–5.3 m, silt
<i>Lymnaea</i> sp. (<i>doriana</i> ?)	0,3–1,05 м, песок, ил с детритом, рдесты 0.3–1.05 m, sand, silt with detritus, <i>Potamogeton</i>
<i>Physa (Ussuriphyisa) hankensis</i> Starobogatov et Prozorova, 1989	2,8–6,6 м, ил, роголистник 2.8–6.6 m, silt, <i>Ceratophyllum</i>

Хирономиды рода *Thienemanniola* Kieffer, 1921 с единственным видом *Thienemanniola ploenensis* Kieffer, 1921 (рис. 3) известны из Западной Европы (Цалолихин 2000; Epler et al. 2013:455), восточного Китая (Liu et al 2019: 151). Предполагают обитание представителей данного рода в Японии, т.к. на стадиях куколки и личинки с родом *Thienemanniola* имеют высокое сходство представители рр. *Biwatendipes* (Epler et al. 2013: 455). В России допускали возможность находки представителей рр. *Thienemanniola* (Цалолихин 2000). Однако, в водоемах юга Восточной Сибири, р. Ангара и ее водохранилищах, в бассейне р. Амур и оз. Байкал представители рода не указываются (Тимошкин 2009; Клишко, Матафонов 2016; Kravtsova 2000;

Yavorskaya et al 2018). Морфотип фоссильных хирономид *Constempellina-Thienemanniola* находили при исследовании донных осадков оз. Харбей (Назарова и др. 2014). В Забайкальском крае *Th. ploenensis* впервые была обнаружена в 2015 г. в оз. Кенон (неопубликованные материалы автора), относящемся, как и оз. Арейское, к бассейну р. Ингода. Разорванный ареал хирономид *Th. ploenensis* позволяет, по-видимому, рассматривать оз. Арейское в качестве их рефугиума на территории Евразии. Встречаемость личинок *Th. ploenensis* в оз. Арейском до глубины семь метров в 2021–2020 гг. составила 15%, их численность в марте 2020 г. на заиленных песках станции «2» достигала 2200 экз./м².



Рис. 3. Личинка *T. ploenensis* из озера Арейского: а — голова; б — ментум; в — антенна; г — верхняя губа

Fig. 3. Larva of *T. ploenensis* from Lake Areyskoye: а — head; б — mentum; в — antenna; г — labrum

Propilocerus acatusi (Tokunaga, 1938) (рис. 4) — восточно-палеарктический материково-островной вид хирономид (Yavorskaya et al 2018), известный ранее из Японии и восточного Китая. В Забайкалье *P. acatusi* был известен из оз. Кенон (Петрова и др. 2003). Обитание *P. acatusi* в оз. Арейском расширяет сведения об ареале этого вида непосредственно до водораздела бассейна р. Амур. Численность личинок в оз. Арейском по материалам исследования достигала 360 экз./м², встречаемость в зоне глубин до 6,2 м составила 26%.

Сведения о распространении ручейника *Agraylea sexmaculata* Curtis, 1834 (рис. 5) были ограничены Европой, Кавказом и Западной Сибирью (Цалолихин 2001; Шаропова 2012; Ivanov 2011). В бассейне оз. Байкал данный вид не указывали (Тимошкин 2009). Находка *A. sexmaculata* в оз. Арейском расширяет сведения об ареале данного вида до бассейна р. Амур. В условиях оз. Арейского *A. sexmaculata* найден в зарослях роголистника, на котором закрепляет свои домики. Встречаемость *A. sexmaculata* в зоне глубин до пяти ме-

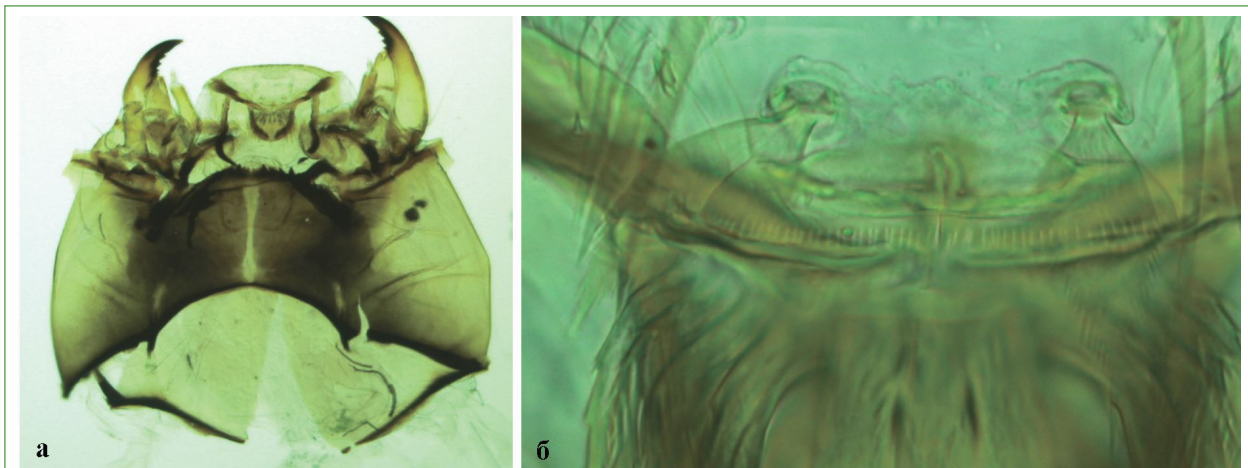


Рис. 4. Личинка *P. akamusi* из озера Арейского: а — голова; б — детали строения верхней губы
Fig. 4. Larva of *P. akamusi* from the Lake Areyskoye: а — head; б — labrum

тров в материалах исследования составила 24%, его численность в декабре 2020 г. на илистых грунтах станции «16» достигала 440 экз./м².

Моллюск *Physa hankensis* Starobogatov et Prozorova, 1989 — представитель амурской фауны (рис. 6). Вид известен из бассейна

Амура и Южного Приморья (Цаллолихин 2004; Засыпкина 2008), на территории Забайкальского края ранее его находили в р. Ингода (Засыпкина 2008: 147). В оз. Арейском данный вид находится на западной границе ареала. В материалах исследования он был довольно редким и малочис-



Рис. 5. Личинка *A. sexmaculata* из озера Арейского: а — общий вид; б — голова и грудь дорсально; в — голова и грудь латерально; г — домик личинки. Длина личинки 4,5 мм
Fig. 5. Larva of *A. sexmaculata* from Lake Areyskoye: а — general appearance; б — thoracs dorsally; в — thoracs laterally; г — larvae house. Larva length 4.5 mm

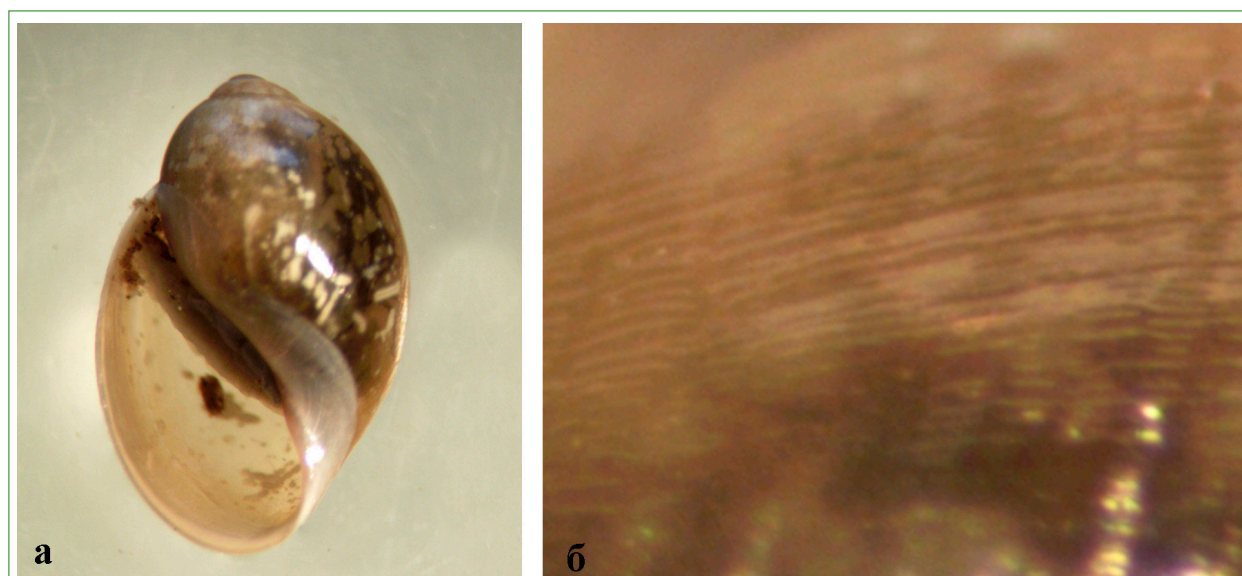


Рис. 6. *Ph. hankensis*, озеро Арей: а — общий вид; б — микроскульптура поверхности раковины. Длина раковины 5,0 мм

Fig. 6. *Ph. hankensis*, Lake Areyskoye: a — general view; б — microsculpture of the shell surface. Shell length 5.0 mm

ленным со встречаемостью в зоне глубин до 6,5 м 7,7% и численностью до 40 экз./м².

Поденки *Caenis lactea* (Burmeister, 1839) ранее были известны из Европы и Казахстана (Цалолохин 1997), поэтому данный вид относили к европейским (Тиунова 2007). Позднее появились немногочисленные его упоминания в Забайкалье (Beketov, Kluge 2003: 3), единично в бассейне р. Амур (Тиунова 2007; Тиунова и др. 2021), Западной Сибири (Жукова, Безматерных 2010), на юге Дальнего Востока (Горовая 2014). В бассейне р. Селенга и в Монголии *C. lactea* не упоминается (Тиунова, Базова 2015; Soldan et al. 2009). Встречаемость *C. lactea* в населяемой им глубинной зоне оз. Арейского составила 57%, численность достигала 2960 экз./м² на песчаных грунтах юго-восточного побережья.

По условиям обитания и составу зообентоса в маловодные 2019–2020 гг. в оз. Арейском можно выделить литоральную фотическую (до глубины четырех метров), сублиторальную (4–9 м) и профундальную (более девяти метров) зоны, что позволяет рассматривать озеро Арейское как глубокое.

Основная часть, 51 (93%), таксонов зообентоса обнаружена в литоральной зоне. Таксономическое обилие зообентоса здесь

достигало 20 таксонов в пробе на площади 0,025 м² (рис. 7). Аномально низкие значения отмечены в диапазоне глубин 1,2–1,6 м в условиях плотных зарослей роголистника и обилия амфиподы *Gammarus lacustris* G. O. Sars, 1863. Постоянными, со встречаемостью по 75%, представителями зообентоса литоральной зоны озера Арейского были моллюски *Euglesidae*, амфипода *G. lacustris* и поденки *C. lactea*, а также хирономиды *Paratanytarsus* spp. со встречаемостью 50%. На песчаных мелководьях отмечены плотные скопления крупных моллюсков *Amuranodonta* sp.

С увеличением глубины таксономическое обилие зообентоса снижалось довольно равномерно (рис. 7). В зоне глубин 4–9 метров оно достигало 12 таксонов/0,025 м². Таксономическое богатство зообентоса этой глубинной зоны составило 27 таксонов. Здесь появляются личинки *Chaoborus crystallinus* (De Geer, 1776) — их встречаемость составила 45%. Постоянным компонентом зообентоса сублиторальной зоны были личинки хирономид *Chironomus* spp., обнаруженные в 82% проб. Распространение *T. ploenensis*, *P. acamusi*, *A. sexmaculata*, *Ph. hankensis* в озере было ограничено изобатой 5,3–6,6 м.

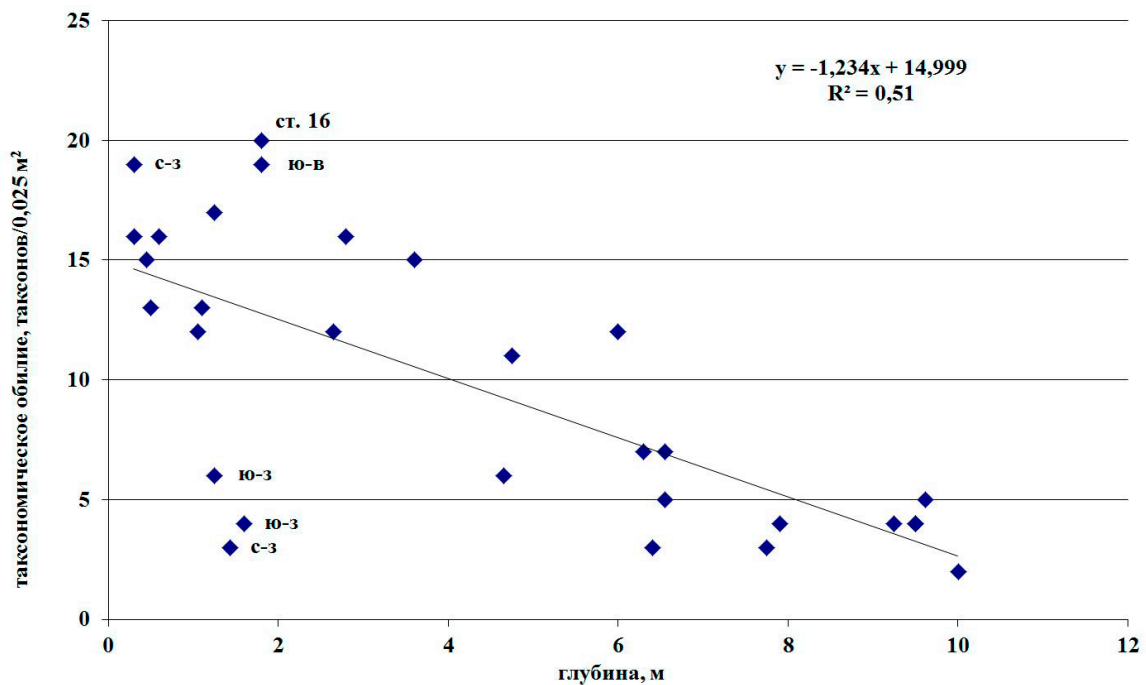


Рис. 7. Распределение таксономического обилия зообентоса в озере Арейском в 2019–2020 гг.

Fig. 7. Distribution of the taxonomic abundance of zoobenthos in the Lake Areyskoye in 2019–2020

В профундальной зоне обнаружено только шесть видов, значения таксономического обилия зообентоса здесь достигали пять таксонов/0,025 м². Постоянными представителями зообентоса этой зоны были *Tubifex tubifex* (O. F. Müller, 1773), личинки *Ch. crystallinus*, *Procladius* sp. и *Chironomus* sp. (*cyngulatus?*), обнаруженные более чем в 80% проб.

Смешанный, гетерохронный состав зообентоса водоемов Забайкалья связывают с их расположением на стыке крупнейших водоразделов, а также с горным рельефом и разнообразием природных условий (Клишко 2001). Формирование оз. Арейского и особенностей его бентоса рассматривают во взаимосвязи с оледенениями Арктики и появлением гигантских подпрудных водоемов в плейстоценовый период (Клишко 2009; Еникеев 2018; Kuklin, Еникеев 2017). Полагают, что оз. Арейское образовалось после дренирования гигантского Забайкальского палеозера на месте пролива, существовавшего в максимальную фазу самаровского похолодания

(Еникеев 2021). Особенности формирования озера способствовали сохранению в нем как в рефугиуме известных с Дальнего Востока моллюсков *Amuranodonta* spp. (Клишко 2009) и макроводоросли *Aegagropila linnaei* Kützing (Kuklin, Еникеев 2017), имеющей дизъюнктивный ареал в Евразии.

Смешанный состав зообентоса оз. Арейского с присутствием амурских и европейских видов, видов с дизъюнктивным в Евразии ареалом согласуется с положением озера в горной местности на водоразделе Северного Ледовитого и Тихого океанов и на стыке фаун. Формирование зообентоса происходило, по-видимому, в связи с появлением транзитных свойств территорий в ледниковые периоды и усиления ее водораздельной и барьерной функции — в межледниковья. Для отдельных видов зообентоса условия данной территории обусловили функции оз. Арейского как их рефугиума. Следует отметить, что на основе изучения планктонного сообщества оз. Арейского, представленного широ-

ко распространенными видами (Afonina, Tashlykova 2022), рефугиальные свойства территории не прослеживаются.

По составу зообентоса оз. Арейское отличается от расположенных поблизости крупных озер. На расстоянии 200 км к востоку находятся Ивано-Арахлейская система озер и оз. Кенон, разделенные Главным водоразделом Земли. Несмотря на разнообразие экологических условий в Ивано-Арахлейских озерах и сравнительно хорошую изученность их зообентоса (Клишко 2001; Matafonov 2021) ни один из подробно рассмотренных здесь видов зообентоса в них не обнаружен. *P. acamusi* и *Th. ploenensis* придают сходство зообентосу озер Кенон и Арейское. Особенностью зообентоса оз. Арейского является отсутствие в его составе в 2019–2020 гг. байкальской амфиподы *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing, 1899), ставшей массовым компонентом зообентоса Арахлейских озер (Matafonov 2021) и оз. Кенон.

Несмотря на относительно небольшие размеры оз. Арейское характеризуется довольно высоким в экстремально малопродуктивный период разнообразием зообентоса. В сравнении с более крупным и глубоким пресным оз. Арахлей (Matafonov 2021) значения таксономического обилия зообентоса в его фотической зоне оказываются выше в 1,3 раза, таксономическое богатство их литоральной зоны в целом сопоставимо — в литоральной зоне оз. Арахлей обнаружено 44 таксона. В сравнении с более крупным мелководным солоноватым оз. Зун-Торей (Matafonov, Bazarova 2018) в озере Арейском эти показатели выше в 2,9–3,8 раза соответственно. Как и в озерах Арахлей и Зун-Торей оптимальные условия для разнообразия зообентоса в оз. Арейском наблюдаются в его фотической зоне и ограничены величиной прозрачности воды.

Заключение

Зообентос оз. Арейского показывает смешение восточно-палеарктической и европейской фаун в водоемах забайкальской части водораздельной территории Главно-

го водораздела Земли. Наличие в составе таких видов, как *A. sexmaculata*, *C. lactea* допускает возможность существования проливов на данной территории, по которым отдельные представители водной фауны могли пересекать Главный водораздел Земли. В отношении отдельных таксонов данная территория проявляет рефугиальные функции в масштабах Евразии.

Наиболее разнообразный и уникальный зообентос заселяет фотическую, литоральную зону оз. Арейского, нижняя граница мест обитания его обусловлена величиной прозрачности воды. В этой связи необходимо обратить внимание на сохранение сообществ фотической зоны озера: не допускать разрушения литоральных мест обитания, не допускать взмучивание илистых донных осадков, предотвращать нежелательные инвазии чужеродных видов, не допускать эвтрофикацию вод озера, не допускать гибель донных фильтраторов — моллюсков рр. *Amuranodonta*. Желательно принять щадящие по отношению к экосистеме меры по снижению антропогенной нагрузки на озеро и трофности вод озера, которые бы способствовали распространению группировок аборигенных макрофитов на глубины более четырех метров, увеличению площади мест обитания литорального зообентоса, а также увеличению прозрачности воды. Любые экологические мероприятия для недопущения возможных негативных эффектов должны предварительно проходить гидробиологическую экспертизу.

Выполненные исследования нельзя считать исчерпывающими — остается необходимость более детального обследования зообентоса фотической зоны озера и многолетнего мониторинга доминирующих сообществ зообентоса озера.

Благодарности

Благодарю Е. А. Макаренку и А. А. Семенченко (ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии) за помощь в идентификации личинок *Propiloscerus acamusi*.

Финансирование

Работа выполнена по Программе фундаментальных научных исследований Сибирского отделения Российской академии наук «Геоэкология водных экосистем За-

байкаля в условиях современного климата и техногенеза, основные подходы к рациональному использованию вод и их биологических ресурсов» (№ госрегистрации 121032200070-2).

Литература

- Горовая, Е. А. (2014) Фенология подёнок (Ephemeroptera, Insecta) юга Дальнего Востока России. *Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова*, № 6, с. 165–175.
- Гросвальд, М. Г. (1999) *Евразийские гидросферные катастрофы и оледенение Арктики*. М.: Научный мир, 120 с.
- Еникеев, Ф. И. (2018) Ледниково-подпрудные бассейны Восточного Забайкалья: новый взгляд на палеогеографию плейстоцена. *Геология и геофизика*, т. 59, № 9, с. 1384–1396. <https://doi.org/10.15372/GiG20180905>
- Еникеев, Ф. И. (2021) *Происхождение и эволюция озер Забайкалья*. Новосибирск: Наука, 132 с.
- Жукова, О. Н., Безматерных, Д. М. (2010) Состав и структура макрозообентоса Карасукской озерно-речной системы (Западная Сибирь). *Мир науки, культуры, образования*, №2 (21), с. 285–290.
- Засыпкина, М. О. (2008) Фауна водных моллюсков бассейна Верхнего Амура. В кн.: *Пресноводные экосистемы бассейна реки Амур*. Владивосток: Дальнаука, с. 144–150.
- Клишко, О. К. (2001) *Зообентос озер Забайкалья. Т. 1. Видовое разнообразие, распространение и структурная организация*. Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 208 с.
- Клишко, О. К. (2009) Беззубки (Bivalvia, Anodontinae) из озера Арейского — водоема-рефугиума Забайкалья. *Ruthenica*, т. 19, № 1, с. 37–52.
- Клишко, О. К., Матафонов, П. В. (2016) Таксономический состав и разнообразие зообентоса малых рек Верхнеамурского среднегорья. *Ученые записки ЗабГУ*, т. 11, № 1, с. 64–80.
- Лелей, А. С. (ред.). (2006) *Определитель насекомых Дальнего Востока России. Т. 4. Двукрылые и блохи. Ч. 4*. Владивосток: Дальнаука, 936 с.
- Назарова, Л. Б., Фролова, Л. А., Косарева, Л. Р. и др. (2014) Магнито-минералогические и биологические показатели донных отложений оз. Большой Харбей. *Журнал Сибирского федерального университета. Биология*, т. 7, № 4, с. 372–394.
- Петрова, Н. А., Зеленцов, Н. И., Клишко, О. К., Чубарева, Л. А. (2003) Первоописание политенных хромосом, морфологии личинок и биология двух видов рода *Propiloscerus* (Diptera, Chironomidae, Orthoclaadiinae). *Труды Русского энтомологического общества*, т. 74, с. 33–50.
- Салтанова, Н. В. (2018) Характеристика сообществ хирономид (Diptera: Chironomidae) реки Кадалинка. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*, № 10, с. 111–115.
- Старобогатов, Я. И. (1970) *Фауна моллюсков и зоогеографическое районирование континентальных водоемов земного шара*. Л.: Наука, 372 с.
- Тимошкин, О. А. (ред.). (2009) *Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. Т. 2. Ч. 1. Водоемы и водостоки юга Восточной Сибири и Северной Монголии*. Новосибирск: Наука, 980 с.
- Тиунова, Т. М. (2007) Современное состояние изученности поденок (Ephemeroptera) Дальнего Востока России и сопредельных территорий. *Евразийский энтомологический журнал*, т. 6, № 2, с. 181–194.
- Тиунова, Т. М., Базова, Н. В. (2015) К фауне поденок (Insecta, Ephemeroptera) бассейна озера Байкал. *Евразийский энтомологический журнал*, т. 14, № 1, с. 79–92.
- Тиунова, Т. М., Вшивкова, Т. С., Макаренко, В. П. (2021) К фауне подёнок (Insecta: Ephemeroptera) заповедника «Бастак» (Еврейская Автономная область). *Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема*, № 3 (44), с. 99–111.
- Цалолихин, С. Я. (ред.). (1994) *Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 1. Низшие беспозвоночные*. СПб.: [б. и.], 400 с.
- Цалолихин, С. Я. (ред.). (1997) *Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 3. Паукообразные. Низшие насекомые*. СПб.: [б. и.], 439 с.

- Цалолихин, С. Я. (ред.). (2000) *Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 4. Высшие насекомые. Двукрылые насекомые*. СПб.: Наука, 997 с.
- Цалолихин, С. Я. (ред.). (2001) *Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 5. Высшие насекомые*. СПб.: Наука, 825 с.
- Цалолихин, С. Я. (ред.). (2004) *Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 6. Моллюски, Полихеты, Немертины*. СПб.: Наука, 526 с.
- Шарапова, Т. А. (2012) Зооперифитон озер Тоболо-Ишимской лесостепи (Тюменская область). *Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения*, № 12, с. 119–123.
- Afonina, E. Yu., Tashlykova, N. A. (2022) Planktonic communities (cyanobacteria, algae and invertebrates) in Lake Arey (Zabaykalsky Krai, Russia). *Biota i sreda prirodnikh territorij — Biodiversity and environment of natural areas*, vol. 10, no. 2, pp. 20–27. https://www.doi.org/10.37102/2782-1978_2022_2_2
- Beketov, M. A., Kluge, N. Yu. (2003) Mayflies of Southwestern Siberia, Russia (Ephemeroptera). *Opuscula zoologica fluminensia*, vol. 211, pp. 1–6.
- Epler, J. H., Ekrem, T., Cranston, P. S. (2013) The larvae of Chironominae of the Holarctic Region — Keys and diagnoses. In: T. Andersen, P. S. Cranston, J. H. Epler (eds.). *The larvae of Chironomidae (Diptera) of the Holarctic Region — Keys and diagnoses. Vol. 66*. Lund: Insect Systematics & Evolution Publ., pp. 387–556.
- Ivanov, V. D. (2011) Caddisflies of Russia: Fauna and biodiversity. *Zoosymposia*, vol. 5, pp. 171–209.
- Kravtsova, L. S. (2000) List of Chironomidae (Diptera) of south part of the Eastern Siberia. *Far Eastern Entomologist*, no. 93, pp. 1–28.
- Kuklin, A. P., Enikeev, F. I. (2017) *Aegagropila linnaei* in lakes and Arahley Arey (Eastern Transbaikalia). *European Journal of Natural History*, no. 3, pp. 19–20.
- Liu, F., Baoligao, B., Wu, Y. et al. (2019) Response of Benthic Invertebrate Communities in River-Changed Ponds to River Habitat Modification in Water-Deficient Area. *Tecnología Y Ciencias Del Agua*, vol. 10, no. 4, pp. 135–155. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2019-04-07>
- Matafonov, P. V. (2021). Diversity of littoral zoobenthos in Lake Arakhley (Transbaikalia) during the arid phase. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 908, article 012020. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/908/1/012020>
- Matafonov, P. V., Bazarova, B. B. (2018) Spatial Distribution of Zoobenthos, In the Shallow Saline Lake Zun-Torey In The Low-Water Phase. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, vol. 9, no. 6, pp. 120–128.
- Soldan, T., Enktaivan, S., Godunko, R. (2009) Commented checklist of mayflies (Ephemeroptera) of Mongolia. *Aquatic insects*, vol. 31(1), pp. 653–670.
- Tsybekmitova, G. Ts., Morozova, M. O. (2021) Biogenic elements and organic matter production in the ecosystem of Lake Arey, Transbaikalia region, Russia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 908, article 012041. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/908/1/012041>
- Yavorskaya, N. M., Makarchenko, M. A., Orel, O. V. et al (2018) An updated checklist of Chironomidae (Diptera) from the Amur River basin (Russian Far East). *Journal of Limnology*, vol. 77(1), pp. 155–159. <https://doi.org/10.4081/jlimnol.2018.1785>

References

- Afonina, E. Yu., Tashlykova, N. A. (2022) Planktonic communities (cyanobacteria, algae and invertebrates) in Lake Arey (Zabaykalsky Krai, Russia). *Biota i sreda prirodnikh territorij — Biodiversity and environment of natural areas*, vol. 10, no. 2, pp. 20–27. https://www.doi.org/10.37102/2782-1978_2022_2_2 (In English)
- Beketov, M. A., Kluge, N. Yu. (2003) Mayflies of Southwestern Siberia, Russia (Ephemeroptera). *Opuscula zoologica fluminensia*, vol. 211, pp. 1–6. (In English)
- Enikeev, F. I. (2018) Lednikovo-podprudnye bassejny Vostochnogo Zabajkal'ya: novyj vzglyad na paleogeografiyu plejstotsena [Proglacial damlakes in Eastern Transbaikalia: new insight into the pleistocene paleogeography]. *Geologiya i geofizika — Russian Geology and Geophysics*, vol. 59, no. 9, pp. 1384–1396. <https://doi.org/10.15372/GiG20180905> (In Russian)
- Enikeev, F. I. (2021) *Proiskhozhdenie i evolyutsiya ozer Zabajkal'ya [Origin and evolution of the Transbaikalia lakes]*. Novosibirsk: Nauka Publ., 132 p. (In Russian)
- Epler, J. H., Ekrem, T., Cranston, P. S. (2013) The larvae of Chironominae of the Holarctic Region — Keys and diagnoses. In: T. Andersen, P. S. Cranston, J. H. Epler (eds.). *The larvae of Chironomidae (Diptera) of the Holarctic Region — Keys and diagnoses. Vol. 66*. Lund: Insect Systematics & Evolution Publ., pp. 387–556. (In English)

- Gorovaya, E. A. (2014) Fenologiya podenok (Ephemeroptera, Insecta) yuga Dal'nego Vostoka Rossii [Phenology of mayflies (Ephemeroptera, Insecta) of the South of the Russian Far East]. *Chteniya pamyati Vladimira Yakovlevicha Levanidova — Vladimir Ya. Levanidov's biennial memorial meetings*, no. 6, pp. 165–175. (In Russian)
- Grosval'd, M. G. (1999) *Evrazijskie gidrosfernnye katastrofy i oledenenie Arktiki [Cataclysmic megafloods in Eurasia and the polar ice sheets]*. Moscow: Scientific World Publ., 120 p. (In Russian)
- Ivanov, V. D. (2011) Caddisflies of Russia: Fauna and biodiversity. *Zoosymposia*, vol. 5, pp. 171–209. (In English)
- Klishko, O. K. (2001) *Zoobentos ozer Zabajkal'ya. T. 1. Vidovoe raznoobrazie, rasprostranenie i strukturnaya organizatsiya [Zoobenthos of the lakes of Transbaikalia. Vol. 1. Species diversity, distribution and structural organization]*. Ulan-Ude: Buryat Scientific Centre of Siberian Department of RAS Publ., 208 p. (In Russian)
- Klishko, O. K. (2009) Bezzubki (Bivalvia, Anodontinae) iz ozera Arejskogo — vodoema-refugiuma Zabajkal'ya [Anodontine bivalves (Bivalvia, Anodontinae) from the refuge lake Arejskoe of Transbaikalia]. *Ruthenica*, vol. 19, no. 1, pp. 37–52. (In Russian)
- Klishko, O. K., Matafonov, P. V. (2016) Taksonomicheskij sostav i raznoobrazie zoobentosa malykh rek Verkhneamurskogo srednegor'ya [Taxonomic composition and diversity of zoobenthos in small rivers of the Upper Amur Midland]. *Uchenye zapiski Zabajkal'skogo gosudarstvennogo universiteta — Scholarly Notes of Transbaikal State University*, vol. 11, no. 1, pp. 64–80. (In Russian)
- Kravtsova, L. S. (2000) List of Chironomidae (Diptera) of south part of the Eastern Siberia. *Far Eastern Entomologist*, no. 93, pp. 1–28. (In English)
- Kuklin, A. P., Enikeev, F. I. (2017) *Aegagropila linnaei* in lakes and Arahley Arey (Eastern Transbaikalia). *European Journal of Natural History*, no. 3, pp. 19–20. (In English)
- Lelei, A. S. (ed.). (2006) *Opredelitel' nasekomykh Dal'nego Vostoka Rossii. T. 4. Dvukrylye i blokhi. Ch. 4 [Key to insects of the Russian Far East. Vol. 4. Diptera and Siphonaptera. Pt. 4]*. Vladivostok: Dal'nauka Publ., 936 p. (In Russian)
- Liu, F., Baoligao, B., Wu, Y. et al. (2019) Response of Benthic Invertebrate Communities in River-Changed Ponds to River Habitat Modification in Water-Deficient Area. *Tecnología Y Ciencias Del Agua*, vol. 10, no. 4, pp. 135–155. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2019-04-07> (In English)
- Matafonov, P. V. (2021). Diversity of littoral zoobenthos in Lake Arakhley (Transbaikalia) during the arid phase. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 908, article 012020. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/908/1/012020> (In English)
- Matafonov, P. V., Bazarova, B. B. (2018) Spatial Distribution of Zoobenthos, In the Shallow Saline Lake Zun-Torey In The Low-Water Phase. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, vol. 9, no. 6, pp. 120–128. (In English)
- Nazarova, L. B., Frolova, L. A., Kosareva, L. R. et al. (2014) Magnito-mineralogicheskie i biologicheskie pokazateli donnykh otlozhenij oz. Bol'shoj Kharbej [Magneto-Mineralogical and Biological Properties of Sediments of the Lake Bolshoy Kharbey]. *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Biologiya — Journal of Siberian Federal University. Biology*, vol. 7, no. 4, pp. 372–394. (In Russian)
- Petrova, N. A., Zelentsov, N. I., Klishko, O. K., Chubareva, L. A. (2003) Pervoopisanie politennykh khromosom, morfologi lichinok i biologiya dvukh vidov roda *Propsilocerus* (Diptera, Chironomidae, Orthoclaadiinae) [The first description of polytene chromosomes, morphology of larvae and biology of two species of the genus *Propsilocerus* (Diptera, Chironomidae, Orthoclaadiinae)]. *Trudy Russkogo entomologicheskogo obshchestva — Proceedings of the Russian Entomological Society*, vol. 74, pp. 33–50. (In Russian)
- Saltanova, N. V. (2018) Kharakteristika soobshchestv khironomid (Diptera: Chironomidae) reki Kadalinka [Characteristics of chironomid communities (Diptera: Chironomidae) of the Kadalinka River]. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovanij*, no. 10, pp. 111–115. (In Russian)
- Sharapova, T. A. (2012) Zooperifiton ozer Tobolo-Ishimskoj lesostepi (Tyumenskaya oblast') [Zooperifiton of lakes of the Tobolo-Ishim forest-steppe (Tyumen region)]. *Vestnik ekologii, lesovedeniya i landshaftovedeniya*, no. 12, pp. 119–123. (In Russian)
- Soldan, T., Enktaivan, S., Godunko, R. (2009) Commented checklist of mayflies (Ephemeroptera) of Mongolia. *Aquatic insects*, vol. 31(1), pp. 653–670. (In English)
- Starobogatov, Ya. I. (1970) *Fauna mollyuskov i zoogeograficheskoe rajonirovanie kontinental'nykh vodoemov zemnogo shara [Mollusk fauna and zoogeographic zoning of continental reservoirs of the globe]*. Leningrad: Nauka Publ., 372 p. (In Russian)

- Timoshkin, O. A. (ed.). (2009) *Annotirovannyj spisok fauny ozera Bajkal i ego vodosbornogo bassejna. T. 2. Ch. 1. Vodoemy i vodostoki yuga Vostochnoj Sibiri i Severnoj Mongolii [Index species inhabiting lake Baikal and its catchment area. Vol. 2. Pt. 1. Basins and channels in the south of East Siberia and North Mongolia]*. Novosibirsk: Nauka Publ., 980 p. (In Russian)
- Tiunova, T. M. (2007) Sovremennoe sostoyanie izuchennosti podenok (Ephemeroptera) Dal'nego Vostoka Rossii i sopredel'nykh territorij [The current state of the study of mayflies (Ephemeroptera) The Russian Far East and adjacent territories]. *Evrazijskij entomologicheskij zhurnal — Euroasian Entomological Journal*, vol. 6, no. 2, pp. 181–194. (In Russian)
- Tiunova, T. M., Bazova, N. V. (2015) K faune podenok (Insecta, Ephemeroptera) bassejna ozera Bajkal [On the fauna of mayflies (Insecta, Ephemeroptera) of the Lake Baikal basin]. *Evrazijskij entomologicheskij zhurnal — Euroasian Entomological Journal*, vol. 14, no. 1, pp. 79–92. (In Russian)
- Tiunova, T. M., Vshivkova, T. S., Makarenko, V. P. (2021) K faune podenok (Insecta: Ephemeroptera) zapovednika “Bastak” (Evrejskaya Avtonomnaya oblast') [To the fauna of mayflies (Insecta: Ephemeroptera) of the Bastak Reserve (Jewish Autonomous Region)]. *Vestnik Priamurskogo gosudarstvennogo universiteta im. Sholom-Alejkhema — Sholom-Aleichem Priamursky State University Bulletin*, no. 3 (44), pp. 99–111. (In Russian)
- Tsalolikhin, S. Ya. (ed.). (1994) *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorij. T. 1. Nizshie bespozvonochnye [Key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent territory. Vol. 1. Lower invertebrates]*. Saint Petersburg: [s. n.], 400 p. (In Russian)
- Tsalolikhin, S. Ya. (ed.). (1997) *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorij. T. 3. Paukoobraznye. Nizshie nasekomye [Key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent territory. Vol. 3. Arachnid]*. Saint Petersburg: [s. n.], 439 p. (In Russian)
- Tsalolikhin, S. Ya. (ed.). (2000) *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorij. T. 4. Dvukrylye nasekomye [Key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent territory. Vol. 4. Diptera insects]*. Saint Petersburg: Nauka Publ., 997 p. (In Russian)
- Tsalolikhin, S. Ya. (ed.). (2001) *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorij. T. 5. Vysshie nasekomye [Key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent territory. Vol. 5. Higher insects]*. Saint Petersburg: Nauka Publ., 825 p. (In Russian)
- Tsalolikhin, S. Ya. (ed.). (2004) *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorij. T. 6. Mollyuski, Polikhety, Nemertiny [Key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent territory. Vol. 6. Molluscs, Polychaetes, Nemerteans]*. Saint Petersburg: Nauka Publ., 526 p. (In Russian)
- Tsybekmitova, G. Ts., Morozova, M. O. (2021) Biogenic elements and organic matter production in the ecosystem of Lake Arey, Transbaikal region, Russia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 908, article 012041. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/908/1/012041> (In English)
- Yavorskaya, N. M., Makarchenko, M. A., Orel, O. V. et al (2018) An updated checklist of Chironomidae (Diptera) from the Amur River basin (Russian Far East). *Journal of Limnology*, vol. 77(1), pp. 155–159. <https://doi.org/10.4081/jlimnol.2018.1785> (In English)
- Zasyapkina, M. O. (2008) Fauna vodnykh mollyuskov bassejna Verkhnego Amura [Fauna of aquatic mollusks of the Upper Amur basin]. In: *Presnovodnye ekosistemy bassejna reki Amur [Freshwater ecosystems of the Amur river basin]*. Vladivostok: Dal'nauka Publ., pp. 144–150. (In Russian)
- Zhukova, O. N., Bezmaternykh, D. M. (2010) Sostav i struktura makrozoobentosa Karasukskoj ozerno-rechnoj sistemy (Zapadnaya Sibir') [Composition and structure of macrozoobenthos of the Karasuk lake-river system (Western Siberia)]. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya — The world of science, culture and education*, no. 2 (21), pp. 285–290. (In Russian)

Для цитирования: Матафонов, П. В. (2023) Таксономический состав и разнообразие бентосных беспозвоночных озера Арейского. *Амурский зоологический журнал*, т. XV, № 3, с. 533–548. <https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2023-15-3-533-548>

Получена 31 мая 2023; прошла рецензирование 16 июня 2023; принята 25 июня 2023.

For citation: Matafonov, P. V. (2023) Taxonomic composition and diversity of benthic macroinvertebrates of the Lake Areyskoye. *Amurian Zoological Journal*, vol. XV, no. 3, pp. 533–548. <https://www.doi.org/10.33910/2686-9519-2023-15-3-533-548>

Received 31 May 2023; reviewed 16 June 2023; accepted 25 June 2023.