

УДК 574.587:57.044 (571.15)

МАКРОЗООБЕНТОС ОЗЕРА ПРИЯТЕЛЬСКОГО (АЛТАЙСКИЙ КРАЙ) ПОСЛЕ ЕГО ОБВОДНЕНИЯ

Вдовина О.Н., Безматерных Д.М., Крылова Е.Н.

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул,

E-mail: olgazhukova1984@yandex.ru, bezmater@iwep.ru, ken71@mail.ru

В августе 2019 г. исследованы состав и структура сообществ донных беспозвоночных вновь заполненного (после длительного пересыхания) оз. Приятельского на юге Западной Сибири. В составе зообентоса выявлено 23 вида донных беспозвоночных из 5 классов: Demospongiae (1), Oligochaeta (5), Hirudinea (1), Gastropoda (2), Insecta (14). Для озера характерны низкие значения численности и биомассы макрозообентоса, класс продуктивности «самый низкий», что соответствовало ультраолиготрофному типу водоема. Состояние сообщества донных беспозвоночных соответствует первой стадии сукцессии в искусственно создаваемых водоемах, в последующем (через 1–3 года) прогнозируется повышение показателей количественного развития зообентоса (вторая стадии сукцессии) в оз. Приятельское.

Ключевые слова: донные беспозвоночные; сукцессия; Западная Сибирь; лимнология.

DOI: 10.24412/2410-1192-2021-16306

Дата поступления: 29.11.21

С самого зарождения науки озеро находились в центре внимания ученых, что связано с их привлекательностью для людей как источника продовольствия и воды. Все же, до сих пор идет выявление основных типов водных объектов и особенностей их функционирования, что приближает нас к лучшему пониманию экологии озер и их биоты [The lakes..., 2004]. Зообентос – сообщество животных, жизнь которых связана с границей субстрата и воды. Это

сообщество является важным структурным звеном озерных экосистем [Kalff, 2003]. Бентосные животные наиболее удобный и показательный объект для оценки экологического состояния водоемов Западной Сибири [Безматерных, 2008]. Особенно интересно проследить сукцессионные закономерности восстановления или заселения бентосными сообществами вновь обводненного участка суши или дна озера.

Озеро Приятельское расположено недалеко от поселка Приятельский Алейского района Алтайского края (рис.). Озеро периодически пересыхает и наполняется водой за счет подъема грунтовых вод. Последнее заполнение озера грунтовыми водами наблюдалось в 2015 г., до этого времени в течение 33 лет озеро находилось в пересохшем состоянии [В Приятельское..., 2021]. В настоящее время озеро зарыблено и его планируется использовать для разведения раков.

Материал и методы

Озеро Приятельское было обследовано 6 августа 2019 г., отобрано 6 проб макрозообентоса. Материал для исследований собирали и обрабатывали по стандартным гидробиологическим ме-

тодикам [Руководство..., 1992]. Количественные пробы отбирали дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,025 м², пробы промывали через капроновый газ с размером ячеек 350x350 мкм и фиксировали 70% спиртом. После установления постоянного веса животных разбирали по систематическим группам, затем просчитывали и взвешивали на торсионных весах ВТ-500. Определение материала проводили по ряду пособий: «Определитель пресноводных беспозвоночных России» [1994–2004]. Уровень трофности определяли по шкале трофности С.П. Китаева [2007], индекс видового разнообразия – по Шеннону [1963].

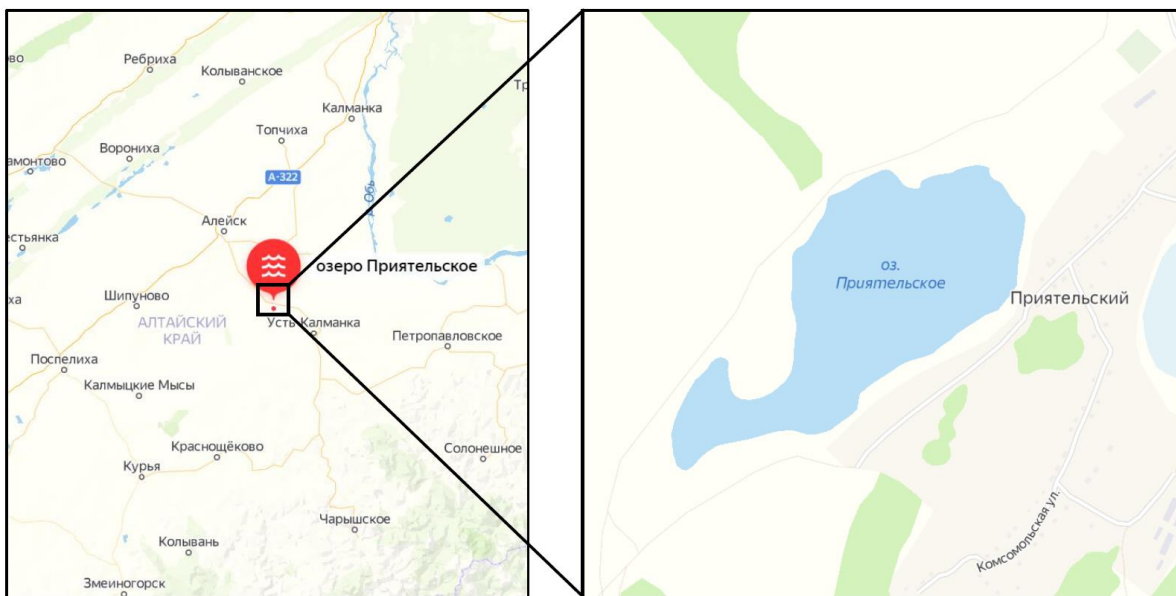


Рис. Карта-схема расположения оз. Приятельского (основа – <https://yandex.ru/maps>)

Fig. Map-layout of the lake Priyatel'skoye (on the basis of <https://yandex.ru/maps>)

Результаты и их обсуждение

В оз. Приятельское выявлено 23 вида донных беспозвоночных из 5 классов. Амфибиотические насекомые составили 61% от числа обнаруженных таксонов. Большая их часть (9 видов) принадлежала к отряду двукрылых, 5 видов – стрекозы (*Coenagrion vernale* (Hagen)), поденки (*Cloeon dipterum* L., *Caenis miliaria* (Tshernova)), клопы (*Ilyocoris cimicoides* (L.)) и жуки (Hydroptorinae ind.). Среди двукрылых преобладали личинки хирономид (*Chironomus* sp., *Cladopelma* sp., *Corynoneura scutellata* Winnertz, *Cricotopus* gr. *tremulus*, *Endochironomus* *stackelbergi* Goetghebuer, *Glyptotendipes glaucus* (Meigen), *Fleuria lacustris* Kieffer), также отмечены личинки мух львинок *Odonotomyia angulata* (Panzer). Кроме того, в составе донной фауны озер отмечены 5 видов олигохет (*Chaetogaster diaphanus* (Gruithuisen), *Nais variabilis* Piguet, *N. pseudobtusa* Piguet, *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparède, *Tubifex tubifex* (O.F. Müller), 2 вида моллюсков (*Lymnaea auricularia* (L.), *L. fragilis* (L.)), по одному виду пиявок (*Erpobdella octoculata* (L.)) и губок (Spongillidae indet.). Видовое богатство зообентоса невысоко (от 0 до 5 видов в пробе), индекс видового разнообразия Шеннона составил от 0 до 2,04 бит/экз.

Озеро Приятельское – это водоем, образовавшийся после недавнего затопления участка суши, преобладающим типом донных отложений в озере является плохо перегнивший детрит с илом. Как следствие этого, в литорали озера организмы бентоса представлены только личинками двукрылых и олигохетами. По способу питания представленные виды относятся к группе собирателей-детритофагов, эта группа обычно доминирует на литорали малых озер там, где преобладает оседание детрита на грунт [Яковлев, 2005]. Значения численности зообентоса изменялось в пределах 0,4–0,72 тыс. экз./м², биомассы – 0,2–0,28 г/м² (табл.). На исследованных участках озера класс продуктивности зообентоса «самый низкий», что соответствовало ультраолиготрофному типу водоема по шкале С.П. Китаева [2007]. В центральной части озера организмы макрозообентоса не обнаружены. Это, вероятно, свидетельствует о том, что формирование и заселение нового биотопа еще не произошло.

Более разнообразно донные беспозвоночные представлены в зарослях высшей водной растительности. Наибольшее число видов (14) отмечено в зарослях тростника в южной части озера, здесь встречаются губки, олигохеты, пиявки, моллюски, насекомые. Подобная ситуация наблюдалась в оз.

Манжерокском (Республика Алтай), где после проведения дноулубительных работ восстановление сообществ макробеспозвоночных в первую очередь было отмечено на заросшем макрофитами мелководье озера [Безматерных и др., 2021]. В северной части оз. Приятельского вблизи сплавин рогаза видовой состав макробеспозвоночных беден и представлен только личинками жуков сем. Dytiscidae.

Для других озер Алтайского края, также расположенных в условиях умеренно-засушливой степи, характерно более высокое разнообразие донных беспозвоночных (в среднем 3,8, до 10 видов в пробе; индекс Шеннона в среднем 1,03, до 2,7), а также их численность ($2,1 \pm 0,7$ тыс. экз./м²) и биомасса ($2,8 \pm 0,7$ г/м²) [Безматерных, Вдовина, 2017].

Природные сообщества под влиянием различных абиотических, биотических и антропогенных факторов под-

вержены сукцессиям. Под сукцессией понимается постепенный и необратимый процесс формирования (первичная сукцессия) или восстановления (вторичная сукцессия) последовательности поколений биотических популяций, направленной на достижение экосистемной полной реализации потенциала всех существующих видов в конкретном местообитании [Смирнова, Торопова, 2008]. Первичная сукцессия включает в себя два основных элемента: начальную колонизацию и последующую смену типов сообществ [Зинченко, Шитиков, 2015]. В разнотипных водоемах процесс сукцессии происходит по-разному и зависит от многих факторов.

Спектр возможных механизмов временной сукцессии лотических экосистем чрезвычайно велик и их анализ основывается на изучении цикличности как процессов внешнего воздействия, так и скорости восстановления сообществ [Зинченко, Шитиков, 2015].

Таблица

Основные характеристики макрозообентоса оз. Приятельское (06.08.2019 г.)

Table

Main characteristics of the macrozoobenthos in lake Priyatel'skoye (06.08.2019)

№ точки	Число видов	H, бит/экз.	Численность, тыс. экз./м ²	Биомасса, г/м ²	Уровень трофности по шкале С.П. Китева [2007]
Прибрежная зона	5	2,04	0,40	0,2	ультраолиготрофный
Центр озера	0	0	0	0	–
Залив	2	0,65	0,72	0,28	ультраолиготрофный

Примечания: H – индекс видового разнообразия по Шеннону

Изменения сообществ при перестройке донных отложений многообразны, но, в целом их можно рассматривать, как характерный только для водотоков, своеобразный вид сукцессии [Самохвалов, Засыпкина, 2010]. Водотоки обычно подвергаются сильным внешним воздействиям разного типа и происхождения с различной степенью перестройки динамики потоков: периодические наводнения и паводки [Богатов, 1994; Wiegert, Fraleigh, 1972]; дноуглубительные и другие гидротехнические работы [Hannan, Dorris, 1970]; экстремальные и катастрофические воздействия, такие как засухи [Harrison, 1966], сильные наводнения, промерзания русла [Богатов, 1994; Медведева, 2003] и др.

В лентических экосистемах изменения охватывают прежде всего литоральные и сублиторальные урочища в связи с процессами переработки берегов, образованием нового профиля равновесия береговой зоны [Якушко, 1989]. На состояние лимносистемы влияют изменение среднего уровня воды и внутригодовой режим уровня [Восстановление..., 1994]. Восстановление донных сообществ в водоемах идет медленно, с потерей части видов и снижением биомассы бентоса (до 60% от исходной величины) [Жигульский и др., 2013, 2014 а, б; Кудерский, Лаврентьева, 1996; Суслопарова, Терешенкова,

2013]. Формирование и заселение нового биотопа на поврежденном участке дна обычно занимает несколько лет (от 3 до 8 лет, в среднем – 5, но в некоторых случаях может растягиваться до 25 лет) [Лесников, 1986].

Водохранилища совмещают черты лентических и лотических экосистем. На примере равнинных водохранилищ умеренного пояса СССР были показаны следующие стадии формирования водных сообществ [Водохранилища мира, 1979]:

1) Постепенное разрушение и отмирание терригенных и перестройка существовавших водных биоценозов в начале первого сезона.

2) Образование временных водных биоценозов в первое лето при массовом заселении нового ареала – затопленной суши. Донные сообщества отличаются довольно однообразной фауной хирономид; в массовом количестве она развивается в условиях первоначальной высокой обеспеченности пищей – детритом терригенного происхождения – вне зависимости от исходного состава затопленного ложа и характера приносимого течением зообентоса.

3) Стабилизация состава водных сообществ, сопровождающаяся снижением его биомассы по сравнению с предыдущей стадией (спустя 3–5 лет после создания водохранилища).

Указанные стадии формирования водных сообществ, по-видимому, характерны и для оз. Приятельского.

Таким образом, состояние донных беспозвоночных в оз. Приятельское соответствует первой стадии сукцессии в

Заключение

В составе зообентоса оз. Приятельское выявлено 23 вида донных беспозвоночных из 5 классов: Demospongiae (1), Oligochaeta (5), Hirudinea (1), Gastropoda (2), Insecta (14). Наибольшее число видов пришлось на долю насекомых, большая их часть (9 видов) принадлежала к отряду двукрылых, 5 видов

искусственно создаваемых водоемах [Водохранилища мира, 1979]. В последующем (1–3 года) прогнозируется повышение показателей количественного развития зообентоса (вторая стадии сукцессии) в оз. Приятельское.

– стрекозы, поденки, клопы и жуки. Для озера характерны низкие значения численности и биомассы зообентоса, класс продуктивности зообентоса «самый низкий», что соответствует ультраолиготрофному типу водоема. Сообщество донных макробеспозвоночных во вновь заполненном озере находится в начальной стадии своего формирования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declares that he has no conflict of interest.

Авторы выражают благодарность к.б.н., доценту В.В. Кириллову и к.б.н. М.И. Ковешникову за помощь в отборе проб. Работа выполнена в рамках государственного задания ИВЭП СО РАН (проект «Исследование разнообразия и структурно-функциональной организации водных экосистем для сохранения и рационального использования водных и биологических ресурсов Западной Сибири»).

Список литературы

1. Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шарапов В.А. Водохранилища мира. М.: Наука, 1979. 287 с.
2. Безматерных Д.М. Состав и структура зообентоса как индикаторы экологического состояния водных объектов Западной Сибири // Вестник Алтайской науки. 2008. № 1 (1). С. 133–146.
3. Безматерных Д.М., Вдовина О.Н. Зообентос озер юга Обь-Иртышского междуречья // Экология. Серия аналитических обзоров мировой литературы. 2017. № 106. С. 1–180.

4. Безматерных Д.М., Вдовина О.Н., Яныгина Л.В., Крылова Е.Н., Ковешников М.И. Влияние дноуглубительных работ на состав и структуру макрозообентоса озера Манжерокского (Республика Алтай) // Биология водных экосистем в XXI веке: факты, гипотезы, тенденции: тез. докл. Всерос. конф., посвящ. 65-летию ИБВВ РАН (22–26 ноября 2021 г., Борок). Ярославль: Филигрань, 2021. С. 20.

5. Богатов В.В. Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука. 1994. 218 с.

6. В Приятельское озеро выпустили раков / Маяк труда [Электронный ресурс]. URL: https://moyaokruga.ru/mayak_trud/Articles.aspx?articleId=376861 (дата обращения: 12.12.2021).

7. Восстановление экосистем малых озер. Спб.: Наука, 1994. 144 с.

8. Жигульский В.А., Былина Т.С., Царькова Н.С., Лавров Я.Б., Соловей Н.А., Шуйский В.Ф. Некоторые результаты экологического мониторинга и оценки воздействия строящихся объектов морского торгового порта "Усть-Луга" на экосистему Лужской губы // Экология урбанизированных территорий. 2013. № 3. С. 6–14.

9. Жигульский В.А., Илюхин В.С., Царькова Н.С., Маслов П.А. Оценка концентрации взвешенных частиц в водоемах по результатам измерений прозрачности воды с использованием диска Секки // Проблемы региональной экологии. 2014а. № 1. С. 138–144.

10. Жигульский В.А., Шуйский В.Ф., Царькова Н.С., Соловей Н.А., Максимова Е.Ю. Реакция макрозообентоса водотоков бассейна восточной части Финского залива на многофакторные антропогенные воздействия // Учёные записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2014б. №35. С. 178–185.

11. Зинченко Т.Д., Шитиков В.К. Сукцессии – пространственно-временные изменения в реках // Астраханский вестник экологического образования. 2015. № 4 (34). С. 77–88.

12. Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: КНЦ РАН, 2007. 395 с.

13. Кудерский Л.А., Лаврентьева Г.М. Оценка ущерба рыбохозяйственным водоемам от свалки грунтовых масс (применительно к восточной части Финского залива). Спб.: Изд. ГосНИОРХ, 1996. 41 с.

14. Лесников Л.А. Влияние перемещения грунтов на рыбохозяйственные водоемы. Сб. науч. тр. ГосНИОРХ 255. 1986. С. 3–9.

15. Медведева Л.А. Влияние паводков на численность и биомассу водорослей перифитона малой лососевой рек (Приморский край) // Перифитон континентальных вод:

современное состояние изученности и перспективы дальнейших исследований: Труды Международного Симпозиума. Тюмень: ООО «Опцион ТМ-Холдинг». 2003. С. 70-71.

16. Определитель пресноводных беспозвоночных России: в 6 т.: Т. 1–6. Л.: ЗИН РАН, 1994–2004.

17. Пшеницына В.Н. Об эффективности шкалы Вудивисса при биоиндикации качества воды // Гидробиол. журн. 1986. Т. 24, № 4. С. 42–45.

18. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.

19. Самохвалова В.Л., Засыпкина И.А. Сукцессии в сообществах зообентоса водотоков северо-востока Азии // Естественные и технические науки. 2010. № 1 (45). С. 117–119.

20. Смирнова О.В., Торопова Н.А. Сукцессия и климакс как экосистемный процесс // Успехи современной биологии. 2008. № 2. С. 129–144.

21. Сулопарова О.Н., Терешенкова Т.В. Влияние дноуглубительных работ на планктонные сообщества // Учение о развитии морских берегов: вековые традиции и идеи современности: Материалы XXIII Международной береговой конференции (5–9 октября 2013 г., Санкт-Петербург). СПб, 2010. С. 257–259.

22. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетики. М.: Иностран. лит., 1963. 860 с.

23. Яковлев В.А. Пресноводный зообентос северной Фенноскандии (разнообразие, структура и антропогенная динамика). Апатиты: Изд-во Кольск. науч. центра РАН, 2005. 145 с.

24. Якушко О. Ф. Изменение аквальных комплексов в условиях интенсивной хозяйственной деятельности // Ландшафты Белоруссии. Минск, 1989. С. 214–222.

25. Hannan H.H., Dorris T.C. Succession of a macrophyte community in a constant temperature river // *Limnology and Oceanography*. 1970. Vol. 15. P. 442–453.

26. Harrison A.D. Recolonization of a Rhodesian stream after drought // *Archiv für Hydrobiologie*. 1966. Vol. 62. P. 405–421.

27. Kalf J. *Limnology: inland water ecosystems*. USA, NJ, Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2003. 592 p.

28. *The lakes handbook*. V. 1. *Limnology and limnetic ecology* / Ed. by P.E. O'Sullivan and C. S. Reynolds. Blackwell Publishing, 2004. 699 p.

29. Wiegert R.G., Fraleigh P.C. Ecology of Yellowstone thermal effluent systems: net primary production and species diversity of a successional blue-green algal mat // *Limnology and Oceanography*. 1972. Vol. 17. P. 215–228.

References

1. Avakyan A.B., Saltankin V.P., Sharapov V.A. Vodohranilishcha mira [Reservoirs of the world]. M.: Nauka, 1979. 287 p. (In Russian).

2. Bezmaternykh D.M. Sostav i struktura zoobentosa kak indikatory ekologicheskogo sostoyaniya vodnykh ob'yektov Zapadnoy Sibiri [Composition and structure of zoobenthos as indicators of the ecological state of water bodies in Western Siberia] // *Vestnik Altayskoy nauki [Bulletin of Altai Science]*. 2008. No. 1 (1). P. 133–146. (In Russian).

3. Bezmaternykh D.M., Vdovina O.N. Zoobentos ozer yuga Ob'-Irtyskogo mezhdurech'ya [Zoobenthos of lakes in the south of the Ob-Irtys interfluve] // *Ekologiya. Seriya analiticheskikh obzorov mirovoy literatury [Ecology. A series of analytical reviews of world literature]*. 2017. No. 106. P. 1–180. (In Russian).

4. Bezmaternykh D.M., Vdovina O.N., Yanygina L.V., Krylova E.N., Koveshnikov M.I. Vliyaniye dnouglubitel'nykh rabot na sostav i strukturu makrozoobentosa ozera Manzhero-nskogo (Respublika Altay) [Influence of dredging on the composition and structure of the macrozoobenthos of Lake Manzhero-nskoe (Altai Republic)] // *Biologiya vodnykh ekosistem v XXI veke: fakty, gipotezy, tendentsii: tez. dokl. Vseros. konf., posvyashch. 65-letiyu IBVV RAN: Borok, 22–26 noyabrya 2021 g. [Biology of Aquatic Ecosystems in the 21st Century: Facts, Hypotheses, Trends: Proc. conf. Borok, (November 22–26, 2021)]* Yaroslavl: Filigran, 2021, P. 20. (In Russian).

5. Bogatov V.V. *Ekologiya rechnykh soobshchestv rossijskogo Dal'nego Vostoka [Ecology of river communities of the Russian Far East]*. Vladivostok: Dal'nauka. 1994. 218 p. (In Russian).

6. V Priyatel'skoe ozero vypustili rakov [Crayfish were released into the Priyatel'skoe lake] / Mayak truda [Lighthouse of Labor]. URL: https://moyaokruga.ru/mayak_trud/Articles.aspx?articleId=376861 (accessed: 12.12.2021).

7. Vosstanovlenie ekosistem malyh ozer [Restoration of ecosystems of small lakes]. Spb.: Nauka, 1994. 144 p. (In Russian).

8. Zhigul'skij V.A., Bylina T.S., Car'kova N.S., Lavrov Ya.B., Solovej N.A., Shujskij V.F. Nekotorye rezul'taty ekologicheskogo monitoringa i ocenki vozdejstviya stroyashchihsya ob'ektov morskogo trgovogo porta "Ust'-Luga" na ekosistemu Luzhskoj guby [Particular findings of the environmental monitoring and assessment of impact produced by the construc-

tion of the Ust-Luga sea trade port on the Luga bay`s]. *Ekologiya urbanizirovannyh territorij* [Ecology of urbanized territories]. 2013. № 3. P. 6–14. (In Russian).

9. Zhigul'skij V.A., Ilyuhin V.S., Car'kova N.S., Maslov P.A. Ocenka koncentracii vzveshennyh chastic v vodoemah po rezul'tatam izmerenij prozrachnosti vody s ispol'zovaniem diska Sekki [Assessment of the concentration of suspended particles in reservoirs based on the results of measurements of water transparency using a Secchi disk]. *Problemy regional'noj ekologii* [Regional environmental issue]. 2014a. № 1. P. 138–144. (In Russian).

10. Zhigul'skij V.A., Shujskij V.F., Car'kova N.S., Solovej N.A., Maksimova E.Yu. Reakciya makrozoobentosa vodotokov bassejna vostochnoj chasti Finskogo zaliva na mnogofaktornye antropogennye vozdeystviya [Response of a waterways macrozoobenthos to multifactor anthropogenic impact in the eastern part of Gulf of Finland]. *Uchyonye zapiski Rossijskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta* [Scientific notes of the Russian State Hydrometeorological University]. 2014b. 35. P. 178–185. (In Russian).

11. Zinchenko T.D., Shitikov V.K. Sukcessii – prostranstvenno-vremennye izmeneniya v rekah [Succession – spatial and temporal changes in rivers] // *Astrahanskij vestnik ekologicheskogo obrazovaniya* [Astrakhan Bulletin of Environmental Education]. 2015. № 4 (34). P. 77–88. (In Russian).

12. Kitaev, S.P., 2007. *Osnovy limnologii dlya gidrobiologov i ihtologov* [Basic general limnology for hydrobiologists and ichthyologists]. Karelian Research Centre of RAS, Petrozavodsk, Russia, 395 p. (In Russian).

13. Kuderskij L.A., Lavrent'eva G.M., Ocenka ushcherba rybohozyajstvennym vodoemam ot svalki gruntovyh mass (primenitel'no k vostochnoj chasti Finskogo zaliva) [Assessment of damage to fishery reservoirs from dumping of ground masses (in relation to the eastern part of the Gulf of Finland)]. St. Petersburg: Publishing house of the State Scientific Research Institute of Lake and River Fisheries, 1996. 41 p. (In Russian).

14. Lesnikov L.A., Vliyanie peremeshcheniya gruntov na rybohozyajstvennyye vodoemy [The impact of soil movement on fisheries reservoirs]. *Sb. nauch. tr. GosNIORH 255* [Collection of scientific papers of the State Scientific Research Institute of Lake and River Fisheries]. 1986. P. 3–9. (In Russian).

15. Medvedeva L.A. Vliyanie pavorodkov na chislennost' i biomassu vodoroslej perifitona maloj lososevoj rek (Primorskij kraj) [The effect of floods on the abundance and biomass of algae of the periphyton of the small salmon River (Primorsky Krai)] // *Perifiton kontinental'nyh vod: sovremennoe sostoyanie izuchennosti i perspektivy dal'nejshih issledovanij* [Periphyton of continental waters: current state of knowledge and prospects for further research]:

Trudy Mezhdunarodnogo Simpoziuma. Tyumen': OOO «Opcion TM-Holding». 2003. P. 70–71. (In Russian).

16. Opredelitel' presnovodnyh bespozvonochnyh Rossii: v 6 t.: T. 1–6, 1994–2004 [Key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent lands (1992–2004): Vol 1–6]. Calolihin, S.YA. (eds.). Zoological institute of RAS, St. Petersburg, Russia. (In Russian).

17. Pshenicyna V.N. Ob effektivnosti shkaly Vudivissa pri bioindikacii kachestva vody [On the effectiveness of the Woodiwiss scale in bioindication of water quality] // *Gidrobiol. zhurn* [Hydrobiological Journal]. 1986. T. 24, № 4. P. 42–45. (In Russian).

18. Rukovodstva po gidrobiologicheskomu monitoringu presnovodnyh ekosistem [Guidelines for hydrobiological monitoring of freshwater ecosystems]. 1992. Abakumov V.A. (eds.), *Gidrometeoizdat*, St. Petersburg, Russia, 318 p. (In Russian).

19. Samohvalova V.L., Zasyapkina I.A. Sukcessii v soobshchestvah zoobentosa vodotokov severo-vostoka Azii [Successions in zoobenthos communities of watercourses of Northeast Asia] // *Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Natural and technical sciences]. 2010. № 1 (45). P. 117–119. (In Russian).

20. Smirnova O.V., Toropova N.A. Sukcessiya i klimaks kak ekosistemnyj process [Succession and climax as an ecosystem process] // *Uspekhi sovremennoj biologii* [Advances in modern biology]. 2008. № 2. P. 129–144. (In Russian).

21. Susloparova O.N., Tereshenkova T.V. Vliyanie dnouglubitel'nyh rabot na planktonnye soobshchestva [The impact of dredging on plankton communities]: Materialy XXIII Mezhdunarodnoj beregovoj konferencii «Uchenie o razvitii morskikh beregov: vekovye tradicii i idei sovremennosti» [XXIII International Coastal Conference. Coastal evolution studies: Traditions and modern concepts] (5–9 oktyabrya 2013 g., Sankt-Peterburg). St. Petersburg, 2010. P. 257–259. (In Russian).

22. Shennon K. Raboty po teorii informacii i kibernetiki [Works on information theory and cybernetics]. Moscow: Inostr. lit., 1963. 860 p. (In Russian).

23. Yakovlev V.A. Presnovodnyj zoobentos severnoj Fennoskandii (raznoobrazie, struktura i antropogennaya dinamika) [Freshwater zoobenthos of northern Fennoscandia (diversity, structure and anthropogenic dynamic)]. Apatity: Kola Science Centre RAS, 2005. 145 p. (In Russian).

24. Yakushko O. F. Izmenenie akval'nyh kompleksov v usloviyah intensivnoj hozyajstvennoj deyatel'nosti [Successions in zoobenthos communities of watercourses of Northeast Asia] // *Landshafty Belorussii* [Landscapes of Belarus]. Minsk, 1989. P. 214–222. (In Russian).

25. Hannan H.H., Dorris T.C. Succession of a macrophyte community in a constant temperature river // *Limnology and Oceanography*. 1970. Vol. 15. P. 442–453.
26. Harrison A.D. Recolonization of a Rhodesian stream after drought // *Archiv für Hydrobiologie*. 1966. Vol. 62. P. 405–421.
27. Kalff J. *Limnology: inland water ecosystems*. USA, NJ, Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2003. 592 p.
28. *The lakes handbook*. V. 1. *Limnology and limnetic ecology* / Ed. by P.E. O'Sullivan and C. S. Reynolds. Blackwell Publishing, 2004. 699 p.
29. Wiegert R.G., Fraleigh P.C. Ecology of Yellowstone thermal effluent systems: net primary production and species diversity of a successional blue-green algal mat // *Limnology and Oceanography*. 1972. Vol. 17. P. 215–228.

MACROZOOBENTHOS OF LAKE PRYATEL'SKOYE (ALTAI KRAI, RUSSIA) AFTER ITS WATERING

O.N. Vdovina, D.M. Bezmaternykh, E.N. Krylova

Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul,

E-mail: olgazhukova1984@yandex.ru, bezmater@iwep.ru, ken71@mail.ru

Lake Pryatel'skoye is located in the south of West Siberia. The composition and structure of benthic invertebrates communities of the newly filled (after a long drying out) lake were studied in August 2019. The zoobenthos includes 23 species of benthic invertebrates from 5 classes: Demospongiae (1), Oligochaeta (5), Hirudinea (1), Gastropoda (2), Insecta (14). The lake is characterized by low numbers and small biomass of macrozoobenthos, the productivity class is "lowest", which corresponded to the ultraoligotrophic type of the lakes. The state of benthic invertebrates communities corresponds to the first stage of succession in artificially created lakes.

Key words: benthic invertebrates; succession; West Siberia; limnology.

Received November 29, 2021

Сведения об авторах

Вдовина Ольга Николаевна — кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории гидробиологии Института водных и экологических проблем СО РАН. Россия, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1. E-mail: olgazhukova1984@yandex.ru

Безматерных Дмитрий Михайлович – доктор биологических наук, доцент, заместитель директора по научной работе Института водных и экологических проблем СО РАН. Россия, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1. E-mail: bezmater@mail.ru.

Крылова Евгения Николаевна – младший научный сотрудник лаборатории водной экологии Института водных и экологических проблем СО РАН. Россия, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1. E-mail: ken71@iwep.ru.

Information about the authors

Vdovina Olga Nikolaevna – PhD in Biology, Researcher at the Laboratory of Hydrobiology of the Institute for Water and Environmental Problems SB RAS (IWEP SB RAS). 1, Molodezhnaya St., 656038 Barnaul, Russia. E-mail: olgazhukova1984@yandex.ru.

Bezmaternykh Dmitry Mikhailovich – Dr Sc. in Biology, Associate Professor, Deputy Director for Scientific Work of the Institute for Water and Environmental Problems SB RAS (IWEP SB RAS). 1, Molodezhnaya St., 656038 Barnaul, Russia. E-mail: bezmater@mail.ru.

Krylova Evgeniya Nikolaevna – Researcher at the Laboratory of Water ecology of the Institute for Water and Environmental Problems SB RAS (IWEP SB RAS). 1, Molodezhnaya St., 656038 Barnaul, Russia. E-mail: ken71@iwep.ru.