



И.И. Лапука

Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», Минск, Республика Беларусь

ЗООБЕНТОЦЕНОЗЫ ЭВТРОФНОГО ОЗЕРА КРУГЛИК

Аннотация. Впервые установлены зообентоценозы эвтрофного оз. Круглик. Было выделено 4 ценоза, располагающихся на различных глубинах. Наибольшее ценотическое разнообразие наблюдалось в зонах литорали и сублиторали. Низкое разнообразие профундальной зоны было обусловлено отсутствием растворенного кислорода.

Ключевые слова: зообентос, зообентоценоз, районирование, глубина, ценоз

Ця І. Лапука

State research and production association «Scientific and Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus on Bioresources», Minsk, Republic of Belarus

ZOOBENTOCENOSES OF THE EUTROPHIC LAKE KRUGLIK

Abstract. At the first time, zoobenthocenoses of the eutrophic Kruglik lake were established. Four cenoses were identified, located at different depths. The greatest coenotic diversity observed in the littoral and sublittoral zones. The low diversity of the profundal zone was due to the absence of dissolved oxygen.

Keywords: zoobenthos, zoobenthocenosis, zoning, depth, cenosis

Введение. Основной задачей комплекса дисциплин, занимающихся всесторонним изучением водоемов, является создание теории функционирования водных экосистем, позволяющей прогнозировать их состояние и управлять ими [1]. При планировке, обустройстве и комплексном использовании водоемов, согласно взглядам ряда ученых [2–4] особо перспективным является осуществление как акваториального, так и донного районирования. Выделение зообентоценозов в озе-



рах давно не производится, из-за трудоемкости процесса, хотя это может помочь в рыбохозяйственной деятельности.

В работе предпринята попытка выделить основные зообентоценозы эвтрофного озера Круглик, развивающихся на разных глубинах, где складываются различные экологические условия.

Материалы и методы. Круглик — озеро в Шумилинском районе Витебской области. Площадь поверхности озера составляет $0,4 \text{ км}^2$, длина — $1,43 \text{ км}$, наибольшая ширина — $0,51 \text{ км}$. Объем воды — $3,58 \text{ млн м}^3$. Максимальная глубина озера составляет $31,5 \text{ м}$, средняя — 9 м . Площадь водосбора — $11,2 \text{ км}^2$. Мелководье узкое. На глубинах более 5 метров дно покрыто илом [5]. Водоем до 2015 г. использовался для технических нужд Шумилинского льнозавода, находившегося на западном берегу озера.

Исследование зообентоса озера Круглик проводили 27 июля 2020 г. Пробы отбирали на 7-ми станциях разной глубины ($0,5$; $1,9$; 4 ; 7 ; 12 ; 17 и $27,7 \text{ м}$). Прозрачность воды составила $1,8 \text{ м}$, что характеризует его как эвтрофный водоем. Выбор станций осуществлялся в зависимости от распределения различных экологических факторов и соответствовал зонам: прибрежью, глубине прозрачности и двойной прозрачности, началу и концу термоклина, нескольким глубинам с отсутствующим кислородом и максимальной глубине.

В основу определения структуры ценозов была положена методика В. А. Бродской и Л. А. Зенкевича (1939) [6]. При этом рассчитывались среднепопуляционные величины плотности и биомассы, которые определялись как средние из всех взятых за период исследований проб, где встречался данный вид (Пидгайко, 1968) [7], и обозначались соответственно n (экз/м^2) и b (г/м^2). Для каждого вида определялась также частота встречаемости p , выражающая процент проб, в которых отмечен вид, от общего количества проб, взятых на данной станции. Структура ценоза определялась при помощи индекса плотности bp , где b — среднепопуляционная биомасса данного вида, p — частота его встречаемости. Что бы не оперировать с большими числами, величина индекса плотности уменьшалась путем извлечения из нее корня квадратного. При этом индекс приобретал вид \sqrt{bp} .

Результаты и их обсуждение. Всего было определено 26 таксона от вида и выше. Наибольшим представительством было отмечен отряд Diptera — 14 таксономических единиц, что составило $53,8 \%$ от общего числа. Остальные представители донной фауны были представлены значительно меньше: пиявки — 3 ($11,5 \%$); моллюски, поденки, олигохеты — по 2



(7,7 %); стрекозы, ракообразные, бабочки — по 1 таксону (3,8 %) [8]. В оз. Круглик на 7 исследованных глубинах, было определено 4 ценоза.

В ценозе глубины 0,5 м, было определено 7 таксонов. Из-за низких значений индекса плотности здесь было невозможно выделить главный таксон ценоза (табл. 1).

Таблица 1. Состав ценоза на глубине 0,5 м
Table 1. The composition of the cenosis at a depth of 0.5 m

№ п/п	Вид	<i>n</i>	<i>b</i>	<i>p</i>	\sqrt{bp}
1	<i>Oligochaeta gen. spp.</i>	4	0,015	100%	0,12
2	<i>Asellus aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)	6	0,013	100%	0,11
3	<i>Cataclysta lemnaea</i> (Linnaeus, 1758)	2	0,010	100%	0,10
4	<i>Cryptochironomus obreptans</i> (Walker, 1856)	2	0,003	100%	0,05
5	<i>Endochironomus donatoris</i> (Shilova, 1974)	2	0,003	100%	0,05
6	<i>Cloeon dipterum</i> (Linnaeus, 1761)	2	0,001	100%	0,04
7	<i>Cladotanytarsus mancus</i> (Walker, 1856)	2	0,002	100%	0,04

Те же проблемы с выделением доминирующего таксона возникли и по биомассе, она полностью совпадает, по распределению с индексом плотности. Все таксоны можно отнести к временным. В общей биомассе наибольшей долей обладал тип Annelida (рис. 1).

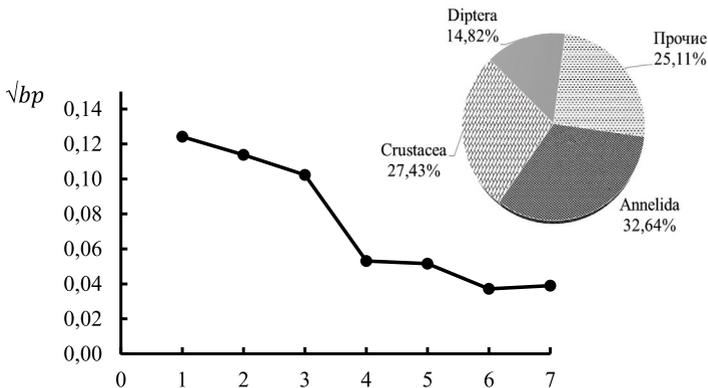


Рис. 1. Структура ценоза глубины 0,5 м в оз. Круглик (Здесь и на других аналогичных рисунках номер по оси абсцисс соответствует номерам в таблицах)

Fig. 1. The structure of the cenosis depth of 0.5 m in the Kruglik lake.

(Here and other similar figures, the number on the abscissa axis corresponds to the numbers in the tables)



Ценоз является олигомикстным, представленный фито-псамофильными таксонами, без доминирования какого-либо вида.

На глубине 1,9 м определен ценоз *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) + *Unio pictorum* (Linnaeus, 1758). Здесь было определено 14 таксонов от вида и выше (табл. 2)

Таблица 2. Состав ценоза глубины 1,9 м
Table 2. The composition of the cenosis of the depth of 1.9 m

№ п/п	Вид	<i>n</i>	<i>b</i>	<i>p</i>	\sqrt{bp}
1	<i>Dreissena polymorpha</i> (Pallas, 1771)	1792,59	3524,65	100%	59,37
2	<i>Unio pictorum</i> (Linnaeus, 1758)	14,81	557,26	100%	23,61
3	<i>Glyptotendipes glaucus</i> (Meigen 1818)	162,96	0,98	100%	0,99
4	<i>Somatochlora flavomaculata</i> Vander Linden, 1825	14,81	2,26	33%	0,87
5	<i>Erpobdella octoculata</i> (Linnaeus, 1758)	14,81	1,72	33%	0,76
6	<i>Chironomus f.l. plumosus</i> (Meigen, 1830)	59,26	0,35	67%	0,49
7	<i>Dicrotendipes nervosus</i> (Staeger, 1839)	88,89	0,27	67%	0,42
8	<i>Microtendipes pedellus</i> (De Geer, 1776)	59,26	0,14	67%	0,31
9	<i>Glossiphonia complanata</i> (Linnaeus, 1758)	29,63	0,10	33%	0,18
10	<i>Cladotanytarsus mancus</i> (Walker, 1856)	29,63	0,06	33%	0,14
11	<i>Oligochaeta gen. spp.</i>	118,52	0,06	33%	0,14
12	<i>Caenis horaria</i> Linnaeus, 1758	14,81	0,05	33%	0,13
13	<i>Helobdella stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)	14,81	0,05	33%	0,13
14	<i>Asellus aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)	14,81	0,02	33%	0,08

Доминирующими таксонами по индексу плотности и биомассе были *D. polymorpha*, *U. pictorum*, их доля в общей биомассе составляла 86,2 % и 13,6 %, соответственно. Остальные таксоны являются временными, для данного ценоза. Наибольшей биомассой обладал тип Mollusca (рис. 2).

Ценоз является полимикстным, представленный фито-пеллофильными организмами, с высокой степенью доминирования *D. polymorpha*. Данная глубина характеризовалась развитием подводной растительности, что и позволило развиваться здесь такому количеству дрейссены.

В ценозе глубины 4 м (*D. polymorpha*) определено 4 таксона от вида и выше. Наибольшим индексом плотности и отмечена дрейссена, ее доля в общей биомассе составляла 98,64% (табл. 3).

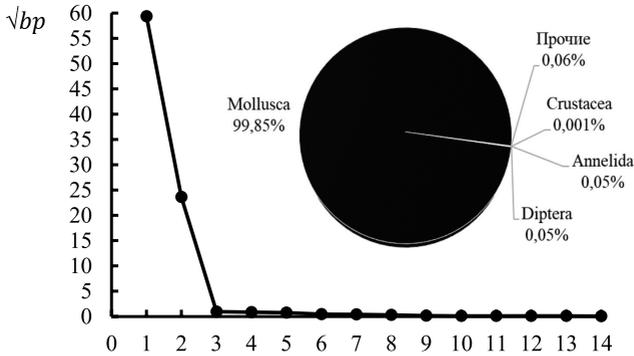


Рис. 2. Структура ценоза глубины 1,9 м в оз. Круглик
 Fig. 2. The structure of the cenosis depth of 1.9 m in the Kruglik lake

Таблица 3. Состав ценоза глубины 4 м
 Table 3. The composition of the cenosis depth of 4 m

№ п/п	Вид	<i>n</i>	<i>b</i>	<i>p</i>	\sqrt{bp}
1	<i>Dreissena polymorpha</i> (Pallas, 1771)	14,81	5,09	33%	1,30
2	<i>Tanytarsus gregarius</i> (Kieffer, 1909)	88,89	0,05	67%	0,18
3	<i>Diamesa</i> sp.	14,81	0,02	33%	0,07
4	<i>Endochironomus</i> sp.	14,81	0,01	33%	0,04

Доминирующей группой по биомассе, были представители типа Mollusca (рис. 3).

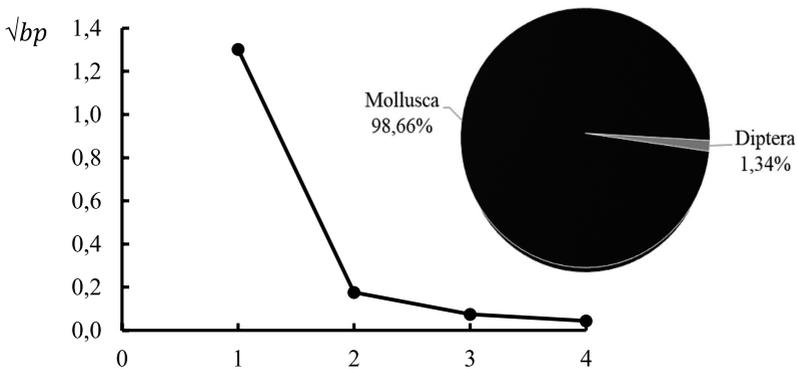


Рис. 3. Структура ценоза глубины 4 м в оз. Круглик
 Fig. 3. The structure of the cenosis depth of 4 m in the Kruglik lake.



На глубине 4-х метров ценоз является олигомикстным, представленный пеллофильными таксонами. Наличие 1 крупного экземпляра дрейссены является, скорее всего, случайным, т.к. на данной глубине уже отсутствовал кислород. Остальными представителями ценоза являлись единичные экземпляры хириноид.

В ценозе глубины 7 м (*Chaoborus crystallinus* (De Geer, 1776) + *Chironomus f.l. plumosus* (Meigen, 1830)) было определено два вида зообентоса. Индекс плотности распределился между ними примерно в равных значениях (табл. 4). Доля биомассы *C. crystallinus* и *C. f.l. plumosus* имели 55,8 % и 44,2 %, соответственно.

Таблица 4. Состав ценоза глубины 7 м
Table 4. The composition of the cenosis depth 7 m

№ п/п	Вид	<i>n</i>	<i>b</i>	<i>p</i>	\sqrt{bp}
1	<i>Chaoborus crystallinus</i> (De Geer, 1776)	548,15	2,56	100%	1,60
2	<i>Chironomus f.l. plumosus</i> (Meigen, 1830)	103,70	2,03	100%	1,42

Начиная с глубины 12 м и до 27,7 наблюдается один ценоз — *C. crystallinus*, и доля биомассы данного вида колебалась от 64,3 до 100%, в общей биомассе зообентоса (табл. 5).

Таблица 5. Состав ценозов глубин 12, 17, 27,7 м
Table 5. Composition of cenoses at depths of 12, 17, 27.7 m

№ п/п	Вид	<i>n</i>	<i>b</i>	<i>p</i>	\sqrt{bp}
12 метров					
1	<i>Chaoborus crystallinus</i> (De Geer, 1776)	548,15	3,10	100%	1,76
2	<i>Oligochaeta gen. spp.</i>	44,44	0,04	33%	0,11
17 метров					
1	<i>Chaoborus crystallinus</i> (De Geer, 1776)	414,81	2,20	100%	1,48
2	<i>Chironomus gr. plumosus</i> (Meigen, 1830)	14,81	0,10	33%	0,18
27,7 метров					
1	<i>Chaoborus crystallinus</i> (De Geer, 1776)	44,44	0,46	33%	0,39

Как видно из табл. 5, с увеличением глубины происходит снижение всех количественных показателей. Этот ценоз на всех глубинах является олигомикстным, с доминированием одного таксона. Такая пластичность хаоборид связана с их адаптивными способностями переносить отсутствие кислорода [9, 10, 11].



Исходя из полученных результатов видно, что в прибрежной части озера невозможно выделить таксоны, которые были бы ядром зооценоза. Можно предположить, что это связано с тем, что организмам зообентоса здесь, в прибойной части, где была станция отбора проб, подвержены влиянию нагонных явлений, беспокойству из-за движения вод и могут частично перемещаться с водой. На остальных глубинах, где присутствовал кислород, зообентоценозы являются моллюсковыми, с преобладанием количественных показателей у дрейссены. На глубинах, где кислород отсутствовал, был установлен только один ценоз хаборидного типа.

Выводы. Таким образом, в оз. Круглик происходит упрощение таксономического состава ценозов с увеличением глубины и отсутствием кислорода. Из-за недостатка кислорода единственными обитателями таких ценозов являются представители отр. Diptera, а доля биомассы может достигать 100%.

Благодарности. Работа выполнена в рамках договора БРФФИ №Б23М-052.

Список использованных источников

1. Баканов, А.И. Обзор существующих подходов к районированию водохранилищ / А.И. Баканов // Труды / Акад. наук СССР, Ин-т биологии внутр. вод. — Вып. 62 (65) : Экологическое районирование пресноводных водоемов. — Рыбинск, 1990. — С. 3–16.
2. Авакян, А.Б. Проблемы создания и комплексного использования водохранилищ в СССР / А.Б. Авакян // Вод. ресурсы. — 1972. — № 1. — С. 119–137.
3. Авакян, А.Б. Акваториальное районирование, планировка и обустройство водохранилищ / А.Б. Авакян, В.П. Салтанкин // Водохранилища мира / А.Б. Авакян [и др.] ; отв. ред.: Г.В. Воропаев, С.Л. Вендров. — М., 1979. — С. 237–247.
4. Авакян, А.Б. Повышение эффективности использования водохранилищ путем их районирования, планировки и обустройства / А.Б. Авакян, В.П. Салтанкин // Вод. ресурсы. — 1979. — № 5. — С. 13–22.
5. Круглік, возера у Шумілінскім раёне // Блакітная кніга Беларусі: (водныя аб'екты Беларусі) : энцыклапедыя / рэдкал.: Н.А. Дзісько [і інш.]. — Мінск, 1994. — С. 206.
6. Брочкая, В.А. Количественный учет донной фауны Баренцова моря / В.А. Брочкая, Л.А. Зенкевич // Труды / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т мор. рыб. хоз-ва и океанографии. — М., 1939. — Т. 4 : 50 рейсов экспедиционного судна «Персей». — С. 5–126.



7. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов северо-запада СССР / М.Л. Пидгайко [и др.] // Известия / Гос. науч.-исслед. ин-т озер. и реч. рыб. хоз-ва. — Л., 1968. — Т. 67 : Улучшение и увеличение кормовой базы для рыб во внутренних водоемах СССР. — С. 205–228.
8. Лапука, И.И. Распределение зообентоса озера Круглик в зависимости от температуры и концентрации кислорода / И.И. Лапука // Актуальные проблемы экологии : сб. науч. ст. / Гродн. гос. ун-т, Гродн. обл. ком. природ. ресурсов и охраны окружающей среды ; редкол.: А.Е. Каревский, Г.Г. Юхневич, И.М. Колесник. — Гродно, 2021. — С. 37–39.
9. Реакция двух дистрофных озер на известкование и удобрение / А. Гильбрихт-Ильковска [и др.] // Гидробиол. журн. — 1977. — Т. 13, № 6. — С. 39–45.
10. Баянов, Н.Г. Бентос озер Пинежского заповедника / Н. Г. Баянов, Е. А. Фролова // Роль охоронюваних природних територій у збереженні біорізноманіття : матеріали конф., присвяч. 75-річчю Канів. природ. заповідника, м. Канів, 8–10 верес. 1998 р. / Київ. нац. ун-т, Канів. природ. заповідник ; ред.: М. Г. Чорний [та ін.]. — Канів, 1998. — С. 151–153.
11. A comparison of results from previous and present investigations of benthic macroinvertebrates in the small and shallow Lake Shoji, Fuji Five Lakes, Japan / K. Hirabayashi [et al.] // Fauna Norvegica. — 2012. — Vol. 31. — P. 47–54. <https://doi.org/10.5324/fn.v31i0.1365>.

Reference

1. Bakanov A.I. Overview of existing approaches to reservoir zoning. *Trudy Instituta biologii vnutrennikh vod Akademii nauk SSSR. Vyp. 62 (65). Ekologicheskoe raionirovanie presnovodnykh vodoemov* [Proceedings of the Institute of Internal Water Biology of the Academy of Sciences of the USSR. Iss. 62 (65). Ecological zoning of freshwater reservoirs]. Rybinsk, 1990, pp. 3–16 (in Russian).
2. Avakyan A.B. Problems of constriction and combined utilization of water reservoirs in the USSR. *Vodnye resursy = Water Resources*, 1972, no. 1, pp. 119–137 (in Russian).
3. Avakyan A.B., Saltankin V.P. Water area zoning, planning and arrangement of reservoirs. *Vodokhranilishcha mira* [Reservoirs of the world]. Moscow, 1979, pp. 237–247 (in Russian).
4. Avakyan A.B., Saltankin V.P. Increasing the efficiency of the use of water reservoirs by their areal subdivision, planning and arrangement of shore area. *Vodnye resursy = Water Resources*, 1979, no. 5, pp. 13–22 (in Russian).
5. Kruglik, a lake in the Shumilinsky District. *Blakitnaya kniga Belarusi: (vodnyya ab'ekty Belarusi): entsyklopedyya* [Blue Book of Belarus: (water bodies of Belarus): encyclopedia]. Minsk, 1994, p. 206 (in Belarussian).
6. Brotskaia V.A., Zenkevich L.A. Quantitative evaluation of the bottom fauna of the Barents Sea. *Trudy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta morskogo rybnogo khozyaistva i okeanografii. T. 4. 50 reisov ekspeditsionnogo sudna «Persei»* [Transactions of the Institute of Marine Fisheries and Oceanography of the USSR.



- Vol. 4. 50 cruises of the research ship “Persey”]. Moscow, 1939, pp. 5–126 (in Russian).
7. Pidgaiko M.L., Aleksandrov B.M., Ioffe Ts. I., Maksimova L.P., Petrov V.V., Savateeva E.B., Salazkin A.A. Brief biological and production characteristics of water bodies in the north-west of the USSR. *Izvestiya Gosudarstvennogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ozernogo i rechnogo rybnogo khozyaistva. T. 67. Uлучshenie i uvelichenie kormovoi bazy dlya ryb vo vnutrennikh vodoemakh SSSR* [News of the State Research Institute of Lake and River Fisheries. Vol. 67. Improvement and increase of the fodder base for fish in the inland waters of the USSR]. Leningrad, 1968, pp. 205–228 (in Russian).
 8. Lapuka I.I. Distribution of zoobenthos of Lake Kruglik depending on temperature and oxygen concentration. *Aktual'nye problemy ekologii: sbornik nauchnykh statei* [Actual problems of ecology: collection of scientific articles]. Grodno, 2021, pp. 37–39 (in Russian).
 9. Gil'brikht-II'kovska A., Rybak Ja., Kajak Z., Venglen'ska T., Djusozh K., Ejsmont-Karabinova A., Karabin I., Spodnevska I., Godlevska-Lipova A. Reaction of two dystrophic lakes on liming and fertilization. *Gidrobiologicheskii zhurnal = Hydrobiological Journal*, 1977, vol. 13, no. 6, pp. 39–45 (in Russian).
 10. Bayanov N.G., Frolova E.A. Benthos of the lakes of the Pinezhsky Reserve. *Rol' okhoronyuvanikh prirodnykh teritorii u zberezhenni bioriznomanit'tya: materialy konferentsii, prisvyachenoї 75-richchyu Kanivs'kogo prirodnogo zapovidnika, m. Kaniv, 8–10 veresnya 1998 r.* [The role of the conservation of natural territories in the conservation of biodiversity: proceedings of the conference dedicated to the 75th anniversary of the Kanivsky natural reserve, Kaniv, September 8–10, 1998]. Kaniv, 1998, pp. 151–153 (in Ukrainian).
 11. Hirabayashi K., Fu Z., Yoshida N., Yoshizawa K., Kazama F. A comparison of results from previous and present investigations of benthic macroinvertebrates in the small and shallow Lake Shoji, Fuji Five Lakes, Japan. *Fauna Norvegica*, 2012, vol. 31, pp. 47–54. <https://doi.org/10.5324/fn.v31i0.1365>.

Сведения о авторах

Лапука Илья Игоревич — младший научный сотрудник лаборатории гидробиологии ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам» (ул. Академическая, 27, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: ilya.lapua@yandex.ru

Information about the authors

Ilya I. Lapuka — junior researcher laboratory of hydrobiology SSPA «Scientific and Practical Center for Bioresources of the National Academy of Sciences of Belarus» (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: ilya.lapua@yandex.ru