

ISSN 1561-8323 (Print)
ISSN 2524-2431 (Online)

УДК 574.5
<https://doi.org/10.29235/1561-8323-2025-69-5-399-403>

Поступило в редакцию 24.03.2025
Received 24.03.2025

Член-корреспондент В. П. Семенченко

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам,
Минск, Республика Беларусь*

СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ ВИДОВЫМ БОГАТСТВОМ И ЧИСЛЕННОСТЬЮ ВИДОВ В СООБЩЕСТВАХ МАКРОЗООБЕНТОСА (НА ПРИМЕРЕ СТВОРОВ РЕК БАСЕЙНА НЕМАНА)

Аннотация. Проведен анализ рангового распределения численности видов макрозообентоса и его взаимосвязи с числом видов для различных створов рек бассейна Немана. Показано, что число видов макрозообентоса связано с их общей численностью, а структура ранжирования таксонов по численности соответствует логнормальному распределению. Коэффициент выравненности структуры сообществ составил в среднем 0,7. В изученных сообществах макрозообентоса отмечена низкая степень перекрытия экологических ниш, что обусловлено широким спектром функциональных трофических групп макрозообентоса и, как следствие, низким уровнем конкуренции между ними.

Ключевые слова: макрозообентос, численность, ранговое распределение, экологические ниши

Для цитирования. Семенченко, В. П. Соотношение между видовым богатством и численностью видов в сообществах макрозообентоса (на примере створов рек бассейна Немана) / В. П. Семенченко // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2025. – Т. 69, № 5. – С. 399–403. <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2025-69-5-399-403>

Corresponding Member Vitaly P. Semenchenko

*Scientific and Practical Center for Bioresources of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus*

RELATIONSHIP BETWEEN SPECIES RICHNESS AND ABUNDANCE IN MACROZOOBENTHOS COMMUNITIES (BASED ON THE EXAMPLE OF RIVER SECTION IN THE NEMAN BASIN)

Abstract. Rank distribution of macrozoobenthos abundance on the different sites of the Neman River basin was analyzed. The number of species correlated with the total abundance of macrozoobenthos. The type distribution of species corresponded to the lognormal distribution. The evenness coefficients in communities averaged 0.7. The low coefficient of the relationship between evenness and total abundance of macrozoobenthos species ($r = 0.28$, $p > 0.05$) indicated a slight overlap of ecological niches in the macrozoobenthos communities. This was due to wide range of functional trophic groups that leads to reduce competition between species.

Keywords: macrozoobenthos, abundance, rank distribution, ecological niches

For citation. Semenchenko V. P. Relationship between species richness and abundance in macrozoobenthos communities (based on the example of river section in the Neman basin). *Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi = Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus*, 2025, vol. 69, no. 5, pp. 399–403 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2025-69-5-399-403>

Введение. Существует закономерность в распределении численности видов, которая известна как связь между их распространением и численностью [1; 2]. Так, виды с высокой численностью распространены более широко по сравнению с видами, имеющими ограниченное распространение. Эти же закономерности характерны для различных сообществ и описываются ранговым распределением.

В настоящее время принято считать, что ранговое распределение видов является фундаментальным законом экологии сообществ и важным способом отражения их структуры. Кроме того, ранговое распределение – один из инструментов для оценки нарушений в сообществах [3; 4].

Имеется несколько типов распределения видов по их численности: логнормальное распределение, распределение по принципу «разломанного стержня», геометрическое и гиперболическое распределение. Все эти распределения объясняются принципом соприкосновения или перехвата экологических ниш. Так, сообщества, в которых различия между видовыми нишами явля-

ются незначительными или равномерно распределенными, также имеют менее асимметричную структуру численности, оцениваемую по индексу выравненности.

Цель исследований – анализ связи между числом видов и их численностью в сообществах макрозообентоса в реках разного порядка бассейна Немана.

Материалы и методы исследования. Основой для анализа были пробы макрозообентоса, собранные в летний и осенний периоды 2022 г. на 8 створах различных рек бассейна Немана (реки Неман, Котра, Скиделянка, Щара, Берестовичанка). Отбор проб осуществлялся на одних и тех же створах согласно стандарту ISO 7828.

Указанные створы характеризовались различной степенью антропогенного загрязнения [5].

Общее число проанализированных сообществ, для которых получены данные в результате исследований за летний (8 сообществ) и осенний (8 сообществ) периоды, составило 16. Таким образом, приведенные данные отражают суммарное распределение численности видов макрозообентоса за период исследований.

Результаты и их обсуждение. Анализ рангового распределения численности показал его логнормальный характер ($r = 0,97$), который указывает на случайное разделение видами более чем одного ресурса и, как правило, объясняется разделением экологических ниш [6]. Связь между численностью видов (N) и номером ранга (r) описывается следующим уравнением:

$$N = -163,71\lg(r) + 720,44.$$

С другой стороны, при логнормальном распределении не только мало обычных видов с высокой локальной численностью, но и мало видов, которые являются редкими. Данная тенденция прослеживается исходя из рис. 1.

Проблема с использованием логнормального распределения заключается в том, что оно предполагает равную величину вероятности в распределении численности между видами, т. е. вероятности попадания данного вида в определенный диапазон численности [3]. В этом случае при анализе используют коэффициент выравненности Пелу, который отражает асимметрию в распределении численности, т. е. указывает на ее фактическое распределение.

Связь между числом видов макрозообентоса и их общей численностью на исследованных створах достоверно установлена ($r = 0,65$, $p < 0,01$) (рис. 2).

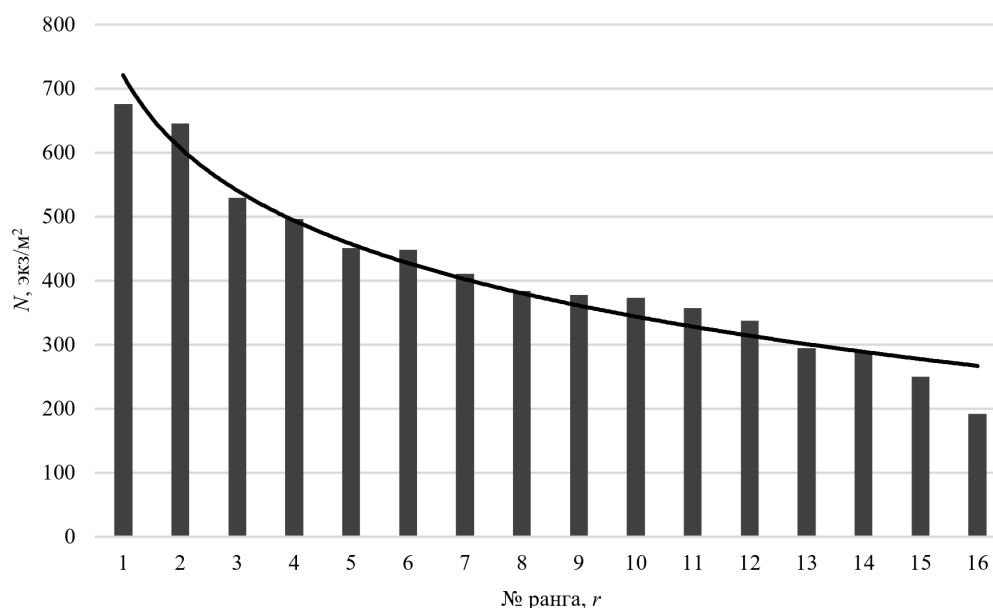


Рис. 1. Ранговое распределение численности видов макрозообентоса (N , экз/м²) на исследованных створах рек бассейна Немана

Fig. 1. Rank distribution of macrozoobenthos abundance (N , ind/m²) on studied sites of the Neman river basin

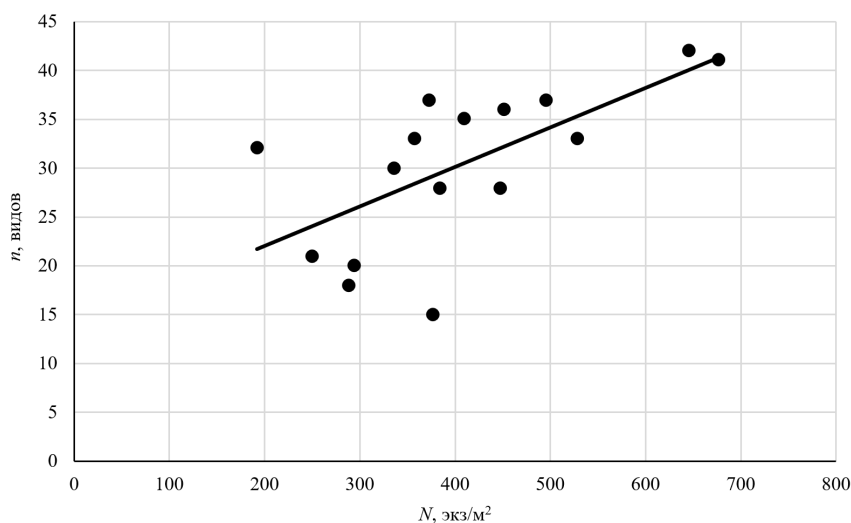
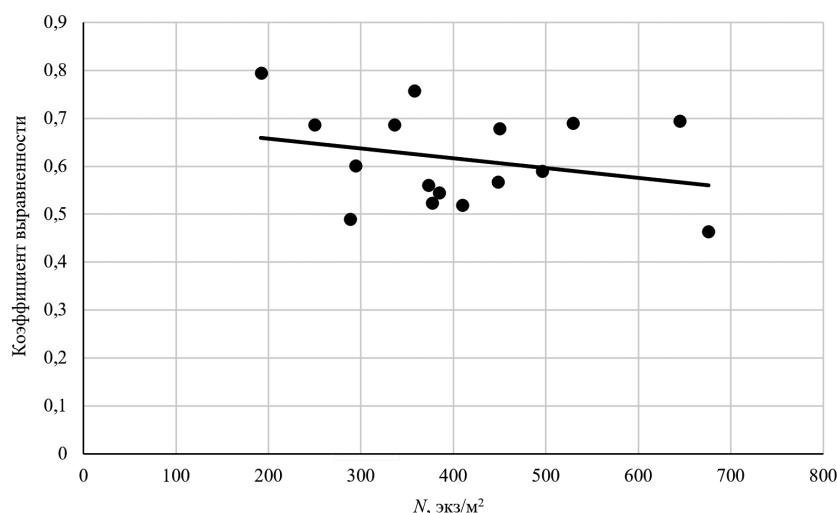
Рис. 2. Связь между числом видов (n) и общей численностью макрозообентоса (N , экз/м²)Fig. 2. Relationship between number of species (n) and total abundance of macrozoobenthos species (N , ind/m²)Рис. 3. Связь коэффициента выравненности с общей численностью видов (N , экз/м²) макрозообентоса

Fig. 3. Relationship between coefficient of evenness and total abundance of macrozoobenthic species

Таким образом, увеличение численности видов более чем в 4 раза не приводило к снижению их числа и, соответственно, не наблюдалось ярко выраженной конкуренции между видами в сообществах, которая бы присутствовала в случае перекрытия экологических ниш при высокой численности. По данным [7] получена четкая положительная связь ($r = 0,625$, $p < 0,001$) между числом видов макрозообентоса и их численностью.

Для определения расхождения видовых ниш в сообществах был рассчитан коэффициент выравненности Пелу, который отражает асимметрию в распределении численности и его связь с общей численностью видов (рис. 3). Асимметричная картина распределения численности видов (низкая выравненность) является типичной чертой для большинства сообществ, но она в значительной мере зависит от состава сообществ и, в частности, от величины перекрытия экологических ниш, включая перераспределение трофических ресурсов.

Как следует из полученных данных наблюдается незначительный тренд уменьшения коэффициента выравненности с увеличением численности видов, но достоверная связь между этими показателями не обнаружена ($r = 0,28$, $p > 0,05$). При этом величины выравненности достаточно высоки.

Исходя из полученных данных, экологические ниши в сообществе макрозообентоса слабо перекрываются, и, соответственно, отсутствует ярко выраженная конкуренция. Таким образом, исследованные сообщества макрозообентоса, в которых не наблюдается выраженной асимметричной структуры численности, характеризуются более равномерным распределением ниш в отличие от сообществ с ярко выраженной асимметрией [2].

Одним из объяснений слабого перекрытия экологических ниш в сообществах макрозообентоса является широкий спектр функциональных трофических групп, что снижает конкуренцию между видами [8]. В частности, перечень функциональных групп макрозообентоса включает следующие группы: соскребатели, минеры, ксилофаги, измельчители, активные фильтраторы, пассивные фильтраторы, коллекторы (собиратели), хищники, паразиты.

Таким образом, в сообществах макрозообентоса исследованных рек не наблюдается четко выраженного перекрытия экологических ниш, что связано с широким спектром функциональных трофических групп макрозообентоса.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке Центрального НИИ комплексного использования водных ресурсов (проект № 277/2021).

Acknowledgements. This study was supported by the Central Research Institute for Complex Use of Water Resources (project no. 277/2021).

Список использованных источников

1. Preston, F. W. The commonness, and rarity, of species / F. W. Preston // *Ecology*. – 1948. – Vol. 29, N 3. – P. 254–283. <https://doi.org/10.2307/1930989>
2. Verberk, W. Explaining general patterns in species abundance and distributions / W. Verberk // *Nature Education Knowledge*. – 2011. – Vol. 3, N 10. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/260136267> (date of access: 20.03.2025).
3. Matthews, T. J. On the species abundance distribution in applied ecology and biodiversity management / T. J. Matthews, R. J. Whittaker // *Journal of Applied Ecology*. – 2015. – Vol. 52, N 2. – P. 443–454. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12380>
4. Ugland, K. I. Lognormal distributions and the concept of community equilibrium / K. I. Ugland, J. S. Gray // *Oikos*. – 1982. – Vol. 39, N 2. – P. 171–178. <https://doi.org/10.2307/3544482>
5. Relationship between macrozoobenthos structure and hydrochemical characteristics in rivers of different order in the Neman basin / V. P. Semenchenko, V. N. Korneev, M. D. Moroz, G. M. Tishchikov // *Water Resources*. – 2024. – Vol. 51, N 3. – P. 284–289. <https://doi.org/10.1134/s0097807824700799>
6. Sugihara, G. Minimal community structure: an explanation of species abundance patterns / G. Sugihara // *The American Naturalist*. – 1980. – Vol. 116, N 6. – P. 770–787. <https://doi.org/10.1086/283669>
7. Verberk, W. C. E. P. Explaining abundance-occupancy relationships in specialists and generalists: a case study on aquatic macroinvertebrates in standing waters / W. C. E. P. Verberk, G. van der Velde, H. Esselink // *Journal of Animal Ecology*. – 2010. – Vol. 79, N 3. – P. 589–601. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2010.01660.x>
8. Cummins, K. W. Feeding ecology of stream invertebrates / K. W. Cummins, M. J. Klug // *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. – 1979. – Vol. 10. – P. 147–172. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.10.110179.001051>

References

1. Preston F. W. The commonness, and rarity, of species. *Ecology*, 1948, vol. 29, no. 3, pp. 254–283. <https://doi.org/10.2307/1930989>
2. Verberk W. Explaining general patterns in species abundance and distributions. *Nature Education Knowledge*, 2011, vol. 3, no. 10, art. 38. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/260136267> (accessed 20 March 2025).
3. Matthews T. J., Whittaker R. J. On the species abundance distribution in applied ecology and biodiversity management. *Journal of Applied Ecology*, 2015, vol. 52, no. 2, pp. 443–454. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12380>
4. Ugland K. I., Gray J. S. Lognormal distributions and the concept of community equilibrium. *Oikos*, 1982, vol. 39, no. 2, pp. 171–178. <https://doi.org/10.2307/3544482>
5. Semenchenko V. P., Korneev V. N., Moroz M. D., Tishchikov G. M. Relationship between macrozoobenthos structure and hydrochemical characteristics in rivers of different order in the Neman basin. *Water Resources*, 2024, vol. 51, no. 3, pp. 284–289. <https://doi.org/10.1134/s0097807824700799>
6. Sugihara G. Minimal community structure: an explanation of species abundance patterns. *The American Naturalist*, 1980, vol. 116, no. 6, pp. 770–787. <https://doi.org/10.1086/283669>
7. Verberk W. C. E. P., van der Velde G., Esselink H. Explaining abundance-occupancy relationships in specialists and generalists: a case study on aquatic macroinvertebrates in standing waters. *Journal of Animal Ecology*, 2010, vol. 79, no. 3, pp. 589–601. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2010.01660.x>
8. Cummins K. W., Klug M. J. Feeding ecology of stream invertebrates. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 1979, vol. 10, pp. 147–172. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.10.110179.001051>

Информация об авторе

Семенченко Виталий Павлович – член-корреспондент, д-р биол. наук, профессор, гл. науч. сотрудник. НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам (ул. Академическая, 27, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: semenchenko57@mail.ru.

Information about the author

Semenchenko Vitaly P. – Corresponding Member, D. Sc. (Biology), Professor, Chief Researcher. Scientific and Practical Centre for Bioresources of the National Academy of Sciences of Belarus (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: semenchenko57@mail.ru.