

Оценка экологического состояния водоемов в зоне влияния железорудного предприятия по показателям зообентоса

Валькова С. А. 

Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, Апатиты, s.valkova@ksc.ru

Аннотация. Исследованы состав и структура бентосной фауны водоемов в зоне влияния деятельности АО «Олкон», проведена оценка качества воды по показателям макрозообентоса.

Ключевые слова: макрозообентос, горнодобывающая деятельность, биоразнообразие, качество воды.

Assessment of the ecological state of lakes in the zone of influence of a mining enterprise by zoobenthos

Valkova S. A. 

Institute of the North Industrial Ecology Problems, Kola Science Centre, Russian Academy of Sciences, Apatity, s.valkova@ksc.ru

Abstract. The composition and structure of zoobenthos of lakes in the zone of influence of JSC «Olkon» activities were studied. Water quality was assessed based on macrozoobenthos indicators.

Keywords: macrozoobenthos, mining, biodiversity, water quality.

Введение

При исследовании изменений, происходящих в озерах в результате влияния антропогенной деятельности, существенное значение имеет бентосная фауна, так как она характеризует долговременные многолетние изменения, происходящие в водоеме. Сообщества зообентоса рассматриваются как хорошие биоиндикаторы и применяются для оценки экологического состояния рек и озер во многих странах (Freshwater Biomonitoring..., 1993; Баканов, 2000; Безматерных, 2008; Семенченко, Разлуцкий, 2011; Andersen et al., 2016).

Мурманская область – индустриальный регион в арктической зоне РФ с хорошо развитой горнодобывающей промышленностью, одним из компонентов которой является «Оленегорский горнообогатительный комбинат» (АО «Олкон»), осуществляющий добычу и переработку железосодержащих руд. Исследования, проведенные ранее, показали, что с началом деятельности предприятия состав воды близлежащих водоемов претерпел ряд изменений, увеличилась минерализация, содержание соединений азотной групп, изменился pH и качественный состав вод (Даувальтер, 2020). Зообентос озер характеризовался обедненным качественным составом, по уровню развития бентосной фауны исследованные водоемы относились к мезотрофному или эвтрофному типу (Валькова, 2019).

Цель работы – оценка экологического состояния водоемов, находящихся в зоне влияния горно-металлургического предприятия по показателям макрозообентоса.

Материалы и методы

Исследованные водоемы находятся в зоне влияния объектов АО «Олкон». Озеро Заячье расположено вблизи Комсомольского карьера, оз. Узкое – в районе хвостохранилища. Озера входят в водосбор оз. Имандра, относятся к категории малых водоемов (площадь оз. Заячье – 1.75 км², оз. Узкое – 0.33 км²). Озеро Заячье проточное, в него впадает 4 небольших водотока, сток осуществляется через ручей Заячий, исток которого расположен в северо-западной части озера. Берега водоема сравнительно высокие, за исключением заболоченной северо-западной части. Озеро Узкое характеризуется зарегулированным стоком и заболоченными берегами с обилием высохшей древесной растительности, характерной для территорий, затопленных водой. Средняя глубина оз. Узкое – 2 м., оз. Заячье – 5 м. Грунты в центральной зоне водоемов представлены мягкими серо-коричневыми илами.

Пробы зообентоса отбирали в период 2018–2024 гг. с использованием рекомендованных стандартных методик (Руководство..., 1992) в центральной части водоемов с помощью дночерпателя Экмана-Берджа с площадью захвата грунта 290 см². Камеральную обработку выполняли в лабораторных условиях в соответствии с общепринятыми в гидробиологии методами. Таксономическую идентификацию беспозвоночных проводили с использованием следующих источников: определители В. Я. Панкратовой (1970, 1977, 1983), определитель беспозвоночных под редакцией С. Я. Цаполихина (Определитель..., 2001).

Для характеристики показателей развития зообентоса рассчитывали среднюю численность (экз./м²) и биомассу (г/м²) гидробионтов и относительные величины численности и биомассы (%) отдельных групп. Для оценки качества вод использовали следующие индексы: хирономидный индекс Е. В. Балушкиной (Балушкина, 1997), индекс сапротоксности В. А. Яковлева (Яковлев, 2005), сапробность по Пантле-Букк в модификации Сладечека. Трофический статус вод оценивали по шкале трофности С. П. Китаева (Китаев, 2007).

Результаты и обсуждение

Зообентос исследованных водоемов не отличается высоким разнообразием. Общий список видов бентосной фауны составил 17 таксонов, принадлежащих к 8 систематическим группам: олигохеты (Oligochaeta: *Lumbriculus variegatus* Müll., 1774), пиявки (Hirudinea: *Glossiphonia complanata* L., 1758), двустворчатые моллюски (Bivalvia: *Pisidium* sp., *Euglesa* sp.), водные клещи (Hydracarina), двукрылые (Diptera: хирономиды (Chironomidae) и мокрецы (Ceratopogonidae)), жесткокрылые (Coleoptera: *Elmis aenea* Müller, 1806), ручейники (Trichoptera: Leptoceridae), бокоплавы (*Gammarus lacustris* Sars, 1864). Основная часть насекомых была представлена личинками двукрылых, а именно семейством хирономиды – 8 видов и форм (*Procladius* gr. *choreus*, *Microtendipes* sp., *Chironomus* sp., *Glyptotendipes* sp., *Zalutscha zalutschicola* Lipina, 1939, *Ablabesmyia* gr. *molinis*, *Corynocera ambigua* Zett., 1838, *Psectrocladius* sp.).

Сходство фаун исследованных водоемов невысоко, индекс сходства Чекановского-Сьеренсена – 0.3. Общими для озер были только один вид хирономид (*Microtendipes*), моллюски-горошины *Euglesa* и амфиподы *G. lacustris*, представители этих трех групп встречались в 65–80 % проб и формировали основу фауны зообентоса. Большинство остальных видов можно отнести к редким (были встречены только в одной/двух пробах), которые обуславливали различия в составе бентосных сообществ.

Макрозообентос оз. Узкое была представлен 10 таксонами, основу численности бентосной фауны формировали хирономиды *Microtendipes* и моллюски *Euglesa* sp., суммарная доля которых составляла > 70 % от общего обилия зообентоса, по биомассе комплекс доминантов дополняли амфиподы. Средняя численность макрозообентоса в озере составила 1212 ± 138 экз./м², биомасса – 10.3 ± 1.9 г/м². По уровню развития биомассы трофический статус оз. Узкое оценивается как β-мезотрофный.

В составе бентосной фауны озера Заячье зарегистрировано 10 систематических группы беспозвоночных. Основу бентосной фауны озера формировали хирономиды, доля которых составляла > 90 % от общей численности и биомассы донных беспозвоночных. Доминировали в сообществах личинки *Z. zalutschicola*, субдоминантом были хирономиды *Microtendipes* sp. Средняя численность макрозообентоса озера Заячье составила 496 ± 55 экз./м², биомасса 1.4 ± 0.4 г/м². По уровню развития биомассы трофический статус оз. Заячье оценивается как β-олиготрофный.

Основные показатели макрозообентоса, характеризующие качество вод исследованных водоемов, приведены в таблице 1.

Хирономидный индекс «K_{ch}» основан на соотношении численности отдельных подсемейств хирономид. Значения индекса для озера Узкое составили 6.42, что позволяет охарактеризовать его как умеренно-загрязненный, для озера Заячье значения индекса не превышали 1, что позволяет отнести водоем к категории «чистый» (табл. 1).

Индивидуальные величины сапробности установлены для 82 % видов зообентоса, зарегистрированных в исследованных водоемах. Основная часть выявленных групп (76 %) относится

к β -мезосапробам, олигосапробов значительно меньше (14 %), только один вид (*Chironomus*) относился к полисапробам. По этому показателю оба водоема можно отнести к категории мезосапробных (табл. 1).

Таблица 1. Оценка качества воды исследованных водоемов по показателям макрозообентоса

Table 1. Assessment of water quality of the studied lakes by macrozoobenthos indicators

Показатели	оз. Узкое	оз. Заячье
Хиرونимидный индекс (K_{ch})	6.42 (умеренно-загрязненные)	0.79 (чистые)
Сапробность (S)	2.32 (β -мезосапробный)	2.22 (β -мезосапробный)
Сапротоксность (ST)	1.8 (β -мезосапротоксобоный)	—
Трофический статус	β -мезотрофный	β -олиготрофный

Сапротоксность «ST» — индекс, учитывающий чувствительность видов зообентоса, как к органическому загрязнению, так и к различного рода токсическим веществам. Для оз. Заячье в связи с низким числом видов-индикаторов сапротоксности, значения индекса не рассчитывали. Значения индекса «ST», полученные для оз. Узкое характеризуют его воды как β -мезосапротоксобоные (табл. 1).

Таким образом, зообентос исследованных водоемов характеризуется невысоким разнообразием, донная фауна представлена преимущественно пелофильными группами, типичными для мягких илов. В структуре зообентоса преобладает ограниченное число таксонов, большинство из которых является эврибионтами, обитающими в широком диапазоне условий. В целом такая структура донных биоценозов характерна для глубоких частей озер Мурманской области, где сформированы сообщества с минимальным разнообразием и видовым богатством и высокой выравненностью. Доминируют в их составе хиرونимиды (главным образом личинки подсемейства Chironominae), олигохеты и двусторчатые моллюски (Яковлев, 2005). Рост численности и доли в структуре зообентоса пелофильных видов хиرونимид, что наблюдается в рассматриваемых в работе водоемах, может свидетельствовать о процессах эвтрофикации (Алимов, 2010).

Полученные значения индексов сапробности и сапротоксности достаточно хорошо согласуются с составом преобладающих видов макробентосных беспозвоночных. Личинки *Microtendipes*, которые были доминантами в зообентосе озера Узкое, характеризуются как обитатели эвтрофных озер, тогда как хиرونимиды *Z. zalutschicola*, преобладающие в сообществах оз. Заячье, описаны как вид, предпочитающий олиготрофные водоемы (Saether, 1979).

Воды в озере Узкое по большинству индексов, рассматриваемых в работе, можно охарактеризовать как мезотрофные, «умеренно загрязненные», что соответствует III классу качества вод. Воды оз. Заячье — как «чистые», в целом олиготрофные, но с некоторыми чертами мезотрофии, II класса качества вод. Увеличение трофности воды озер, вероятно, связано с повышенными содержаниями соединений азотной группы, что является следствием использования взрывчатых веществ в процессе добычи железорудного сырья.

Благодарности

Работа выполнена в рамках темы НИР FMEZ-2025-0061.

Литература

1. Алимов А. Ф. Изменения структуры сообществ животных при эвтрофировании и загрязнении водных экосистем // Доклады АН. 2010. Т. 433, № 2. С. 269–272.
2. Баканов А. И. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов // Биология внутренних вод. 2000. № 1. С. 68–82.
3. Балущкина Е. В. Применение интегрального показателя для оценки качества вод по структурным характеристикам донных сообществ // Реакция озерных экосистем на изменение внешних условий. СПб: Труды Зоол. инт-та РАН, 1997. Т. 272. С. 262–288.

4. Безматерных Д. М. Зообентос как индикатор экологического состояния водных экосистем Западной Сибири. Новосибирск: Институт вод. и экол. проблем, 2007. 87 с.
5. Валькова С. А. Зообентос водоемов в зоне влияния Оленегорского горно-обогатительного комбината (АЛ «Олкон») // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. 2019. №. 16. С. 39–43. <https://doi.org/10.31241/FNS.2019.16.008>.
6. Даувальтер В. А. Геохимия озер в зоне влияния арктического железорудного предприятия // Геохимия, 2020. Т. 65, № 8. С. 797–810. <https://doi.org/10.31857/S001675252008004X>.
7. Китаев С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 395 с.
8. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 5. Высшие насекомые / Под общ. ред. С. Я. Цалолыхина. СПб. Изд-во: Наука, 2001. 825 с.
9. Панкратова В. Я. Личинки и куколки комаров подсемейства Chironominae фауны СССР (Diptera, Chironomidae=Tendipedidae). Л. Изд-во: Наука, 1983. 296 с.
10. Панкратова В. Я. Личинки и куколки комаров подсемейств Podonominae и Tanypodinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae-Tendipedidae). Л. Изд-во: Наука, Ленинградское отделение, 1977. 153 с.
11. Панкратова В.Я. Личинки и куколки комаров подсемейства Orthocladinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae-Tendipedidae). Л. Изд-во: Наука, Ленинградское отделение, 1970. 344 с.
12. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Отв. ред. В. А. Абакумов и др. СПб. Изд-во: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.
13. Семенченко В. П., Разлуцкий В. И. Экологическое качество поверхностных вод. Минск: Беларусь. навука, 2011. 329 с.
14. Яковлев В. А. Пресноводный зообентос Северной Фенноскандии (разнообразие, структура и антропогенная динамика). Апатиты. Изд-во: КНЦ РАН, 2005. Ч. 2. 145 с.
15. Andersen J. H., Aroviita J., Carstensen J., Friberg N., Johnson R. K., Kauppila P., Lindegarth M., Murray C. & Norling K. Approaches for integrated assessment of ecological and eutrophication status of surface waters in Nordic Countries // Ambio. 2016. V. 45. P. 681–691. <https://doi.org/10.1007/s13280-016-0767-8>.
16. Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates / Eds. D. M. Rosenberg, V. H. Resh. N. Y. Chapman & Hall, 1993. 488 p.
17. Saether O. A. Chironomid communities as water quality indicators // Holarctic Ecology. 1979. V. 2. P. 65–74.