

Т. В. Макаренко

*Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь*

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДОЕМОВ И ВОДОТОКОВ Г. ГОМЕЛЯ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Аннотация

Комплексный анализ загрязненности водоема должен учитывать накопление тяжелых металлов всеми его компонентами, включая биотические и абиотические составляющие. Для этого необходимо использовать показатель суммарного загрязнения, учитывающий вклад каждого тяжелого металла в общее загрязнение водоема. Экологически неблагоприятными являются не только водоемы, принимающие стоки предприятий, но и в большей степени водоемы городской и пригородной зоны отдыха. Это может свидетельствовать об атмосферном пути поступления токсикантов и о высоком загрязнении воздушных масс г. Гомеля соединениями изучаемых металлов.

- **Ключевые слова:** *тяжелые металлы, пресноводные моллюски, донные отложения, высшие водные растения, показатель суммарного загрязнения.*

Введение

Оценка степени загрязнения тяжелыми металлами водоемов г. Гомеля и прилегающих территорий существенно отличается при изучении их содержания в воде, донных отложениях, водной растительности и моллюсков. Это связано не только с особенностями водного режима изученных объектов, но и с многообразием процессов фиксации и сорбции элементов донными отложениями, их аккумуляции растительностью и живыми организмами, каждый из которых определяется значительным количеством факторов. Поэтому комплексный анализ загрязненности водоема должен учитывать накопление тяжелых металлов всеми его компонентами, включая биотические и абиотические составляющие.

По концентрации отдельных металлов в компонентах водных экосистем нельзя составить общей картины загрязненности водоема. Для этого необходимо использовать показатель суммарного загрязнения, учитывающий вклад каждого тяжелого металла в общее загрязнение водоема [1].

Цель работы — изучить степень загрязнения тяжелыми металлами биотических и абиотических компонентов водоемов и водотоков г. Гомеля и прилегающих территорий с использованием показателя суммарного загрязнения.

Материалы и методы

Исследования проводились в течение 2000–2002 гг. Для отлова моллюсков использовали дночерпатель и применяли ручной сбор. Мягкие ткани отделяли от раковин и далее анализировали отдельно. Мягкие ткани моллюсков сушили в сушильном шкафу при температуре 105 °С до постоянной массы, затем подвергали сухому озолению в муфельной печи [2]. Содержание тяжелых металлов в мягких тканях моллюсков определяли атомно-эмиссионным спектральным методом на спектрофотометре PGS-2 в лаборатории физико-химического анализа Института геохимии и геофизики НАН Беларуси. Для исследования выбраны следующие виды моллюсков из класса брюхоногих (*Gastropoda*) – прудовик обыкновенный (*Limnaea stagnalis* L.), живородка речная (*Viviparus viviparus* L.), катушка окаймленная (*Planorbis planorbis* L.); из класса двустворчатых (*Bivalvia*) – беззубка обыкновенная (*Anodonta cygnea* L.), перловица обыкновенная (*Unio pictorum* L.). Отлов моллюсков проводили в водоемах г. Гомеля (Дедно, Шапор, Любенское, Малое, Круглое, У-образное, Волотовское) и прилегающих территорий (Гребной канал и оз. Володькино). В качестве фонового водоема выбран старичный комплекс в пойме р. Сож

уд. Поляновка Ветковского района. Озера Любенское, Дедно, Шапор и старица вблизи д. Поляновка – это пойменные водоемы, не утратившие связь с коренным руслом р. Сож. Гребной канал – связанный с р. Сож водоем, искусственно созданный для отвода излишка воды в половодье от д. Якубовка. Оз. Володькино – водоем, возникший в результате расширения коренного русла р. Сож в месте впадения в него р. Ипать. Озера Малое и Круглое – водоемы, образовавшиеся на месте карьеров по добыче глины, а озера Волотовское и У-образное остались после осушения болот и некоторое время имели связь с р. Сож. Организованные выпуски промышленных и хозяйственно-бытовых стоков производятся только в озера Шапор (ОАО «Гомельдрев» и «Гомельобой»), Дедно (Прудковский и Хатаевичский коллекторы, принимающие стоки нескольких автопредприятий, фабрики «Спартак» и др.) и Круглое (з-д «Электроаппаратура»). Оз. Любенское расположено в городской зоне отдыха, а оз. Володькино и Гребной канал находятся в пригородной зоне отдыха. Оз. Володькино принимает воду р. Ипать, в которую выше по течению поступают стоки предприятий г. Добруша. Старица у д. Поляновка не испытывает видимой антропогенной нагрузки и загрязняется только поверхностным стоком и водами р. Сож, которая на участке выше старицы принимает стоки городов и поселков Гомельской и Могилевской областей.

Для характеристики полиэлементной аномальности использовался показатель суммарного загрязнения $Z_{\text{сум}}$, характеризующий эффект воздействия определенной ассоциации химических элементов. Показатель суммарного загрязнения $Z_{\text{сум}}$ рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{сум}} = \left(\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{\text{фон}}} \right) - (n - 1),$$

где $Z_{\text{сум}}$ – показатель суммарного техногенного воздействия (показатель суммарного загрязнения); C_i – концентрация металла в мягких тканях моллюсков изучаемого водоема; $C_{\text{фон}}$ – концентрация металла в мягких тканях моллюсков фонового водоема; n – количество нормируемых металлов [3].

Показатель $Z_{\text{сум}}$ может рассчитываться как по отношению к нормированным величинам ПДК, так и по отношению к фоновым концентрациям. Нормы ПДК рассматривают экологическую опасность загрязнения исходя из прямого воздействия лишь на человека. Сравнение с фоновыми природными концентрациями металлов в качестве основы для оценки экологической опасности загрязнения является более информативными, так как при этом учитывается биосферно-сложившийся уровень содержания и ассоциации металлов в компонентах экосистемы, а также воздействие металлов на все уровни и звенья биогеоценоза [3].

Результаты и их обсуждение

При исследовании городов выделение аномальных элементов и пространственных аномалий является одной из ключевых проблем, однозначного решения которой пока нет [4]. Наиболее распространенный вариант ее решения – использование в качестве критерия аномальности определенной величины превышения фоновых значений [5, 6]. В качестве критерия аномальности рекомендуют рассматривать превышение фона в 1,5 раза и более [5]. Для характеристики фона часто используют либо кларковые значения элементов (их природное содержание), либо уровни содержания тяжелых металлов на большом удалении от районов поступления загрязнения в окружающую среду [7, 8]. В настоящее время фоновый уровень содержания поллютантов складывается из естественного содержания и содержания металлов антропогенного происхождения, которое является следствием глобального переноса загрязняющих веществ от источника их выброса в окружающую среду [7, 8]. Российские исследователи [9] считают, что «определение природных фоновых уровней или доиндустриальных концентраций для оценки загрязнения водоемов – одна из центральных задач проектов, рассматривающих компоненты водоемов как индикатор загрязнения». Исходная предпосылка выбора фоновой территории «химическая» – эталонные экосистемы выбираются не столько на основе оценки их стабильности или полноценности как биологических систем, сколько по тем соображениям, что ввиду отсутствия интенсивного антропогенного воздействия уровень загрязнения в них не должен быть слишком высок (о полном отсутствии таковых, к сожалению, говорить уже не приходится) [7–9].

В настоящей работе для определения фонового водоема была применена процедура выделения эталонных створов в соответствии с положениями Европейской Рамочной водной директи-

вы [10, 11]. Суть такой процедуры заключается в сравнительном анализе параметров состояния конкретной водной экосистемы по отношению к таковым в зоне предполагаемого эталонного створа. Старичный комплекс у д. Поляновка Ветковского района был предположительно выбран в качестве локального (местного) фонового водоема с наименьшим загрязнением. Был проведен сравнительный анализ содержания металлов в компонентах старичного комплекса с данными, полученными для остальных изученных водоемов. Были рассчитаны коэффициенты загрязнения (частное от деления содержания металлов в конкретном водоеме по отношению к значениям, полученным для старичного комплекса). Средние значения коэффициентов загрязнения в основном оказались выше единицы. Следовательно, в качестве фонового водоема можно выбрать старичный комплекс у д. Поляновка Ветковского района.

Результаты изучения абсолютного содержания тяжелых металлов отражают весьма неоднозначный характер распределения изучаемых элементов в компонентах водоема. Отсутствует четко выраженная тенденция максимальной загрязненности биотических и абиотических компонентов какого-либо одного водоема изучаемыми металлами. Например, наибольшая концентрация свинца в воде наблюдается в оз. Любенское, однако содержание других тяжелых металлов в данном водоеме не отличается повышенными показателями, а концентрация цинка является минимальной. В отношении каждого из изученных тяжелых металлов существуют особые закономерности содержания в исследуемых компонентах водоемов г. Гомеля и прилегающих территорий. Поэтому по концентрации отдельных металлов в компонентах водных экосистем нельзя составить общей картины загрязненности водоема. Для этого необходимо использовать показатель суммарного загрязнения, учитывающий вклад каждого тяжелого металла в общее загрязнение водоема.

Согласно показателю суммарного загрязнения, рассчитанному для воды водоемов (рис. 1), неблагоприятное состояние отмечается для озер Володькино, Волотовское и Дедно. Вода оз. Волотовское, не имеющего видимой антропогенной нагрузки, оказалась более загрязненной, чем в оз. Дедно, регулярно принимающем сточные воды городских коллекторов. Объяснением данного факта может служить предположение о несанкционированном поступлении стоков в оз. Волотовское. Для оз. Малое, расположенного в зоне атмосферных выбросов промышленных предприятий Северного промузла, загрязнение воды значительно меньше, чем в водоемах зоны отдыха. Низкое значение $Z_{\text{сум}}$, несмотря на поступление сточных вод, характерно для оз. Шапор, что говорит о контроле за составом стоков, идущих в водоем, а также о возможности самоочищения водоема. В то же время, наименьшим содержанием тяжелых металлов в воде характеризуется р. Сожа выше и ниже черты города, что является следствием быстрого течения. Но в районе парковой зоны, где река принимает поверхностный сток города, стоки речного порта и сточные воды отдельных предприятий, загрязнение воды очень высокое. Гомельская агломерация оказывает воздействие на речную систему Сожа, загрязняя ее.

Исходя из данных, представленных на рис. 2, максимальный уровень загрязнения донных отложений характерен для оз. У-образное. Высокие концентрации тяжелых металлов в донных отложениях озер Волотовское и У-образное, объясняются тем, что они являются непроточными, обладают незначительным водообменом и, по сути, представляли собой долгое время единую водную систему, приймавшую сточные воды НПО «Коралл». Не исключено поступление несанкционированных стоков в вышеперечисленные водоемы и в период проведения исследований.

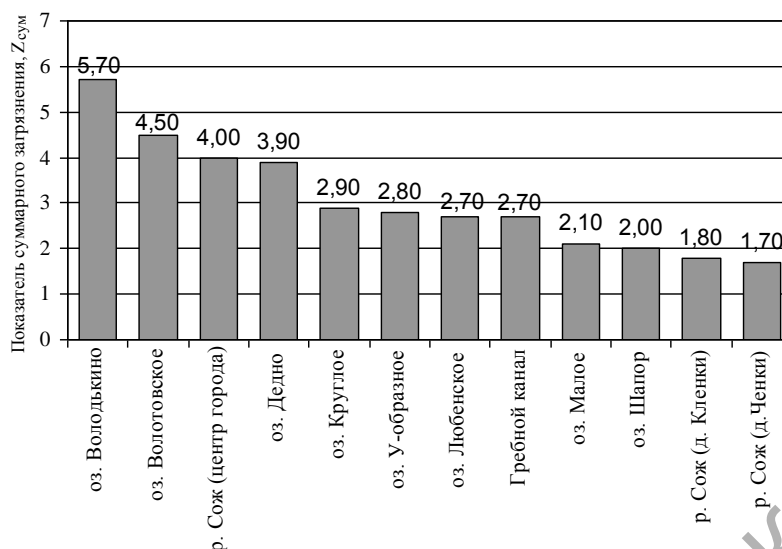


Рис. 1. Показатели суммарного загрязнения ($Z_{\text{сум}}$) воды изучаемых водоемов

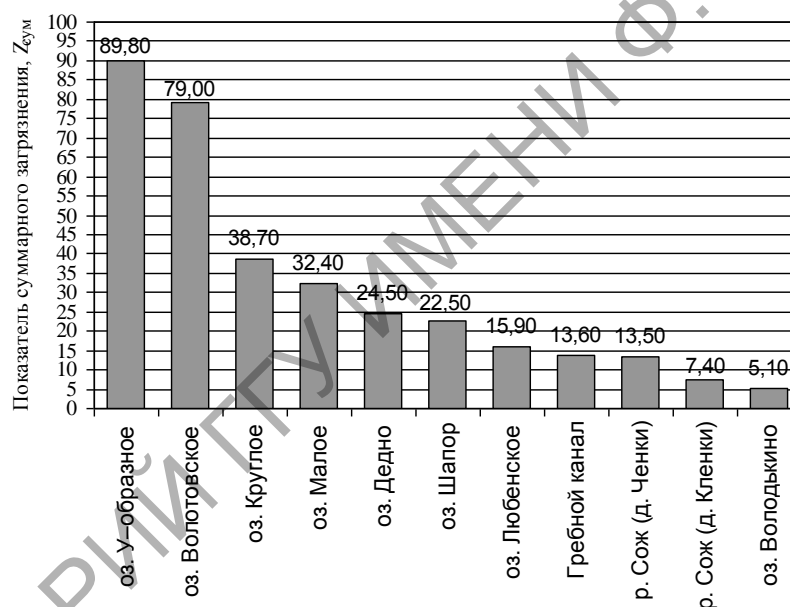


Рис. 2. Показатели суммарного загрязнения ($Z_{\text{сум}}$) донных отложений изучаемых водоемов

Оз. Круглое принимает стоки предприятий, но контроль за качественным и количественным составом стоков сдерживает загрязнение озера до высоких уровней. Однако в оз. Круглое содержание металлов выше, чем в оз. Малое, не принимающем стоки, но находящемся в сфере воздействия атмосферных выбросов предприятий, оживленной автомагистрали у крупного супермаркета и свалки на берегу. Таким образом, стоки предприятий в большей степени влияют на чистоту водоема, чем сухие и влажные атмосферные выпадения. Загрязнение донных отложений оз. Малое при низком уровне содержания металлов в воде свидетельствует о высоких сорбирующих свойствах донных отложениях водоема.

Препятствием к накоплению тяжелых металлов в отложениях озер Шапор и Дедно являются особенности их гидрологического режима (наличие течения) и низкая концентрация металлов в поступающих стоках предприятий. Аналогичные по гидрологическому режиму водоемы Любенское и Гребной канал характеризуются средней степенью загрязнения донных отложений. Оз. Любенское подвержено большему антропогенному воздействию и, как следствие, более загрязнено металлами, чем Гребной канал. В отложениях реки и оз. Володькино концентрация металлов ниже, чем в большинстве водоемов города. Это является следствием проточности реки и, так называемого, озера со значительной скоростью течения в сравнении с другими изучаемыми

водоемами и соответственно большей интенсивностью процессов обмена веществом между фазами «вода – донные осадки». Для движения плавсредств по реке, частью которой является оз. Володькино, дно его периодически углубляется, что нарушает структуру донных отложений и способствует уменьшению накопления металлов.

На рис. 3 отображена убывающая последовательность значений показателя суммарного загрязнения тяжелыми металлами тканей моллюсков. Одним из наименее загрязненных среди изучаемых водоемов является оз. Любенское. Вода и донные отложения оз. Любенское, напротив, имеют средний уровень загрязнения, и стоило ожидать более высокого значения показателя $Z_{\text{сум}}$ для тканей моллюсков. При дифференцированном рассмотрении представителей класса брюхоногих и двустворчатых моллюсков в оз. Любенское установлено, что у брюхоногих моллюсков имеется повышенное относительно фонового водоема содержание в тканях меди, цинка и марганца. В то же время, у двустворчатых моллюсков накопление всех изучаемых металлов значительно ниже, чем в фоновом водоеме. Озеро Володькино также отличается низкими показателями аккумуляции тяжелых металлов тканями моллюсков: концентрации всех изучаемых элементов приблизительно соответствуют фоновым показателям. Для оз. Володькино данный факт хорошо согласуется с наименьшими показателями $Z_{\text{сум}}$ донных отложений, но несколько противоречит самому высокому уровню содержания тяжелых металлов в воде. При обособленном изучении накопления металлов тканями брюхоногих моллюсков отмечено лишь превышение в 2 раза содержания марганца относительно фона. Максимальным уровнем загрязнения изучаемых элементов характеризуются ткани моллюсков оз. Малое и Шапор. Данная особенность оказалась неожиданной, так как вода и донные отложения указанных водоемов не отличаются высокими показателями загрязнения. Только для оз. Малое определено достаточно высокое значение $Z_{\text{сум}}$ для донных отложений. Возможно, значительное накопление металлов моллюсками оз. Малое и Шапор зависит от особенностей их видового состава, а также от ряда условий среды обитания, обеспеченности питательными веществами, наличием доступных форм металлов и т.д. Закономерным является высокая загрязненность тканей моллюсков тяжелыми металлами в оз. Волотовское, которое отличается высокими значениями показателя суммарного загрязнения и для других компонентов водоема.

Величина показателя суммарного загрязнения мягких тканей для участка за чертой города в 3 раза выше, чем для особей, обитающих выше города по течению, что является следствием поступления стоков Гомеля в р. Сож. Низкое значение $Z_{\text{сум}}$ для моллюсков оз. У-образное при высоком загрязнении абиотических компонентов может быть следствием работы механизма блокировки поступления металлов в ткани. Вероятно, содержание элементов в компонентах водоема не превышает для моллюсков пороговых величин, когда нарушается работа механизма блокировки и организм теряет контроль за поступлением тяжелых металлов в ткани.

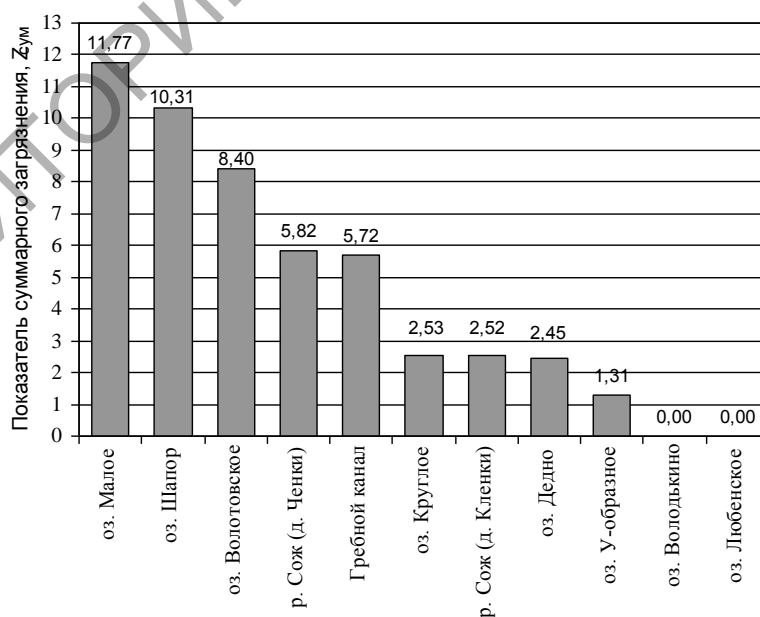


Рис. 3. Показатели суммарного загрязнения ($Z_{\text{сум}}$) тканей моллюсков изучаемых водоемов (использованы все моллюски, обитающие в водоеме)

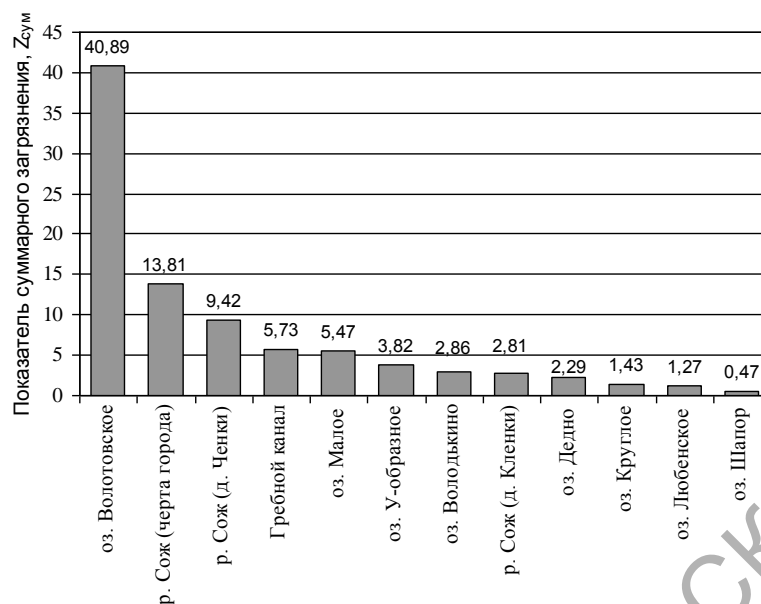


Рис. 4. Показатели суммарного загрязнения ($Z_{\text{сум}}$) растений в изучаемых водоемах

Суммарная оценка загрязненности тяжелыми металлами водной растительности (рис. 4) показывает, что оз. Волоотовское по этому параметру занимает первое место. Такой результат был предсказуем, так как все компоненты водоема загрязнены металлами. Это свидетельствует как о высоком уровне антропогенной нагрузки на данный водоем, так и о высокой биологической доступности тяжелых металлов в экосистеме. Содержание элементов в растительности следующего по уровню загрязненности водоема – р. Сож – в 3 раза ниже показателя для оз. Волоотовское.

Такие же закономерности отмечаются и при изучении содержания токсикантов для донных отложений и моллюсков. Относительно высокое накопление элементов в изучаемых компонентах р. Сож на участке парка (для макрофитов и воды) и ниже черты города указывает на влияние Гомельского городского комплекса на речную систему Сожа. Показатель суммарного загрязнения компонентов для участка за чертой города по течению превышает величину, рассчитанную для участка до принятия стоков города, в 1,8–3 раза. Исключением является речная вода, которая загрязнена в большей степени на участке до принятия стоков города. Кроме влияния поверхностного смыва с огородов частного сектора на участок реки выше города стоит также указать действие загрязненных воздушных масс. В отличие от моллюсков, имеющих высокое значение $Z_{\text{сум}}$ для озер Малое и Шапор, растения оз. Малое имеют средний уровень загрязнения, а оз. Шапор – минимальный. Это подтверждает разную доступность металлов для моллюсков и растений в абиотических компонентах водоемов и разные пути поступления элементов в организм растений и моллюсков. Схожая с перечисленными выше водоемами картина характерна и для оз. У-образное где у моллюсков низкий, а у растений средний уровень загрязнения. Накопление металлов в донных отложениях оз. У-образное до высоких уровней повлияло в большей степени на растительные организмы. Но в озерах Дедно и Круглое суммарное загрязнение для моллюсков выше, чем для растений. В каждом конкретном водоеме создаются специфические условия фиксации и сорбции элементов донными отложениями, их аккумуляции растительностью и живыми организмами.

Высокое содержание никеля в воде оз. Володькино вызвало его накопление в растительных тканях и увеличило проницаемость клеточных стенок, что повлекло за собой поступление других элементов в растения и в результате макрофиты водоема имеет средний уровень загрязнения. По моллюскам и донным отложениям оз. Володькино – один из самых чистых водоемов.

Низкое загрязнение отмечено и для моллюсков, и для растений в оз. Любенское при среднем уровне загрязнения абиотических компонентов, что обусловлено недоступными для биоты формами металлов в воде и донных отложениях. Аналогичная картина наблюдается и для озер Круглое и Дедно, но вода и дно в данных водоемах содержат металлы в больших количествах, чем в оз. Любенское. Моллюски и растения Гребного канала (пригородная зона отдыха) имеют более высокий уровень загрязнения, в сравнении с городскими водоемами, принимающими стоки (озера Дедно и Круглое). Высокое содержание металлов в компонентах водоема может являться

следствием атмосферного переноса загрязнителей с территории города. В настоящее время для урбанизированных зон и их пригородов основная масса загрязнителей находится в атмосферных выпадениях – влажные выпадения с осадками и сухие выпадения в виде осаждения пылевых частиц на поверхность водоема [4, 9, 12], в которых концентрируются типичные элементы промышленных выбросов (W, Cd, Hg, Pb, Zn, Sn и др.) [13]. Данный факт стоит использовать для проведения более масштабных исследований экологического состояния Гребного канала. Но, в общем, водоем имеет средний уровень загрязнения для всех компонентов. Высокое содержание изучаемых элементов в донных отложениях оз. Малое при среднем показателе $Z_{\text{сум.}}$, рассчитанном для воды, повлияло на накопление металлов в растениях и особенно в моллюсках. Это может быть результатом доступности металлов в абиотических компонентах.

Таким образом, степень загрязнения водоемов различается как для каждого тяжелого металла, так и для каждого компонента водного объекта. Однако для исследования биологической доступности тяжелых металлов необходим комплексный анализ их накопления в водной растительности и тканях моллюсков.

Заключение

Согласно величине показателя суммарного загрязнения экологически неблагополучными являются не только водоемы, принимающие стоки предприятий, но и в большей степени водоемы городской и пригородной зоны отдыха, практически не испытывающие видимой антропогенной нагрузки. Это может свидетельствовать об атмосферном пути поступления токсикантов и о высоком загрязнении воздушных масс г. Гомеля соединениями изучаемых металлов.

Для одного и того же водоема величина $Z_{\text{сум.}}$, рассчитанного для разных компонентов экосистемы значительно различается. Это является следствием неодинаковой аккумулирующей способности воды, моллюсков, макрофитов и донных отложений водоемов по отношению к тяжелым металлам, а также нахождением элементов в абиотических компонентах отдельных водоемов в значительных количествах, но в недоступной для биоты форме. При анализе миграции загрязняющих веществ в окружающей среде с использованием биоты следует прибегать к «спектрам» биоиндикаторов, которые включают представителей разных трофических уровней и типов питания

Наиболее загрязненным водоемом по всем изучаемым компонентам является оз. Волотовское. Одним из наиболее чистых водоемов является оз. Любенское. Гребной канал – водоем загородной зоны отдыха – в большей степени загрязнен изучаемыми элементами, чем городские водоемы, принимающие сточные воды предприятий. Высокое содержание металлов в компонентах водоема может являться следствием атмосферного переноса загрязнителей с территории города. Средний уровень загрязнения водоемов, принимающих стоки, свидетельствует о контроле за качественным и количественным составом сточных вод, официально поступающих в городские водоемы. Гомельская городская агломерация загрязняет экосистему р. Сож, что подтверждается превышением величины показателя суммарного загрязнения, рассчитанного для компонентов участка ниже черты города, над значениями, полученными для участка выше городской черты.

Одни и те же формы металлов в воде и донных отложениях водоемов могут быть доступны для моллюсков и недоступны для растений, о чем свидетельствует разный уровень накопления металлов в абиотических компонентах озер Малое, Шапор и У-образное. Низкая доступность металлов для моллюсков и растений отмечается в воде и донных отложениях озер Дедно и Круглое.

Список литературы

1. Макаренко, Т. В. Сравнительный анализ содержания тяжелых металлов в мягких тканях моллюсков водоемов Гомеля и прилегающих территорий / Т. В. Макаренко // Экологический вестник. – 2009. – № ¾ (9/10). – С. 161–169.
2. Никаноров, А. М. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах / А. М. Никаноров, А. В. Жулидов. – Л. : Гидрометеиздат, 1991. – 311 с.
3. Специфика загрязнения пойм рек тяжелыми металлами: Фациальная зональность (на примере р. Свислочь ниже Минска) / В. В. Савченко [и др.] // Природные ресурсы. – 1998. – № 2. – С. 26–33.
4. Хомич, В. С. Экогеохимия городских ландшафтов Беларуси / В. С. Хомич, С. В. Какарека, Т. И. Кухарчик. – Минск : РУП «Минсктиппроект», 2004. – 260 с.

5. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами / А. И. Перельман [и др.]; под общ. ред. А. И. Перельмана. – М. : Гидрометеиздат, 1981. – 108 с.
6. Петухова, Н. Н. Эколого-геохимическое состояние почвенного покрова Беларуси / Н. Н. Петухова, В. А. Кузнецов // Европа – наш общий дом: экологические аспекты: материалы междунар. науч. конф., Минск, 6–9 дек. 1999 г. / НАН Беларуси; редкол.: С. Н. Беляковский [и др.]. – Минск, 2000. – Ч. 1 – С. 135–148.
7. Никаноров, А. М. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах / А. М. Никаноров, А. В. Жулидов. – Л. : Гидрометеиздат, 1991. – 311 с.
8. Савченко, С. В. Оценка фоновых содержаний тяжелых металлов в пойменных почвах как основа геохимического мониторинга / С. В. Савченко // Природопользование. – 2001. – Вып. 7. – С. 66–70.
9. Усенков, С. М. Сравнительный анализ загрязнения донных отложений крупных озер Европы и Северной Америки (на примере озер Гурон, Венерн и Ладожское) / С. М. Усенков // Геоэкология. – 2003. – № 1. – С. 36–44.
10. Байчеров, В. М. Экологические риски и оценка состояния водотоков Беларуси / В. М. Байчеров, Г. М. Тишиков, Н. Н. Рощина. – Минск : Белорус. наука, 2006. – 118 с.
11. Семенченко, В. П. Принципы и системы биоиндикации текучих вод / В. П. Семенченко. – Минск : Орех, 2004. – 125 с.
12. Санина, Н. Б. Геохимические исследования снегового покрова Байкальского биосферного заповедника (в связи с проблемой деградации пихтовых лесов северного склона Хр. Хамар-Дабан) / Н. Б. Санина, О. А. Склярова, Н. Б. Костин // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2003. – № 2. – С. 120–129.
13. Саэт, Ю. Е. Антропогенные геохимические аномалии (особенности, методика изучения и экологическое значение): автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук / Ю. Е. Саэт; ИМГРЭ, 1982. – 53 с.

T. V. Makarenko

EVALUATION OF GOMEL RESERVOIRS AND ADJACENT TERRITORIES BY HEAVY METALS POLLUTION

While analyzing heavy metals contents in water, bottom sediments, aquatic vegetation and molluscs the evaluation of reservoirs pollution by heavy metals may be considerably different. That is why heavy metals accumulation by all the components including biotic and abiotic ones should be taken into account while complex analysis of reservoirs pollution is carried out. The results of total pollution allowing each heavy metal contents in the total reservoirs pollution are thereby to be used. The reservoirs assuming enterprises drainages as well as the ones of urban and suburban recreation zone are unfavourable environmentally. It may indicate the atmospheric pathway of toxicants inflowing and Gomel air mass is highly polluted by the explored metals.