

## Литература

1 Кузовенко, А. Е. Эколого-фаунистическая характеристика амфибий урбанизированных территорий Самарской области : дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08 / А. Е. Кузовенко. – Тольятти, 2018. – 211 с.

2 Гаранин, В. И. Методы изучения амфибий в заповедниках / В. И. Гаранин // Амфибии и рептилии заповедных территорий : сб. научных трудов / Гл. упр. охотничьего хоз-ва и заповедников при Совете Министров РСФСР, ЦНИЛ охотничьего хоз-ва и заповедников ; науч. ред. И. С. Даревский, В. Г. Кревер. – Москва, 1987. – С. 8–26.

3 Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР / А. Г. Банников [и др.]. – Москва : Просвещение, 1977. – 404 с.

УДК 504.5:556.55:549.25/.29

К. А. Потёмкина

### ИЗУЧЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ БИОТИЧЕСКИХ И АБИОТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ В ВОДОЕМЕ ГОРОДА ГОМЕЛЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОМ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СПОРТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

В статье рассматривается вопрос о загрязнении компонентов водной экосистемы г. Гомеля. Установлено, что в 2019 и 2020 гг. максимальный уровень загрязнения характерен для донных отложений. В 2021 г. – для мягких тканей прудовика и живородки. Величина показателя суммарного загрязнения различается в 1,5 раза и более для каждого компонента водоема, что подтверждает изменения нахождения форм металла в абиотических компонентах водоема.

**Цель работы** – провести мониторинговые исследования загрязнения компонентов водной экосистемы озера У-образное.

**Материалы и методы исследования.** В качестве объекта исследования были выбраны донные отложения (д. о), следующие виды моллюсков: представители класса двустворчатых моллюсков – перловица обыкновенная – *Unio pictorum L.*, класса брюхоногих моллюсков – живородка речная – *Viviparus viviparus L.*, прудовик обыкновенный – *Lymnaea stagnalis L.*, высшие водные растения, разделенные на четыре экологические группы [1, с. 24], но для исследования были выбраны растения только III-ей и IV-ой группы. Озеро У-образное длительное время принимало сточные воды предприятия Северного промышленного узла, что явилось причиной накопления тяжелых металлов в донных отложениях водоема. Глубина водоема существенно колеблется от 1 до 6 м. Водоем широко используется населением для проведения культурно-массовых мероприятий. В настоящее время водная экосистема принимает поверхностный сток с территории Прудковского рынка, автостоянки, расположенной на берегу, с огородов и улиц. При отборе проб донных отложений использовали стандартные методики. Пробы высушивались до воздушно-сухого состояния и озолялись в муфельной печи при температуре 450 [2, с. 12]. Мягкие ткани моллюсков отделялись от раковины, для анализа использовались только мягкие ткани.

Содержание металлов в золе донных отложений определяли методом ISP масс-спектрометрии на масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой Elan DRCe (Perkin Elmer) на базе лаборатории радиоэкологии «Института радиобиологии НАН Беларуси».

### Результаты исследования и их обсуждение.

Для оценки общего загрязнения водных экосистем использовать данные по абсолютному содержанию каждого металла довольно сложно, так как в одном и том же водоеме содержание хрома может быть в донных отложениях максимально, а содержание никеля – минимально. Для оценки загрязнения водоема с учетом всех изучаемых токсикантов было предложено использовать показатель суммарного загрязнения (формула 1):

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

где  $Z_{\text{сум.}}$  – показатель суммарного загрязнения;  
 $C_i$  – концентрация металла в компонентах водоема;  
 $C_{\text{фон}}$  – количество нормируемых металлов.

Данный показатель учитывает вклад каждого металла в загрязнении конкретного компонента водных экосистем [3, с. 12] (таблица 1).

Таблица 1 – Показатель суммарного загрязнения ( $Z_{\text{суммарный}}$ ) компонентов оз. У-образное

$Z_{\text{суммарный}}$	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Д. о.	37,94	39,03	29,44
Живородка	Не обитала	Не обитала	38,84
Прудовик	28,54	4,76	54,48
Перловица	9,25	9,00	21,51
III группа растений	7,32	8,37	12,59
IV группа растений	11,88	7,59	10,67

Предполагалось, что во время проведения исследования высокий показатель суммарного загрязнения будет рассчитан для донных отложений, так как именно в отложениях накапливаются соединения металлов при поступлении токсикантов в водную экосистему с поверхностным стоком территорий, прилегающих к водоему. В 2019 и 2020 гг. донные отложения были более загрязнены изучаемыми металлами в сравнении с остальными объектами водной экосистемы, но в 2021 г., когда изменились физико-химические условия существования водной экосистемы, максимальная величина показателя суммарного загрязнения была рассчитана для тканей прудовика. Содержание тяжелых металлов в тканях прудовика была всегда ниже, чем у остальных изучаемых видов моллюсков, и было сделано предположение, что у прудовика в большей степени осуществлялся контроль за поступлением металлов в организм.

Высокое значение показателя суммарного загрязнения, рассчитанное для тканей прудовика в 2021 г., который превышает величины, рассчитанные для донных отложений в 2019 и 2020 гг., показывает об изменении форм нахождения металлов в небιологических компонентах водной экосистемы. Также можно предположить, что контроль за поступлением металлов в ткани прудовика был нарушен и в организм моллюска данного вида стали поступать все доступные формы металлов.

Стоит отметить, что второе место по значению показателя суммарного загрязнения в 2021 г. занимает живородка. У прудовика суммарный показатель загрязнения в 1,4 раза выше, чем у живородки. Величина показателя суммарного загрязнения донных отложений ниже, чем у живородки и прудовика.

Значение показателя суммарного загрязнения донных отложений в 2021 г. в 1,3 раза ниже, чем рассчитанные величины в 2019 и 2020 гг., что в очередной раз подтверждает увеличение подвижных форм металлов в донных отложениях и переход соединений

металлов в отложения в доступные для живых организмов формы. Такой процесс приводит к удалению части соединений тяжелых металлов из водных экосистем, так как часть подвижных форм металлов может уноситься течением, если таковое имеется в водоеме, а также переходит в живые организмы, которые могут удаляться из водных экосистем.

В 2019 г. высокий, но не максимальный показатель суммарного загрязнения был рассчитан для тканей прудовика, который превышал в 3 раза величину, рассчитанную для перловицы. Но в 2020 г. ткани перловицы были загрязнены в большей степени, чем ткани прудовика. Это может быть следствием изменения доступности соединений тяжелых металлов для особей разного вида в абиотических компонентах водоема.

В 2020 г. содержание металлов в донных отложениях было ниже, чем в 2019 г., и придонные слои воды, которые постоянно фильтруются двустворчатыми моллюсками, содержали высокие концентрации соединений металлов. Показатель суммарного загрязнения для прудовика в 2020 г. был ниже, чем в водных растениях III-ей и IV-ой экологических групп. Растения IV-ой группы имеют хорошо развитую корневую систему, которая предохраняет растения от поступления токсикантов в надземные ткани и органы [4, с. 83]. Но в 2019 г. растения IV-ой группы были значительно более загрязнены соединениями тяжелых металлов, и показатель суммарного загрязнения, рассчитанный для этой группы, был в 1,6 раз выше, чем у погруженных растений. Но объяснить низкий уровень загрязнения в 2019 г. пока сложно.

В 2021 г. у погруженных растений III-ей группы показатель суммарного загрязнения был в 1,2 раза выше, чем у воздушно-водных растений IV-ой группы. Однако более высокие величины показателя суммарного загрязнения были рассчитаны для всех остальных изучаемых компонентов водной экосистемы. Высокий уровень загрязнения моллюсков в 2021 г., который был даже выше, чем в донных отложениях требует более детального изучения и дальнейшего наблюдения, так как водоем используется в культурно массовых целях.

**Заключение.** Установлено, что максимальный уровень загрязнения в 2019 и 2020 гг. характерен для донных отложений, которые являются активными сорбентами токсикантов, поступающих в водную экосистему. В 2021 г. показатель суммарного загрязнения мягких тканей прудовика и живородки был значительно выше, чем для отложений дна, что указывает на увеличение доступности соединений металлов для моллюсков. Величина показателя суммарного загрязнения значительно варьируется для каждого изучаемого компонента водоема, что также подтверждает изменения нахождения форм металла в абиотических компонентах водоема. Низкий уровень загрязнения, несмотря на высокую накопительную способность, отмечен в 2019 и 2021 гг. у погруженных растений. Данный факт требует более детального изучения.

## Литература

1 Палченков, В. Г. О классификации растений водоемов и водотоков / В. Г. Палченков // Гидробиотика: методология, методы. – Рыбинск : Рыбинский дом печати, 2003. – С. 23–26.

2 Абакумов, В. А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / В. А. Абакумов. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1983. – 240 с.

3 Обоснование обобщающего показателя качества экологического состояния донных отложений / А. А. Кленкин [и др.] // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2007. – № 8. – С. 11–14.

4 Галиулин, Р. В. Аккумуляция тяжелых металлов водными растениями при техногенезе / Р. В. Галиулин, Б. И. Кочуров // Теоретическая и прикладная экология. – 2018. – № 2. – С. 81–85.