

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

4 Осадчий, Н. И. Химия и микробиология природных и сточных вод / Н. И. Осадчий. – Москва : Мир, 1987. – 285 с.

УДК 504.5:549.25/.29:556.555.8(285.2)(476.1)

*А. Д. Патапова*

### **ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В БИОТИЧЕСКИХ И АБИОТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТАХ В ВОДОЕМЕ ЗОНЫ РЕКРЕАЦИИ ГОРОДА ГОМЕЛЯ**

*Статья посвящена сравнению содержания тяжелых металлов в компонентах оз. Малое г. Гомеля. Донные отложения являются аккумуляторами изучаемых токсикантов, но при изменении физико-химических условий существования водных экосистем, соединения тяжелых металлов переходят в доступную для биологических объектов форму и активно поглощаются моллюсками и водными растениями.*

**Цель работы** – проведение сравнительного анализа и определение содержания тяжелых металлов в донных отложениях, моллюсках и высших водных растениях в озере Малое г. Гомеля.

**Материалы и методы исследования.** В качестве объекта исследования были выбраны донные отложения (д. о.), прудовик обыкновенный – *Lymnaea stagnalis* L., высшие водные растения, разделенные на четыре экологические группы по В. Г. Папченкову [1, с. 24], но для исследования были выбраны только II, III и IV группы.

При отборе проб донных отложений использовали стандартные методики. Пробы высушивались до воздушно-сухого состояния, озолялись в муфельной печи [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 радиэкологии «Института радиобиологии НАН Беларуси».

**Результаты исследований и их обсуждение.** Озеро Малое находится в густонаселенном районе г. Гомеля и, как следствие, испытывает значительную антропогенную нагрузку со стороны предприятий, так как находится в зоне непосредственной близости от предприятия Северного промышленного узла г. Гомеля. В оз. Малое поступает поверхностный сток с территории троллейбусного парка № 1, проходящих вдоль берега железной дороги и оживленной автомагистрали. Данный водоем используется для рыбной ловли и купания.

Известно, что растения являются активными биофильтрами и поглощают большое количество загрязняющих веществ как из воды, так из донных отложений [3, с. 9]. Ожидалось, что в компонентах водных экосистем в 2021 г. содержание изучаемых металлов снизится за счет удаления растений, но в водоеме содержатся большое количество органических веществ, которые являются активными природными сорбентами и, кроме того, в водоем поступает не только загрязненный поверхностный сток с полотна железной дороги, автостоянки и территории троллейбусного парка, но и ливневые канализации, собирающие поверхностные стоки с близлежащих улиц. Все вышеперечисленные факторы оказали значительное влияние на содержание металлов,

как в донных отложениях, так и в других компонентах водоема в 2021 г., и содержание изучаемых металлов незначительно снизилось, что показывают ряды содержания металлов, построенные по полученным результатам (таблица 1).

При анализе полученных данных в 2019 и 2020 гг. установлено незначительное снижение концентрации свинца (табл. 1), цинка (табл. 2), марганца (табл. 3). Незначительные изменения содержания металлов в донных отложениях, которые являются основной депонирующей фракцией водоемов, подтверждают необходимость дополнительных исследований содержания тяжелых металлов в водной экосистеме, открыто не принимающих сточные воды предприятий.

Таблица 1 – Ряды содержания (по убыванию концентрации) свинца в исследуемых компонентах озера Малое

Год	Pb				
	Д. о. (18,55)	III группа (3,22)	IV группа (2,01)	II группа (1,44)	Прудовик (0,41)
2019	Д. о. (18,55)	III группа (3,22)	IV группа (2,01)	II группа (1,44)	Прудовик (0,41)
2020	Д. о. (15,47)	Прудовик (0,68)	–	–	–
2021	Д. о. (15,41)	III группа (2,91)	Прудовик (2,11)	II группа (0,83)	IV группа (0,71)

В мг/кг

Таблица 2 – Ряды содержания (по убыванию концентрации) цинка в исследуемых компонентах озера Малое

Год	Zn				
	III группа (88,16)	Д. о. (43,65)	IV группа (25,79)	II группа (6,45)	Прудовик (4,11)
2019	III группа (88,16)	Д. о. (43,65)	IV группа (25,79)	II группа (6,45)	Прудовик (4,11)
2020	Д. о. (35,71)	Прудовик (4,55)	–	–	–
2021	III группа (91,75)	Д. о. (36,12)	IV группа (18,12)	Прудовик (6,11)	II группа (5,86)

В мг/кг

Таблица 3 – Ряды содержания (по убыванию концентрации) марганца в исследуемых компонентах озера Малое

Год	Mn				
	II группа (654,71)	III группа (357,88)	Д. о. (127,16)	IV группа (89,34)	Прудовик (58,11)
2019	II группа (654,71)	III группа (357,88)	Д. о. (127,16)	IV группа (89,34)	Прудовик (58,11)
2020	Д. о. (139,86)	Прудовик (61,11)	–	–	–
2021	II группа (362,19)	III группа (143,75)	Д. о. (121,42)	Прудовик (79,49)	IV группа (61,78)

В мг/кг

В 2019 г. только три металла в значительных количествах содержались в отложениях водоема: свинец, медь, кобальт (табл. 4). Содержание цинка и марганца у погруженных растений (III экологическая группа) превышала концентрацию

вышеперечисленных металлов в донных отложениях. Это подтверждает высокую поглотительную способность погруженных растений по отношению к изучаемым металлам.

Таблица 4 – Ряды содержания (по убыванию концентрации) кобальта в исследуемых компонентах озера Малое

Год	Co				
2019	Д. о. (2,18)	III группа (2,16)	IV группа (0,43)	Прудовик (0,26)	II группа (0,25)
2020	Д. о. (2,24)	Прудовик (0,31)	–	–	–
2021	III группа (3,85)	Д. о. (2,43)	IV группа (0,47)	Прудовик (0,39)	II группа (0,24)

В 2021 г. только свинец и медь имели преимущество по содержанию в донных отложениях. Для остальных изучаемых металлов максимальная концентрация отмечена в погруженных растениях водоема. Это в очередной раз подтверждает значительную роль растений в поглощении токсических веществ из таких компонентов водных экосистем, как донные отложения. Высокое содержание большинства изучаемых металлов в водных растениях 2021 г. показывает о наличии доступных для растений форм металлов в водной экосистеме, а также о протекании процессов вторичного загрязнения водоема, когда токсиканты в донных отложениях переходят в доступные для биологических объектов формы.

Стоит отметить, что для тканей прудовика содержание металлов в 2021 г. увеличилось. Максимум увеличения составляет 2,5 раза для свинца, минимум – 1,1 раз для меди (табл. 5).

Таблица 5 – Ряды содержания (по убыванию концентрации) меди в исследуемых компонентах озера Малое

Год	Cu				
2019	Д. о. (29,43)	Прудовик (4,91)	III группа (4,09)	IV группа (1,11)	II группа (0,77)
2020	Д. о. (28,48)	Прудовик (4,27)	–	–	–
2021	Д. о. (28,16)	III группа (6,99)	Прудовик (5,89)	IV группа (3,09)	II группа (1,77)

Это указывает не только на увеличение загрязнения экосистемы, но и на увеличение доступности соединений металлов в донных отложениях и водных растениях, так как прудовик поглощает загрязнители из растений. Для плавающих растений содержание свинца, цинка, марганца в 2021 г. было ниже, чем в 2019 г. Для погруженных растений – активных биофильтров – содержание свинца и марганца снизилось в 2021 г. по сравнению с 2019 г. Для воздушно-водных растений IV группы содержание соединения свинца и цинка в 2021 г. уменьшилось. Малодоступны в донных отложениях в 2021 г. стали и соединения марганца, о чем свидетельствует снижение практически в 2,0 раза содержания его в погруженных и прикрепленных плавающих растениях II экологической группы. Ожидалось, что в 2021 г. содержание металлов

в донных отложениях снизится, так как при перегнивании растений часть металлов поступает в донные отложения в соединениях доступных для биологических объектов и, кроме того, обогащает донные отложения соединениями металлов, но как показывают полученные результаты, концентрация всех изучаемых металлов изменилась незначительно в сторону снижения содержания. Этот факт доказывает поступление в озеро Малое загрязнителей как с поверхностным стоком, так в большей степени с водами ливневой канализации, поступающей в водоем. Для улучшения экологического состояния водоема нужно не только убирать растительность, но и контролировать стоки, идущие в водоем.

**Заключение.** Проведенные исследования показали, что донные отложения являются аккумуляторами изучаемых металлов, но при изменении физико-химических условий существования водных экосистем, вызванных изменением погодных условий, соединения тяжелых металлов переходят в доступную для биологических объектов форму и активно поглощаются моллюсками и водными растениями. В 2021 г. содержание цинка, марганца, кобальта и никеля в растениях в 1,2–2,6 раза превышало содержание металлов, определенных для донных отложений.

В оз. Малом в 2021 г. максимальное содержание в донных отложениях отмечено только для свинца и меди. Для остальных металлов высокое содержание отмечено у погруженных растений. В тканях прудовика в 2021 г. отмечено высокое содержание свинца, меди и никеля, которое в 1,2–4,7 раза выше, чем в водных растениях.

#### Литература

1 Папченков, В. Г. О классификации растений водоемов и водотоков / В. Г. Папченков // Гидробиотаника: 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 Вайсман, Я. И. Использование водных растений для доочистки сточных вод / Я. И. Вайсман, Л. В. Рудакова, Е. В. Калинина // Экология и промышленность России. – 2018. – № 11. – С. 9–11.

УДК 597.6(476.2-37Петриков)

*А. Н. Пилецкая*

#### **ВИДОВОЙ СОСТАВ БЕСХВОСТЫХ ЗЕМНОВОДНЫХ, ОБИТАЮЩИХ В ВОДОЕМАХ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ ПЕТРИКОВСКОГО РАЙОНА ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

*В статье рассмотрен видовой состав бесхвостых земноводных на различных участках Петриковского района Гомельской области. На территории исследуемого участка за период исследования было встречено 150 экземпляров бесхвостых амфибий, которые относятся к 6 видам: *Rana terrestris*, *Rana temporaria*, *Rana ridibunda*, *Rana esculenta*, *Bombina bombina*, *Bufo viridis*. Наиболее часто нами была отмечена *Rana terrestris* (35 особей), а наименее – *Rana ridibunda* (18 экземпляров).*