

Прежде всего, мы посмотрели значения коэффициента точности выполнения задания (А) и разделили студентов на 2 группы по результатам исследования: 1-я группа со значениями показателей  $A = 0,90$ ; 2-я группа со значениями показателей ниже  $A < 0,89$ . Было выявлено, что в первую группу вошли 80 % исследованных студентов, а во вторую – 20 %. Из этого следует, что большая часть студентов имеет нормальный коэффициент точности выполнения задания.

Далее мы изучали коэффициент умственной продуктивности Р студентов. Из данных таблицы 1 было определено, что группу  $P = 999,6 - 1020$  составили 93,3 % студентов. У них коэффициент умственной продуктивности был равен или выше нормы. В группу  $P < 999,5$  вошло только 6,7 % студентов. Для них характерен коэффициент Р ниже нормы. Это значит, что 28 из 30 студентов имеют очень хороший результат.

Таким образом, проведенные исследования показали, что умственная работоспособность студентов находится на высоком уровне, так как и точность выполнения задания, и умственная продуктивность у более чем 80 % студентов была в пределах нормы или выше нее.

### Литература

1 Билич, Г. Л. Атлас. Анатомия и физиология человека : полное практическое пособие / Г. Л. Билич, Е. Ю. Зигалова. – Москва : Эксмо, 2017. – 80 с.

2 Нормальная физиология человека / под ред. Б. И. Ткаченко. – 2-е изд. – Москва : Медицина, 2005. – 928 с.

3 Семёнова, Т. А. Показатели умственной работоспособности школьников, обучающихся по программам углубленного изучения ряда предметов / Т. А. Семёнова // Журнал высшей нервной деятельности. – 2007. – Т. 57, № 4. – С. 444–449.

4 Филимонов, В. И. Руководство по общей и клинической физиологии / В. И. Филимонов. – Москва : Медицинское информационное агенство, 2002. – 958 с.

УДК 546.815:627.157:574.5(476.2-21Гомель)

*М. А. Пантелеенко*

### СОДЕРЖАНИЕ СВИНЦА В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ГОРОДА ГОМЕЛЯ

*В статье раскрываются вопросы загрязнения донных отложений водоемов города Гомеля соединениями свинца. За период исследований содержание тяжелого металла в донных отложениях водоемов значительно снизилось в сравнении с 2010 г., причем максимальное изменение определено для водоемов черты города. Это является следствием проведения природно-охранной политики Республики Беларусь.*

**Введение.** Тяжелые металлы относятся к числу распространенных и весьма токсичных загрязняющих веществ. При этом тяжелые металлы, как микроэлементы, являются неотъемлемой частью живого организма. Основными источниками их поступления в биосферу служат металлургические предприятия, сжигание угля, нефти и различных отходов, производства стекла, удобрений, цемента, автотранспорт и др. Отличительная черта тяжелых металлов как загрязнителей – устойчивость и увеличение их концентрации при переходе по трофическим цепям.

Донные отложения – это донные наносы и твердые частицы, образовавшиеся и осевшие на дно водного объекта в результате физико-химических и биохимических процессов, происходящих с веществами как естественного, так и техногенного

происхождения. К числу приоритетных загрязняющих веществ донных отложений относятся тяжелые металлы, отличающиеся максимальной аккумуляционной способностью и высокой токсичностью.

Главными источниками поступления свинца в поверхностные воды являются процессы растворения эндогенных (галенит) и экзогенных (англезит, церуссит и др.) минералов. Значительное увеличение содержания свинца в окружающей среде (в т. ч. и в поверхностных водах) связано со сжиганием углей, длительным применением тетраэтилсвинца в качестве антидетонатора в моторном топливе, с выносом в водные объекты. Основными факторами уменьшения концентрации свинца в воде является адсорбция его взвешенными веществами и, как следствие, осаждение с ними в донные отложения. Наряду с другими металлами свинец извлекается гидробионтами из воды и донных отложений и накапливается в их тканях. Свинец находится в природных водах в растворенном и взвешенном (сорбированном) состоянии. В растворенной форме встречается в виде минеральных комплексов, а также простых ионов, в нерастворимой – в виде сульфидов и карбонатов [1, с. 117].

Отравление свинцом (сатурнизм) – представляет собой пример наиболее частого заболевания, обусловленного воздействием окружающей среды. В большинстве случаев речь идет о поглощении малых доз и накопление их в организме, пока его концентрация не достигнет критического уровня необходимого для токсического проявления. Острые свинцовые отравления встречаются редко. В тяжелых случаях – смерть через несколько дней.

Ранние симптомы отравления свинцом проявляются в виде повышенной возбудимости, депрессии и раздражительности. При отравлении органическими соединениями свинца его повышенное содержание обнаруживают в крови.

**Цель работы** – проведение мониторинговых исследований содержания свинца в донных отложениях водоемов и водотоков города Гомеля и прилегающих территорий. Для исследования были выбраны водоемы, широко используемые населением для проведения культурно-массовых мероприятий. Отбор проб проводился по стандартным методикам [4, с. 104].

**Результаты исследований.** Содержание соединений свинца в донных отложениях практически всех изучаемых водных экосистем в 2019 году снизилось по сравнению с 2010 годом в 1,1–22,7 раза [2, с. 14]. Исключение участок оз. Володькино и участок р. Сож ниже черты города.

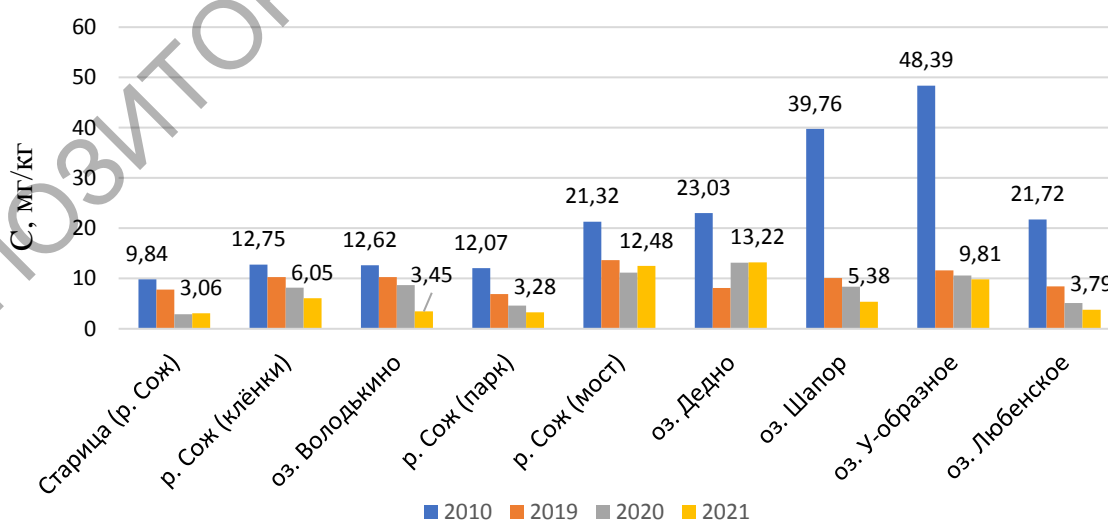


Рисунок 1 – Содержание свинца в водоемах города Гомеля (мг/кг сухого вещества)

Максимальное снижение содержания элемента составило 22,7 раза и характерно для донных отложений оз. У-образное, которое, как было сказано выше, испытывало в течение длительного времени значительную антропогенную нагрузку, так как в водоем напрямую сбрасываются сточные воды предприятий «Северного промышленного узла». Также значительно уменьшилось содержание соединений свинца в донных отложениях водоемов, принимающих либо стоки предприятий (оз. Дедно), либо стоки с территории городских предприятий АПДО «Гомельдрев» и завода «Гомельобои», также подвижные стоки с частного сектора района Новобелица.

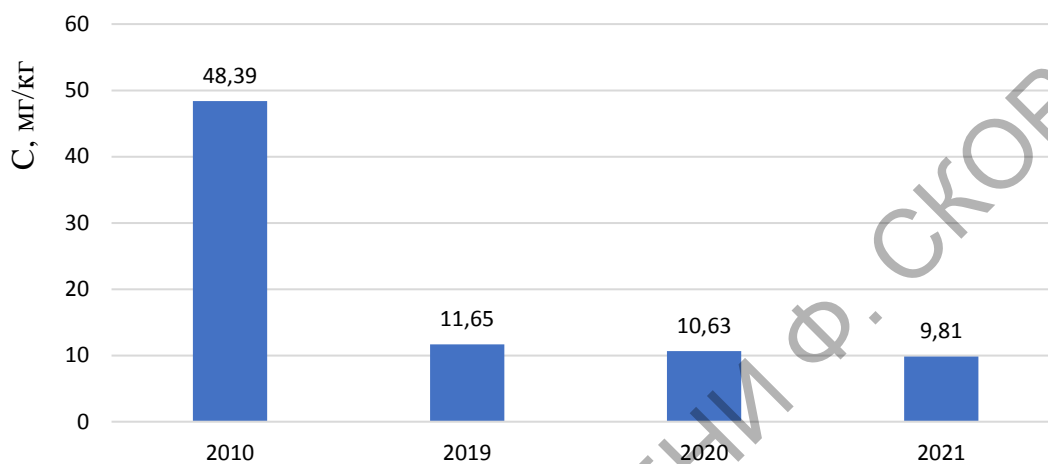


Рисунок 2 – Содержание свинца в озере У-образное (мг/кг сухого вещества)

Причиной уменьшения содержания свинца в донных отложениях исследуемых водоемов в 2019 году в сравнении с 2010 годом является снижение антропогенной нагрузки на водные экосистемы изучаемых территорий, которое является следствием проведения природно-охранной политики в Республике Беларусь.

Снижение концентрации свинца в донных отложениях р. Сож в районе парковой зоны не столь значительно в сравнении с другими водоемами изучаемых территорий, что может являться как следствием поступления соединений свинца с поверхностным стоком города, так и следствием проведения строительных работ на набережной р. Сож парковой зоны, при которых была нарушена структура донных отложений реки. На протяжении 2019–2021 гг. содержание металла в отложениях реки парковой зоны изменялось не столь значительно, как в других водоемах.

Для донных отложений остальных изучаемых водоемов за период 2019–2021 гг. также было отмечено снижение концентрации свинца (за исключением оз. У-образное). Только для донных отложений в период с 2019–2021 года в оз. Дедно содержание металла значительно увеличивается в среднем в 1,3–1,5 раза. Данный факт может свидетельствовать о поступлении соединений металла в вышеперечисленный водоем извне из поверхностным стоком с близлежащих территорий города. Уменьшение содержания соединений свинца в отложениях водоемов свидетельствует о снижении антропогенной нагрузки на водные экосистемы. Динамика в изменении содержания металла в оз. У-образное не похожа на концентрацию донных отложений других водоемов. Изменение концентрации незначительно, что требует дальнейших исследований донных отложений водоемов.

Озеро Любенское принимает поверхностные стоки с объездной трассы, с остановок общественного транспорта, а также с территории микрорайона Любенского и частного сектора микрорайона «Монастырек». Можно было предположить о значительном накоплении металла в донных отложениях озера. В оз. Любенском, как и в парковой зоне

р. Сож, были проведены работы по облагораживанию зоны отдыха, а также соединению водоема с р. Сож, что тоже могло повлиять на снижение содержания соединений свинца в донных отложениях. В отложениях оз. Любенское снизилось содержание органических веществ более чем на 10 %, в сравнении с предыдущими исследованиями, проведенными в 2010 г. [2, с. 18], дно стало более песчаным с каменистыми включениями, что не способствует накоплению тяжелых металлов в донных отложениях водоема [3, с. 217].

Минимальное содержание свинца за весь период исследования отмечено в отложениях Старичного комплекса р. Сож, расположенного выше города и не испытывающего видимой антропогенной нагрузки. Содержание металла снизилось с 7,47 мг/кг (2010 г.) до 2,26 мг/кг (2021 г.).

Проанализировав данные по содержанию свинца в отложениях водоемов в 2010 г., и величины, полученные в период с 2019 по 2021 гг., можно предложить концентрацию соединений свинца в донных отложениях Старичного комплекса как фоновую величину, при проведении исследований состояния водоемов.

Уровень содержания свинца в 2019 году в отложениях оз. Володькино превысил в 1,5 раза концентрацию, определенную в 2010 году. Объяснить данный факт довольно сложно, так как водоем не испытывает антропогенной нагрузки, которая характерна для других водоемов, расположенных на территории г. Гомеля. Данное озеро является расширением р. Сож в месте впадения в него р. Ипуть. Водоем используется для отдыха и рыбной ловли, на берег съезжаются на автомобилях большое количество отдыхающих и рыбаков. Однако данный факт вряд ли может являться повышением содержания свинца в 2019 году, но в 2021 году идет снижение содержания свинца в 3,2 раза. Река Сож ниже черты города принимает поверхностные стоки с территории города. Вследствие влияния антропогенных нагрузок и большого количества органических веществ в донных отложениях данного участка реки содержание в период с 2019 по 2021 года было значительно выше, чем в 2010 году.

Содержание соединений свинца на участке за чертой города значительно ниже, чем содержание в пределах города, разница составила 1,5–2,0 раза. Этот факт доказывает наличие городских поверхностных стоков в р. Сож.

**Заключение.** За период исследований содержание соединений свинца в донных отложениях водоемов в 2019 г. значительно снизилось в сравнении с 2010 г., причем максимальное изменение определено для водоемов черты города. Это свидетельствует о снижении антропогенной нагрузки на водные экосистемы, что является следствием проведения природно-охранной политики Республики Беларусь.

Высокое содержание свинца в отложениях реки Сож на участке ниже административной черты города по течению свидетельствует о влиянии поверхностного стока города на экосистему реки.

Выделить наиболее загрязненный водоем по содержанию свинца в донных отложениях за весь период исследования сложно, хотя в большей степени соединения металла содержатся в отложениях озер Дедно, Шапор и У-образное, длительное время используемых для сброса сточных вод предприятий города Гомеля.

## Литература

1 Мур, Дж. Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния / Дж. Мур, С. Рамамурти. – Москва : Мир, 1987. – 288 с.

2 Макаренко, Т. В. Распределение тяжелых металлов в биотических и абиотических компонентах водных экосистем Гомеля и прилегающих территорий : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08 / Т. В. Макаренко ; ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам». – Минск, 2010. – 28 с.

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

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

УДК 546.56-3:627.157:594.1:556.5(476.2-21Гомель)

*А. С. Парфенкова*

**ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ СОЕДИНЕНИЙ МЕДИ  
В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ И МЯГКИХ ТКАНЯХ  
ПЕРЛОВИЦЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*UNIO PICTORUM L.*)  
В ВОДОЕМАХ ГОРОДА ГОМЕЛЯ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ**

*Статья посвящена изучению динамики содержания соединений меди в донных отложениях и мягких тканях перловицы обыкновенной (*Unio pictorum L.*) водоемов г. Гомеля и прилегающих территорий. В период исследований с 2019 по 2021 гг. было отмечено снижение содержания изучаемого металла в донных отложениях, однако в мягких тканях особей перловицы обыкновенной наблюдалось повышение накопления соединений меди, что является следствием вторичного загрязнения донных отложений, когда тяжелые металлы переходят в доступные для биологических объектов формы.*

В связи с недавними достижениями в области индустриализации и социально-экономического развития загрязнение водных систем тяжелыми металлами стало глобальной проблемой и привлекло к себе значительное внимание из-за высокой биотоксичности, широких источников, небиоразлагаемости и биообогащения пищевых сетей. Тяжелые металлы, попавшие в речную среду, могут переноситься и концентрироваться в донных отложениях вместе с органическими веществами путем адсорбции и накопления на взвешенных мелкозернистых частицах, однако они не могут постоянно фиксироваться в отложениях.

**Объект исследований.** В качестве объекта исследования был выбран представитель класса двустворчатых моллюсков – перловица обыкновенная – *Unio pictorum L.* В организм гидробионта тяжелые металлы попадают с пищей или через покровы. Действие тяжелых металлов проявляется на всех уровнях организации биологических систем – от молекулярно-биохимического до биоценотического [2, с. 76].

Исследования проводились в летний период с 2019 по 2021 гг. Для этого были выбраны водоёмы г. Гомеля, испытывающие различную антропогенную нагрузку: оз. Шапор, Володькино и Дедно. Оз. Шапор и оз. Дедно – пойменные водоёмы, не утратившие связь с коренным руслом р. Сож. В оз. Шапор поступают поверхностные стоки с территории предприятий ОАО «Гомельдрев», «Гомельобой» и ФСК. Оз. Дедно через небольшую земляную дамбу связано с водоёмом, принимающим стоки Прудковского и Хатаевичского коллекторов, а также стоки автопредприятий и фабрики «Спартак». Отбор проб из р. Сож выполнялся выше города в районе д. Кленки, в городской черте в районе парковой зоны и ниже административной черты города по течению в районе Гомельского объездного моста. Старица у д. Поляновка расположена на 10 км выше по течению от точки отбора проб на р. Сож у д. Кленки.

**Материалы и методы исследований.** Для анализа использовались только мягкие ткани моллюсков, которые тщательно отделялись от раковины. Пробы последовательно высушивали, затем озоляли до белой золы в муфельной печи при 450 °С. Содержание