

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІННОВАЦІЙНИХ ОСВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ В.Ф.Фролов
« _____ » _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 101 «ЕКОЛОГІЯ»
ОПП «ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»

**Тема: «Оцінка забруднення важкими металами водних об'єктів
Дарницького району міста Києва»**

Виконавець: Студентка групи групи ЕК-201 Нз Карман Ірина Олександрівна
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: к.б.н., доцент кафедри екології, Білик Тетяна Іванівна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Консультант розділу «Охорона праці»: _____
(підпис)

(П.І.Б.)

Нормоконтролер: _____
(підпис)

Явнюк А. А.
(П.І.Б.)

КИЇВ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий інститут інноваційних освітніх технологій

Кафедра екології

Спеціальність, освітньо-професійна програма: спеціальність 101 «Екологія», ОПП «Екологія та охорона навколишнього середовища»

(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Фролов В.Ф.
« ____ » _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ **на виконання дипломної роботи** **Карман Ірини Олександрівни**

1. Тема роботи : «Оцінка забруднення важкими металами водних об'єктів Дарницького району міста Києва» затверджена наказом ректора від «18» жовтня 2019р. №2612/ст.
2. Термін виконання роботи: з 18.10.2019 р. по 26.02.2020 р.
3. Вихідні дані роботи: наукова та нормативна література щодо впливу забруднення важкими металами на водні екосистеми, результати експериментальних досліджень вмісту важких металів у водоймах Дарницького району міста Києва, отримані в аналітичній лабораторії Комунального підприємства “Плесо” виконавчого органу Київської міської ради (Київської міської державної адміністрації) по охороні, утриманню та експлуатації земель водного фонду м. Києва (далі – КП “Плесо”).
4. Зміст пояснювальної записки: аналітичний огляд літературних джерел, матеріали та методи дослідження вмісту важких металів у водоймах, оцінка забруднення водних об'єктів Дарницького району міста Києва, висновки, список використаних літературних джерел.
5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: таблиці, рисунки, діаграми.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Отримання теми завдання, пошук літературних джерел та законодавчої бази	18.10.19 - 1.11.19	
2	Підготовка основної частини (Розділ 1)	1.11.19 - 15.11.19	
3	Підготовка основної частини (Розділи 2, 3)	16.11.19 – 1.12.19	
4	Підготовка основної частини (Розділ 4)	2.12.19 – 15.12.19	
5	Формування висновків та рекомендацій дипломної роботи	16.12.19 – 24.12.19	
6	Оформлення пояснювальної записки	25.12.19 – 18.02.20	
7	Попереднє представлення роботи на кафедрі	19.02.20	
8	Урахування зауважень, рекомендацій та підготовка до захисту	20.02.20 – 25.02.20	
9	Представлення роботи на кафедрі	26.02.20	

7. Дата видачі завдання: «_____» _____

Керівник дипломної роботи: _____

(підпис керівника)(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання: _____

(підпис випускника)(П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи на тему: «Оцінка забруднення важкими металами водних об'єктів Дарницького району міста Києва» містить сторінок 76, 5 рисунків, 7 таблиці, літературних джерел 48.

Об'єкт дослідження – забруднення важкими металами водою урбанізованої території.

Предмет дослідження – оцінка ступеню забруднення водних об'єктів Дарницького району міста Києва.

Мета – оцінити антропогенне забруднення важкими металами водних екосистем в межах окремого району мегаполісу та надати рекомендації щодо покращення екологічної ситуації.

Методи дослідження – аналіз наукової літератури, експериментальні дослідження вмісту важких металів у воді та донних відкладах водою, статистичні методи обробки результатів.

Результатами дослідження являються аналіз вмісту важких металів у водоймах Дарницького району міста Києва, порівняння з нормативними показниками, визначення ступеню забруднення водних об'єктів та перспективних заходів по покращенню екологічної ситуації.

ВАЖКІ МЕТАЛИ, ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ВОДОЮ, УРБАНІЗОВАНІ ТЕРИТОРІЇ, РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ЗМЕНШЕННЮ ЗАБРУДНЕННЯ

ЗМІСТ

Вступ.....	7
Розділ 1. небезпека забруднення важкими металами водоюм урбанізованих територій.....	10
1.1. Джерела забруднення водоюм важкими металами	14
1.2. Вплив важких металів на біоту водних екосистем та на людину.....	23
1.3. Шляхи зменшення забруднення урбанізованих територій.....	28
1.4. Висновки до розділу 1	
Розділ 2. Матеріали та методи визначення забруднення важкими металами водних об'єктів	
2.1. Визначення важких металів у воді.....	30
2.2. Визначення важких металів у ґрунтах та осадах.....	31
2.3. Висновки до розділу 2	
Розділ 3. Оцінка забруднення важкими металами водних об'єктів Дарницького району міста Києв	
3.1. Основні джерела забруднення водоюм у Дарницькому районі міста Києва.....	34
3.2. Характеристика забруднення важкими металами водних об'єктів Дарницького району.....	36
3.3. Перспективні заходи по покращенню екологічного стану водоюм.....	52
3.4. Висновки до розділу 3	
Розділ 4. Охорона праці	
4.1. Перелік небезпечних та шкідливих факторів при роботі в аналітичній лабораторії КП “Плесо”.....	60
4.2. Технічні та організаційні заходи, які виключають чи обмежують дію на людину небезпечних та шкідливих факторів при роботі в аналітичній лабораторії КП “Плесо”.....	66
4.3. Забезпечення пожежної та вибухової безпеки в аналітичній лабораторії.....	68
4.4. Висновки до розділу 4	

Висновки.....	73
Список використаних бібліографічних посилань використаних джерел..	75

ВСТУП

Актуальність теми. Водні об'єкти міста Києва надають йому неповторності, покращують екологічний стан, слугують важливим рекреаційним ресурсом, а також елементом ландшафтного дизайну. Однак тривале їх господарське використання призвело до забруднення практично всіх водойм і навіть знищення цілих водних екосистем, зокрема, у Дарницькому районі столиці. Серед основних забрудників води та осадів важкі метали відзначаються персистентністю, токсичністю та здатністю мігрувати у трофічних ланцюгах, що створює небезпеку для існування гідробіонтів та для людини. Така ситуація викликає тривогу у суспільстві, адже кияни хочуть проживати біля чистих водойм, придатних для відпочинку, купання та риболовлі.

Важкі метали (ВМ) потрапляють у природні водойми головним чином з промисловими, сільськогосподарськими і побутовими стічними водами (внаслідок видобутку руд та горючих корисних копалин, виплавки чавуна і сталі, внесення добрив і т.п.).

Найбільше забруднюють водойми такі метали, як Zn, Cu, Mn, Fe, Co, Pb, Cd, Hg, Ni та Cr. Зокрема, у Канівському водосховищі в середньому міститься Cu (II) 17,2 – 32,5 мкг/дм³, Zn (II) 6,8–43,5 мкг/дм³, Pb (II) 1,9–7,5 мкг/дм³, Al (III) 7,0–127,3 мкг/дм³, Mn (II) 14,8–450 мкг/дм³, Fe (III) 132–345 мкг/дм³.

На відміну від органічних забруднюючих речовин, важкі метали не підлягають деструкції і біодеградації, а лише перерозподіляються між окремими компонентами водних екосистем: водою, донними відкладами, біотою. При надходженні у водойми сполуки важких металів включаються у внутрішньоводоймні процеси і мігрують по компонентах водних екосистем: вода, завислі речовини (мінеральні та органічні), донні відклади.

Таким чином, трансформація важких металів здійснюється тільки у напрямку міжфазових взаємодій. Основними процесами, в яких задіяні метали у водоймі, вважають осадження, співосадження, сорбцію-десорбцію, акумуляцію і комплексоутворення.

Об'єкт дослідження: забруднення важкими металами водойм урбанізованої території.

Предмет дослідження: оцінка ступеню забруднення водних об'єктів Дарницького району міста Києва.

Методи дослідження: аналіз наукової літератури, експериментальні дослідження вмісту важких металів у воді та донних відкладах водойм, статистичні методи обробки результатів.

Мета роботи: оцінити антропогенне забруднення важкими металами водних екосистем в межах окремого району мегаполісу та надати рекомендації щодо покращення екологічної ситуації.

Завдання роботи:

1. Провести аналіз наукових літературних джерел та нормативних документів за темою дипломної роботи.
2. Визначити рівні забруднення важкими металами водойм Дарницького району міста Києва.
3. Оцінити ступінь забруднення водних об'єктів Дарницького району у відповідності до нормативних показників.
4. Надати рекомендації щодо зменшення надходження важких металів у водойми та способів очищення водних екосистем від забруднення.

Особистий внесок: проаналізовано літературні джерела та нормативні документи стосовно забруднення водойм урбанізованих територій важкими металами та небезпеку їх впливу на водні екосистеми та на людину, за даними експериментальних досліджень зроблено оцінку ступеню забруднення водних об'єктів Дарницького району міста Києва та надано рекомендації по покращенню екологічної ситуації.

Наукова новизна: досліджено ступінь забруднення водних екосистем урбанізованої території важкими металами та оцінено його небезпеку.

Практичне значення: запропоновано рекомендації по зменшенню забруднення водою Дарницького району міста Києва.

РОЗДІЛ 1

НЕБЕЗПЕКА ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ВОДОЙМ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

1.1 Джерела забруднення водойм важкими металами

Майже всі процеси в життєдіяльності організмів різних рівнів організації відбуваються за участю води. Саме вода є надзвичайно важливою складовою природи. Але людина своєю згубною діяльністю забруднює її та змінює природний склад. У малі та великі ріки, водоймища потрапляють шкідливі промислові або радіоактивні відходи, які змінюють умови розкладу органічних речовин, збільшують концентрацію азоту, фосфору, металів, отрутохімікатів. Це значно погіршує якість води, вона втрачає природний колір, смак, загальний іонний склад. Забруднення водойм хімічними та радіоактивними речовинами суттєво впливає на різке зменшення кількості прісної води, придатної для вживання. До найбільшого забруднення водойм призводять викиди теплових та атомних електростанцій, хімічних та металургійних виробництв. При цьому збільшується вміст у воді наступних елементів: ртуті, нікелю, міді, кадмію, цинку, хрому, а також органічної сполуки - фенолу[1,2].

Забруднюючі речовини (забрудники) – це сполуки, які надходять у навколишнє середовище або утворюються у ньому у кількостях, що виходять за межі звичайної наявності – граничних природних коливань або середнього природного фону. Вони, як правило, викликають негативні зміни якості середовища і захворювання або загибель живих організмів, які його населяють. Такі властивості забруднюючих речовин називаються токсичними, а вони самі – токсичними забрудниками. Внаслідок надходження значної кількості токсичних забрудників у водне середовище воно набуває токсичних властивостей, що і викликає отруєння (інтоксикацію) гідробіонтів.

До важких металів відноситься визначена група елементів з металічними властивостями, що зазвичай включає перехідні метали, деякі металоїди, а також лантаноїди і актиноїди. Було запропоновано багато визначень цього терміну, деякі засновані на густині, інші на атомному номері або атомній масі, ще інші на хімічних властивостях або токсичності. У технічній доповіді IUPAC термін «важкі метали» був названий «безглуздим та збиваючим з толку» через суперечливі визначення та відсутність «когерентної наукової основи» під ним. Залежно від контексту, «важкими металами» можуть називатися навіть елементи, легші за вуглець, але не називатися деякі набагато важчі метали. Найчастіше до цієї групи прийнято відносити елементи з атомною масою більшою за 50 у.о. [3].

Мікрозабруднення, що містять важкі метали, у водному середовищі виступають у вигляді розчинів, колоїдів і суспензій. У розчинному вигляді виступають вільні гідрат-іони, прості неорганічні й органічні комплекси. Діаметр цих форм зазвичай не перевищує 0,001 нм. Іони металу, пов'язані із складними, багатомолекулярними органічними лігандами, що мають розмір частинок у діапазоні 0,001-0,01 нм, утворюють колоїдні форми. Іони металів, адсорбовані на частинках колоїдних міцел або органічних частинках розміру 0,01-0,1 нм, утворюють суспензії. Седиментаційні суспензії входять до складу мулу.

Джерелом надходження важких металів до навколишнього середовища є відходи практично всіх галузей народного господарства (табл.1.1). Найбільш токсичними є іони металів – Cu, Cd, Pb, Cr, Mn, Hg, Fe, Al, Se, Sn. Техногенний пил, який виділяється внаслідок функціонування підприємств важкої промисловості, в середньому містить, %: цинку – 6,72, свинцю – 0,11, кадмію – 0,01. Ґрунтова аномалія забруднення при цьому спостерігається в радіусі 7 км. Викиди від таких підприємств поширюються в радіусі 10–40 км, осідаючи на рослинах та проникаючи в ґрунт на глибину 10–15 см. Тому сільськогосподарські культури, які ростуть у промислових районах,

накопичують токсичні компоненти таких викидів, що може призводити до зниження урожайності та загибелі рослин [4].

Для важких металів дуже розповсюдженою формою існування є комплекси як з органічними, так і з неорганічними лігандами. Вважається, що близько 90 % свинцю, алюмінію, хрому виступає у вигляді комплексних сполук. Цей факт має істотне значення для здійснення біохімічних процесів і виявлення токсичності іонів металу. Досліджено, що більш токсичними є вільні іони (гідрат-іони) металів, ніж комплексні форми їх існування.

Форми важких металів у водному середовищі залежать від низки фізико-хімічних рівноваг, з-поміж яких варто виділити:

- реакції утворення комплексів;
- реакції гідролізу;
- реакції окислення і відновлення;
- процеси адсорбції і десорбції;
- реакції витиснення і розчинення.

У більшості спостережених випадків після розчинення у воді іони металів виступають у вигляді гідрат-іонів, що є комплексними акваіонами, наприклад, іон заліза у вигляді $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+3}$. Часточки води, які виконують роль слабких лігандів, заміщуються більш сильними лігандами, що присутні у складових компонентах природних вод або у їхніх забруднювачах. Оскільки аквакомплекси є так званими лабільними комплексами, швидкість заміщення лігандів є значною. За проміжок часу менший ніж 1 хв настає повне заміщення лігандів у сфері координації іону металу.

Порівняння кількісних значень, а точніше кажучи, значень логарифмів констант міцності комплексів з тим самим центральним іоном і з різними лігандами дає змогу оцінити, які з них є міцнішими. Наприклад, міцність комплексів іону діаміну срібла $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ описує константа ($\beta = 1,62 \cdot 10^7$, у

той час як міцність комплексу діціаніду срібла $[Ag(CN)_2]$ описує константа ($\beta = 1,00 \cdot 10^{21}$, що свідчить про значно сильніші комплексотворчі властивості іону ціаніду. Metали утворюють комплексні сполуки як з природними складовими (гумусові речовини, гідрокарбонати), так і з речовинами, що потрапляють до вод разом із стоками, зокрема промисловими. Такими комплексними речовинами є EDTA(етилендіамінотетраоцтова кислота, англ. ethylenediaminetetraaceticacid) і NTA(нітротріоцтова кислота, англ. nitrotriaceticacid). Обидві речовини мають відношення до виробництва миючих засобів. Здатність утворення комплексних сполук, як і багатьох інших хімічних рівноваг, залежить від рН.

Таблиця 1.1

Важкі метали у промислових виробництвах

Важкі метали	З яких виробництв потрапляють у воду
Марганець	Із марганцевозбагачувальних фабрик, металургійних заводів, підприємств хімічної промисловості, шахт
Мідь	Із підприємств хімічної, металургійної промисловості, шахтних вод
Цинк	Із рудозбагачувальних фабрик паперового та хімічного виробництва
Свинець	Із металургійних, хімічних та нафтопереробних заводів
Кадмій	Із свинцево-цинкових заводів, рудозбагачувальних фабрик, хімічних підприємств, шахт
Кобальт	Із металургійних, металообробних, хімічних заводів
Нікель	Із нікелієвих збагачувальних фабрик, хімічної промисловості

Водойми урбанізованих територій зазнають останнім часом значного забруднення різними токсичними речовинами, серед яких важкі метали внаслідок своєї персистентності та здатності мігрувати у трофічних ланцюгах відіграють особливу роль.

Відповідно до ряду офіційних документів, серед яких Водна рамкова директива ЄС 200/60/ЕС, Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом», Закон України «Про

затвердження загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення річки Дніпро на період до 2021 року» та інших [], до пріоритетних напрямів державної політики у сфері водопостачання та водовідведення відноситься збереження чистоти поверхневих водойм та охорона їх від забруднення, особливо стійкими забрудниками навколишнього середовища, до яких відносяться насамперед важкі метали.

1.2. Вплив важких металів на біоту водних екосистем та на людину

У наукових роботах багатьох дослідників встановлено, що низка важких металів, зокрема, Fe, Mn, Zn, Cu, Co, Ni є необхідними для росту рослинних організмів і беруть участь у здійсненні практично всіх основних життєвих функцій, але стають токсичними при більш високих концентраціях.

Інші метали, такі як Cd, Pb, Hg, не мають відомої біологічної функції, але також в значній кількості можуть бути акумульовані в рослинах. Накопичення цих металів у живих організмах навіть у відносно низьких концентраціях призводить до порушень їх фізіолого-біохімічних процесів.

Вважають, що надлишок іонів металів призводить до порушень процесів життєдіяльності рослинних організмів в основному внаслідок їх взаємодії з біохімічно-активними групами і інгібування активних центрів ферментів.

Існують роботи, які підтверджують, що первинним ефектом токсичності металів у рослин є пошкодження бар'єрів проникненості плазматичних мембран, яке відбувається внаслідок взаємодії металу з транспортними білками, інтенсифікації пероксидного окиснення ліпідів, пригнічення системи антиокисного захисту клітин.

Таким чином, при забрудненні навколишнього середовища, порушуються структура і функції мембран. Внаслідок втрати їх цілісності і пошкодження

осмотичного бар'єру відбувається посилення екскреції вільних амінокислот, білків і калію клітинами гідрофітів у оточуюче середовище, що призводить до дезорганізації процесів поглинання і транспорту іонів. Порушення фізіолого-біохімічних функцій рослинного організму: фотосинтезу, дихання, синтезу пігментів, білків, нуклеїнових кислот, вуглеводів, ліпідів та інших біологічно активних речовин призводить до пригнічення росту, розвитку, розмноження. Встановлено, що навіть концентрація міді 0,001 мг/дм³ інгібує ріст головного пагону в елодеї; при цьому вважають, що максимальна допустима концентрація Cu²⁺ для елодеї – < 0,001 мг/дм³.

У зв'язку з тим, що водяні рослини характеризуються значною адсорбційною здатністю і накопичення важких металів у їх тканинах відображає рівень забруднення водного середовища металами, то водяні макрофіти можна ефективно використовувати в системі моніторингу забруднення води, а також в біоремедіаційних технологіях, які мають такі переваги як легкодоступність, дешева вартість та екологічна чистота.

Більшість важких металів у мікрокількостях відіграють важливу роль у організмі риб і необхідні для протікання біохімічних реакцій, оскільки входять до складу багатьох ферментних систем, з якими пов'язана регуляція тканинного дихання, біосинтезу білків, ліпідів, полісахаридів.

Однак, при збільшенні концентрації важких металів у водному середовищі біологічні наслідки виявляються, насамперед, у прямому токсичному їх впливі на риб, що призводить до зміни біохімічних, фізіологічних та морфологічних показників. Вельми актуальним є дослідження впливу важких металів на організм риб, оскільки в санітарно-гігієнічному плані риба є важливою ланкою у міграції важких металів за трофічним ланцюгом, кінцевою ланкою якого є людина.

Проблема токсичної дії важких металів у водних екосистемах та їх впливу на організм водних тварин і, зокрема риб, досліджується давно. На сьогодні напрацьовано чималий матеріал, який узагальнено в багатьох роботах. Аналіз літературних даних свідчить, що саме підвищення концентрації йонів

металу у водному середовищі є основним фактором, який впливає на їх проникнення і накопичення в організмі риб.

Незважаючи на певні відмінності в процесах токсичного впливу різних важких металів на організм риб, як правило, виділяють ряд послідовних фаз з такими симптомами отруєння: неспокій, підвищення частоти дихання, рясне слизовиділення, далі слідує глибоке дихання, зниження реакції на зовнішні подразнення, риби рухаються поштовхами (безсистемними кидками), намагаються вистрибнути з води, відбувається порушення рівноваги і риби перекидаються на бік, потім аритмічне дихання і смерть без судом. Картина подібна до тієї, яка спостерігається при повільній задусі в зв'язку з нестачею кисню і надлишком в організмі вуглекислоти. Дихання порушується внаслідок прямої дії солей на епітелій зябер. При отруєнні риб токсикантами цієї групи у риб відзначається утворення на шкірі і зябрах товстої оболонки із слизу, що покриває зябра і все тіло. Респіраторний епітелій і епідерміс шкіри руйнуються. Швидкість перебігу певних стадій отруєння залежить від концентрації токсиканту у воді та видової чутливості риб.

Під дією важких металів в організмі риб відбуваються патологічні зміни на всіх рівнях від молекулярного до організмового. Йони важких металів, прямо, шляхом дії на ферменти, чи опосередковано, шляхом утворення регуляторних сполук, здатні змінювати інтенсивність та спрямованість метаболізму у риб.

Крім цього, відбуваються зміни проникності мембран, інгібується окислювальне фосфорилування, синтез білків та нуклеїнових кислот. Важкі метали викликають в живому організмі канцерогенну, мутагенну, ембріотоксичну, гонадотоксичну дію.

З еколого-токсикологічних позицій не всі важкі метали можуть бути оцінені однозначно. Серед важких металів особливу загрозу для гідробіоценозів становлять: свинець, кадмій, мідь, цинк, хром і ртуть. Навіть незначні концентрації цих металів порушують екологічну рівновагу і через токсичний

стрес спричиняють незворотні функціональні порушення, а часом і смерть гідробіонтів.

Дослідження токсичної забрудненості іхтіофауни поверхневих вод України показали, що за вмістом йонів Pb^{2+} у рибі понад 15% водою перевищують допустимі норми, при цьому близько 5% - більш ніж удвічі. За даними деяких авторів, залежно від здатності накопичувати важкі метали, органи і тканини риб можна розмістити в такій послідовності: кістки > зябра > печінка > нирки > шкіра > м'язи.

Механізм дії йонів важких металів базується на їх здатності утворювати в живих тканинах стійкі зв'язки із сірковмісними лігандами, джерелами яких можуть бути білки та низькомолекулярні тіоли. Токсичні ефекти важких металів реалізуються переважно за конкурентним механізмом з іншими металами. Відома конкуренція наступних металів: кадмій – кальцій, мідь, цинк; мідь – цинк, марганець, нікель; нікель – кальцій, магній, залізо, мідь, цинк; хром – залізо, марганець, кобальт, мідь; молібден – мідь, свинець; марганець – магній, цинк; цинк – марганець, кобальт, мідь, кадмій.

Встановлено, що за умов забруднення водних екосистем важкими металами знижується виживання, темпи росту та розвитку риб, продуктивність їх популяцій, порушуються міжпопуляційні зв'язки та екологічна рівновага.

Таким чином, наукову і практичну актуальність становить подальше дослідження особливостей впливу йонів важких металів на організм риб, оскільки риби є найбільшою групою хребетних, які займають значну частину водних екосистем. Доцільність таких досліджень зумовлена необхідністю корекції кругообігу важких металів у навколишньому природному середовищі та зменшенні екологічного напруження в окремих ланках трофічного ланцюга.

В живих організмах важкі метали відіграють двояку роль. В малих концентраціях вони входять до складу біологічно активних речовин, які регулюють нормальний перебіг процесів життєдіяльності. Зростання в результаті техногенного забруднення нешкідливих концентрацій важких

металів призводить до негативних і навіть катастрофічних наслідків для живих організмів.

Результати моніторингу безпеки харчових продуктів за останні роки показали, що від 0,80 до 3,82% вивчених проб харчових продуктів (по Україні) перевищували гігієнічні регламенти по свинцю; 0,60 – 4,68% – по ртуті; 1,09 – 1,75% – по кадмію. До 10% проб харчових продуктів містять солі важких металів і половина з них – у дозах, що перевищують гранично допустимі концентрації (ГДК). У зв'язку з небезпекою впливу на організм людини в рослинній сировині нормується вміст таких металів, як свинець, кадмій, ртуть, мідь, цинк, олово та миш'як.

Ртуть (Hg) належить до найпоширеніших у природі мікроелементів, вона легко утворює велику кількість органічних і неорганічних сполук, значна частина яких отруйна. Рідка ртуть не має виражених токсичних властивостей. У минулому її навіть використовували при лікуванні завороту кишківника. Однак випари ртуті згубно впливають на організм, вражаючи центральну нервову систему. Хронічне отруєння ртуттю може статись при вмісті у повітрі її сотих часток. Хвороба прогресує швидко, виражаючись втомленістю, підвищеною збудливістю з наступним ослабленням пам'яті, головними болями тощо.

Ртуть – один з найбільш небезпечних та високотоксичних елементів, здатних накопичуватися в організмі рослин, тварин та людини.

Джерелами забруднення сільськогосподарських продуктів ртуттю є пестициди, а морських та річкових – стоки целюлозної і паперової промисловості, а також хімічних підприємств.

У повітрі ГДК для ртуті становить $0,0003 \text{ мг/м}^3$, у воді – $0,0005 \text{ мг/л}$.

Мікрокількості ртуті постійно присутні в організмі людини (приблизно 10 мг) і в основному акумулюються у нирках і печінці. При надходженні в легені ртуть затримується повністю. Виведення її з організму здійснюється усіма залозами кишково-шлункового тракту, нирками, потовими, молочними і слинними залозами. Період напіввиведення становить 71 добу.

В харчових продуктах рослинного походження вміст ртуті не перевищує 100 мкг/кг. У продуктах тваринництва ртуть міститься ще в менших кількостях – до 70 мкг/кг. М'ясо риби відрізняється найвищим вмістом ртуті та її сполук: прісноводної риби 100 – 500 мкг/кг, океанської – 300 – 600 мкг/кг. Організм риб здатен синтезувати метилртуть, яка накопичується в печінці при достатньому вмісті в їжі вітаміну **V₁₂**. При забрудненні річок, морів та океанів ртуттю її рівень в організмах риб значно збільшується і стає небезпечним для здоров'я людини.

При варінні риби та м'яса концентрація ртуті в них зменшується, при аналогічній обробці грибів – залишається без змін.

Випадки забруднення харчових продуктів ртуттю є відносно рідкісними. Механізм токсичної дії ртуті на людський організм пов'язують з її взаємодією з молекулами білків. Неорганічні сполуки ртуті порушують обмін аскорбінової кислоти, піридоксину, кальцію, міді, цинку, селену; органічні – обмін білків, цистеїну, аскорбінової кислоти, токоферолів, заліза, міді, мангану, селену.

Органічні сполуки ртуті – стійкі сполуки, дуже повільно розкладаються та виводяться з організму. Вони здатні накопичуватися в організмі до небезпечних концентрацій. Особливо небезпечною є метилртуть та алкільні сполуки, яким характерна висока токсичність (ураження центральної нервової системи, печінки, нирок та інші органи травлення) та мутагенність.

Допустима добова доза ртуті, встановлена ФАО/05 мг.

Кадмій (Cd) належить до пріоритетних забруднювачів. Джерелом забруднення кадмієм є арматура, зафарбована кадмієвими сполуками, та пластмаси, які використовуються в харчовій промисловості для машин та обладнання. Встановлено, що 80% цього металу надходить в організм людини з їжею, 20% через легені з атмосфери та при курінні. Доросла людина з раціоном отримує до 150 мкг/кг кадмію на добу.

Кадмій міститься в багатьох рослинних продуктах, мкг/кг: зернові – 28 – 95; горох – 15 – 19; картопля – 12 – 50; помідори – 10 – 30; фрукти – 9 – 42; рослинна олія – 10 – 50; гриби 100 – 500. В продуктах тваринного походження (в середньому), мкг/кг: молоко – 2,4; сир – 6; яйця – 23 – 250.

Є дані про тератогенну, мутагенну та канцерогенну дію кадмію. Цей метал здатний заміщати цинк в системах, необхідних для формування кісткових тканин, що супроводжується важкими захворюваннями. Кадмій є антагоністом кобальту та селену, інгібуючи активність ферментів, що містять ці елементи. Відома також здатність кадмію порушувати обмін заліза та кальцію, спричиняючи цілу низку захворювань: гіпертонічну хворобу, анемію, зниження імунітету та ін.

Цей мікроелемент, за припущеннями дослідників, спричиняє онкологічні захворювання. Рак легенів, вірогідно, є результатом тривалої дії аерозолі кадмій оксиду, що надходить в організм з тютюновим димом, оскільки серед постраждалих від раку легенів 80 – 90% курці. Тютюн акумулює кадмій, що надходить з ґрунту в кількості до 2 мг/кг, що в багато разів перевищує гранично допустимий його вміст в основних продуктах харчування.

Курці, особи, зайняті на виробництвах, які використовують кадмій, часто хворіють емфіземою легень, а ті, хто не палить, – бронхітами, фарингітами та іншими захворюваннями органів дихання. Найсерйознішим наслідком кадмієвої токсикації є ниркова недостатність, зниження інтенсивності виведення з організму багатьох токсинів.

За рекомендаціями ВООЗ допускається добова доза кадмію приблизно 70 мкг, однак реальне його надходження з їжею і повітрям досягає 150 мкг/добу.

Свинець (Pb) Як і кадмій, ртуть, він належить до першої групи небезпеки. Його використовують при виготовленні сурику, свинцевих білил, глазури.

Металічний свинець ще з часів Давнього Риму застосовували при проведенні водопроводів. Він відноситься до найбільш поширених та небезпечних токсикантів.

Сьогодні практично всі харчові продукти, вода та інші об'єкти навколишнього середовища забруднені свинцем. У результаті виробничої діяльності в природні води щорічно потрапляє 500 – 600 тис. тонн свинцю, а на поверхню Землі через атмосферу його осідає до 400 тис. тонн. У повітря основна частина свинцю (260 тис. тонн) викидається відпрацьованими газами автотранспорту, а також (до 30 тис. тонн) при спалюванні кам'яного вугілля. Подвоєння його вмісту у повітрі відбувається через кожних 14 років. Основною формою його перебування там є тонкі аерозолі оксидів. У районах автомагістралей їх може бути до 40 мкг/м³. У країнах, де використання бензину з домішками тетраетилсвинцю зведено до мінімуму, вміст оксидів свинцю у повітрі менший на 25%.

Середня кількість свинцю, який потрапляє в організм з харчовими продуктами, становить 250 – 300 мкг в день, з повітря надходить 90 мкг. При обробці продуктів основним шляхом потрапляння свинцю є жерстяний посуд, в яку зазвичай упаковують харчові вироби. Встановлено, що біля 20% свинцю у щоденному раціоні людей надходить з консервованої продукції, в тому числі від 13 до 14% з посуду, а 6 – 7% – з самого продукту.

Середній вміст свинцю в харчових продуктах становить, мкг/кг: фрукти – 0,01 – 0,6; овочі – 0,02 – 1,60; крупи – 0,03 – 3,00; хлібобулочні вироби – 0,03 – 0,82; м'ясо та риба – 0,01 – 0,78; молоко – 0,01 – 0,10.

Свинець не відноситься до життєво необхідних елементів і є для організму тварин і людини токсичною речовиною з кумулятивними властивостями. В першу чергу в людському організмі свинець вражає кровотворну, нервову, травну систему та нирки. Відмічений також його негативний вплив на статеву функцію організму. Надмірний вміст свинцю

підвищує ризик смертності від серцево-судинних захворювань. Відомі випадки гострої побутової інтоксикації: квасом, що простояв 5 днів у глазурованій глиняній посудині; огірками, замаринованими у глиняному посуді; варенням, що зберігалось в глазурованих горщиках. Дефіцит в раціоні кальцію, заліза, пектинів, білків збільшує засвоєння свинцю, а отже і його токсичність.

За даними ВООЗ допустима добова доза свинцю становить 0,007 мг/кг маси тіла.

Миш'як (As) широко розповсюджений у навколишньому середовищі. Він зустрічається майже у всіх ґрунтах. Світове виробництво миш'яку становить приблизно 50 тис. тон в рік. Останнім часом виробництво миш'яку кожні 10 років зростає на 25%. В результаті широкого розповсюдження в навколишньому середовищі і використанні у сільському господарстві, миш'як присутній у більшості продуктах харчування.

Цей елемент також знаходить використання при виробництві напівпровідників, скла, барвників. Зазвичай його вміст у продуктах харчування малий – менш ніж 0,5 мг/кг, і рідко перевищує 1 мг/кг, за виключенням деяких морських організмів. При відсутності значних забруднювачів, вміст миш'яку у фруктах до 0,20 мг/кг, яйцях – до 0,03 мг/кг, м'ясі – до 0,01 мг/кг, молочних продуктах – до 0,05 мг/ кг. В морських продуктах вміст миш'яку зазвичай більший – на рівні 1,5 – 15,3 мг/кг.

Сполукам миш'яку характерний високий ступінь кумуляції, а тому їх надходження з їжею в значних кількостях може призвести до гострої або хронічної інтоксикації, розвитку злоякісних новоутворень. Разова доза в 30 мг миш'яку смертельна для людини. Механізм токсичної дії миш'яку пов'язаний з блокуванням ферментів, які контролюють тканинне дихання, поділ клітин, інші життєво важливі функції. Неорганічні сполуки миш'яку більш токсичні, ніж органічні. Після ртуті миш'як є другим за токсичністю забруднювачем харчових продуктів.

Допустима добова доза миш'яку становить 0,05 мг/кг маси тіла.

Ртуть, кадмій, свинець та миш'як є особливо небезпечними ще й тому, що серйозної шкоди організмові завдають навіть мікроскопічні їх концентрації. При цьому особливо важливим є забезпечення екології довкілля, адже основним джерелом отруєння цими елементами є повітря, яким дихає людина.

Шкодять людському організмові промислові викиди підприємств, які потрапляють не лише у повітря, а й у воду та ґрунт. Тому особливо потерпають від дії отруйних елементів жителі великих промислових центрів.

1.3 Шляхи зменшення забруднення водних об'єктів урбанізованих територій

Якість водних об'єктів є наслідком двох основних процесів - надходження речовин із зовнішніх джерел та внутрішніх змін у самих об'єктах. Процеси, у результаті яких відновлюється фоновий стан водного об'єкта, називаються процесами самоочищення. Другий процес, що впливає на якість води, – це перенесення речовини та енергії водним потоком. У результаті турбулентної дифузії відбувається перемішування забруднених струмин води із більш чистими суміжними, тобто розведення стічних вод основним потоком.

На якість водних об'єктів впливає будівництво гідротехнічних споруд, оскільки порушення гідравлічного режиму течії рік змінює ступінь аерації і постачання киснем, сповільнює біологічні і біохімічні процеси у водному середовищі, здатність води до природного самоочищення. Для підвищення якості водних об'єктів необхідно впроваджувати в практику будівництва гідротехнічних споруд інженерно-біологічні методи – регулювання стоку річок проводити з урахуванням гідрологічних, геоботанічних та екологічних властивостей річки і заплави, створюючи придонні пороги, охороняючи і

примножуючи рослинність уздовж берегів річок. Усе це сприяє підвищенню біохімічної активності річок і є необхідною умовою боротьби за чисту воду.

Розв'язання проблеми нейтралізації антропогенного забруднення іде у двох напрямках:

- максимального скорочення скидання забруднених стоків у водоймища;
- ефективного очищення (вдосконалення систем водопостачання, впровадження систем оборотного водопостачання, розведення в сукупності з процесами самоочищення тощо).

За фазодисперсним станом домішки у воді поділяють на чотири групи.

До першої групи домішок води належать завислі у воді речовини, а також бактеріальні завислі речовини та інші біологічні утворення. Вилучення цих домішок, тобто освітлення води, може бути досягнуто безреагентними методами (наприклад, ультрафіолетовим промінням).

Друга група домішок – це різні типи гідрофільних і гідрофобних систем, високомолекулярні речовини та детергенти. Для видалення їх з води застосовують обробку води хлором, озоном, іонами срібла та іншими окисниками. При цьому знижується кольоровість води, знищуються мікроорганізми, руйнуються гідрофільні колоїди, що створює сприятливі умови для наступного коагулювання, прискорюється процес утворення пластівців та осаду.

Для третьої групи домішок, які є молекулярними розчинами, найбільш ефективні такі процеси їх вилучення з води, як аерація, окиснення, адсорбція.

Для четвертої групи домішок, які являють собою іонні розчини (електроліти), технологія очистки зводиться до переведення іонів у малодисоційовані сполуки, фіксації іонів на твердій фазі іонітів, переведення іонів у малорозчинні сполуки, мікробного виділення іонів металів тощо.

Стічні води підприємств атомної промисловості, атомних енергетичних установок, науково-дослідних, медичних установ та ряду галузей

промисловості, які використовують радіоактивні ізотопи, можуть бути джерелами забруднення природних вод радіоактивними ізотопами.

За міжнародним стандартом якості питної води граничнодопустимий рівень сумарної радіоактивності встановлено для γ -випромінювачів – 109 мкКі/л, для β -випромінювачів – 10⁻⁸ мкКі/л (1 кюрі = 3,7 • 10¹⁰ розпадів/с). Останнім часом використовують одиниці вимірювання Беккерель.

Видалення радіоактивних речовин із води можна здійснити дистиляцією, відстоюванням, фільтруванням, коагулюванням, адсорбцією (глинами, активованим вугіллям тощо), іонним обміном та комбінацією перелічених методів.

Міські стічні води – це суміш господарсько-побутових, промислових, зливових (дощових, снігових) вод, а також стічних вод від поливання і миття міських територій.

Основними методами обробки міських стічних вод є усереднення концентрації (вирівнювання складу стічних вод у спеціальних спорудах – усереднювачах, де змішуються промислові води з різними концентраціями забруднювальних речовин, механічні методи (затримання нерозчинних великих часток на ситах, фільтрах, у відстійниках), фізико-хімічні методи (кристалізація, випаровування, евапорація, екстракція, іонний обмін, сорбція, аерація), хімічні методи (нейтралізація, іонний обмін), біологічні методи (поля зрошення, поля фільтрації, біоставки, крапельні біофільтри, аеротенки тощо).

Суть біологічного очищення полягає в тому, щоб штучно відтворити умови для більш швидкого ніж у природі, розкладання хімічних сполук до елементарних форм, придатних для введення в природний біологічний кругообіг. Основний недолік біологічного очищення – мала придатність для знешкодження багатьох промислових стоків, а також стоків із біогенними речовинами. Тому сьогодні велике значення надається створенню і впровадженню фізико-хімічних методів очищення.

Нормування вмісту шкідливих речовин у воді водних об'єктів виконується за трьома основними показниками шкідливості: органолептичним, загальносанітарним і санітарно-токсикологічним [5].

Показник шкідливості, який характеризується найменшим пороговим значенням, називається лімітувальним. Санітарні правила і норми 4630-88 лімітують вміст у поверхневих водах 1345 речовин за ГДК чи ОДР (орієнтовно допустимі рівні).

Охорона підземних вод може здійснюватись як активними, так і пасивними методами. До пасивних належать профілактичні заходи: розміщення міських звалищ у районах з відповідною гідрологічною обстановкою, контроль над використанням хімічних добрив тощо. До активних слід віднести спорудження захисних пристроїв на шляхах поширення сильно забруднених стоків.

До найбільш перспективних методів охорони водоймищ належать фізико-хімічні методи очищення в сукупності з мікробіологічними, продування особливо забруднених ділянок киснем, нагрів нижнього шару води для кращого її перемішування, улаштування очисних станцій тощо.

Перспективними є також системи реутилізації, оборотного постачання, чому сприяє удосконалення технологічних процесів.

Відомо, що токсичність водного середовища формується за рахунок надходження шкідливих речовин техногенного походження, нагромадження значних їх кількостей та порушення під впливом останніх природних геохімічних циклів колообігу речовин.

Серед найбільш поширених високотоксичних речовини у прісних водоймах одне з провідних місць займають важкі метали. Характерною особливістю їх іонів є те, що вони не руйнуються в природних умовах, а лише змінюють форму знаходження, поступово накопичуючись в різних компонентах екосистеми. У зв'язку з цим особливого значення набуває

вивчення накопичення цих токсикантів гідробіонтами та вплив їх іонів на метаболізм у риб. Останні, як відомо, є вищими, часто кінцевими ланками трофічних ланцюгів у водних екосистемах, і тому слід чекати значного накопичення в їх органах і тканинах іонів важких металів.

Враховуючи те, що риби є досить поширеним харчовим продуктом, існує висока ймовірність попадання вказаних металів і в організм людини. Виходячи з зазначеного варто зупинитися на характеристиці шляхів проникнення та акумулювання важких металів в тканинах риб, а також їх впливу на метаболічні процеси. Поглинання речовин, згідно законів сорбції, залежить від фізико-хімічних умов середовища та поверхні адсорбента. Надзвичайна варіабельність складу, структури водних організмів та умов їх існування ставить під сумнів виявлення загальних рис сорбційних процесів. Однак, в найбільш загальному випадку такий показник як питома поверхня водних організмів, тобто відношення поверхні до одиниці маси чи об'єму, робить можливим порівняльний аналіз вивчення біологічної трансформації елементів. Якщо розмістити водні організми за зменшенням питомої поверхні то буде отримано такий ряд: бактерії – одноклітинні – ракоподібні – риби – ссавці.

Існує точка зору, що при ускладненні морфофізіологічної будови і збільшення розмірів гідробіонтів їх сорбційна здатність, віднесена до одиниці маси, знижується, а значення ланцюгів живлення в накопиченні речовин зростає. Разом з тим сорбція залежать не лише від природи твердої фази, але і від властивостей сполук самого елемента. В цілому, для металів з збільшенням атомної маси зростають гідролітичні та адсорбційні процеси, збільшується схильність до гідролізу та накопичення в твердій фазі. При збільшенні порядкового номера елемента більшою мірою прослідковується зв'язок між ступенем акумулювання металу і розмірами гідро біонтів: з зменшенням питомої поверхні коефіцієнти накопичення будуть, як правило, знижуватися, і навпаки. Однак при дослідженні накопичення стронцію та цезію виявлено, що їх інтенсивність мало залежать від розмірів гідробіонтів. В цьому випадку

ступінь розвитку поверхні не відіграє визначальної ролі в процесах проникнення. Цей висновок справедливий і для решти найбільш поширених металів перших двох груп.

1.4. Висновки до розділу 1

Водойми урбанізованих територій зазнають останнім часом значного забруднення різними токсичними речовинами, серед яких важкі метали внаслідок своєї персистентності та здатності мігрувати у трофічних ланцюгах відіграють особливу роль.

З еколого-токсикологічних позицій не всі важкі метали можуть бути оцінені однозначно. Серед важких металів особливу загрозу для гідробіоценозів становлять: свинець, кадмій, мідь, цинк, хром і ртуть. Навіть незначні концентрації цих металів порушують екологічну рівновагу і через токсичний стрес спричиняють незворотні функціональні порушення, а часом і смерть гідробіонтів.

Джерелом надходження важких металів до навколишнього середовища є відходи практично всіх галузей народного господарства. Найбільш токсичними є іони металів – Cu, Cd, Pb, Cr, Mn, Hg, Fe, Al, Se, Sn.

В живих організмах важкі метали відіграють двояку роль. В малих концентраціях вони входять до складу біологічно активних речовин, які регулюють нормальний перебіг процесів життєдіяльності. Зростання в результаті техногенного забруднення нешкідливих концентрацій важких металів призводить до негативних і навіть катастрофічних наслідків для живих організмів.

До найбільш перспективних методів охорони водоймищ належать фізико-хімічні методи очищення в сукупності з мікробіологічними, продування особливо забруднених ділянок киснем, нагрів нижнього шару води для кращого її перемішування, улаштування очисних станцій тощо. Перспективними є також

системи реутилізації, оборотного постачання, чому сприяє удосконалення технологічних процесів.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

2.1. Визначення важких металів у воді

Визначення концентрації важких металів (Zn, Fe, Mn, Cu, Ni, Co, Pb, Cd) у воді та донних відкладах проводилося методом атомно-абсорбційної спектрометрії та оптичної емісійної спектрометрії [Ошибка! Источник ссылки не найден.] на оптичному емісійному спектрометрі з індуктивно-зв'язаною плазмою iCAP 6300 Duo (Thermo-Fisher Corporation, США). Прилад призначений для якісного та кількісного аналізу елементного складу речовин і дозволяє швидко та точно одночасно визначати до 40 хімічних елементів у різноманітних зразках (рослинах та іншій біоті, у воді, в ґрунтах та ін.) ІЗП-спектрометр складається із джерела збудження спектра, блоку спектрометра та системи реєстрації спектра на матричному детекторі. У приладі реалізовано метод емісійного спектрального аналізу зі збудженням спектра проби в аргоновій плазмі, яка утворюється під дією високочастотного електромагнітного поля.

Метод атомно-абсорбційної спектрометрії заснований на поглинанні випромінювання (ультрафіолетова і видима спектральні області) не збудженими атомами в газоподібному стані.

Принцип атомізації полягає в переводі сполук у стан окремих атомів. Для вимірювання поглинання кожного елементу пробу поміщали в склянку в кількості 15 -20 мл (до цього вода, що відібрана з природних водойм, концентрується до такої кількості випарюванням 10 разів) і в даній пробі опускали вільно кінець капіляра спектрофотометра. Вимірювали кількісно поглинання. Вміст елементів визнача ли за відповідним калібрувальним графіком. Для досягнення потрібної температури в атомізаторі використовували пропаново-бутанову суміш [7].

Визначення були зроблені відповідно до міжнародних стандартів ISO 8288 "Визначення кобальту, нікелю, міді, цинку, кадмію та свинцю " та "Методи визначення елементів. Атомно-абсорбційна спектрометрія (AAS) метод "[7].

Відібрані проби води фільтрували крізь мембранний фільтр з діаметром пор 0,45 мкм, підкислювали концентрованою азотною кислотою (із розрахунку 12 см³ кислоти на 1 дм³ води) і, в разі потреби, зберігали в холодильнику [3].

Інструкція з відбирання, підготовки проб води і ґрунту для хімічного та гідробіологічного аналізу гідрометеорологічними станціями і постами. Затверджено наказом ДСНС України № 30 від 19.01.2016 р. [Електронний ресурс] / [https:// zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0030388-16](https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0030388-16).

2.2. Визначення важких металів у ґрунтах та осадах

Ґрунт – унікальний незамінний природний ресурс, накопичувач сонячної енергії, основа життя рослин, тварин і людини, а також природний індикатор забруднення навколишнього середовища. Забруднення ґрунтів важкими металами викликає глобальний інтерес з боку сучасної науки в зв'язку з підвищенням техногенного впливу на навколишнє природне середовище. Природне забруднення ґрунтів пояснюється надходженням важких металів та їх різних форм з материнських порід та глибинних рудних родовищ корисних копалин .

Основними природними джерелами важких металів для ґрунтів є гірські породи. Набір і склад у них хімічних елементів визначає хімічні властивості ґрунтів. У результаті складних біохімічних і геохімічних процесів, що протікають у ґрунті, відбувається перерозподіл окремих елементів між генетичними горизонтами, при цьому властивості, успадковані ґрунтом від породи, зберігаються.

Геохімія ґрунтоутворювальних порід визначається їх хімічним складом. Встановлено, що збільшення вмісту кварцу в осадових породах обумовлює дефіцит більшості мікроелементів. Важкі суглинки, озерний алювій збагачено Mn, Cr, V, Cu, Ni, Sr. Вміст металів у лесгах і глинах близький до вмісту в основних і кислих породах. Для осадових порід характерне накопичення цирконію, титану, олова, золота, платини. Вапняки і доломіти накопичують барій, стронцій, свинець, марганець, бор; такі елементи, як молібден, мідь, кобальт, йод та цинк становлять в них меншу кількість. Максимальним накопиченням мікроелементів відрізняються сланці звичайні і бітуміновані, а також глинисті і суглинисті пухкі відклади. Найбільший вміст Cu, Zn, Co, Ni спостерігається в лесовидних суглинках, глинах, найменший – у піщаних і супіщаних породах.

Важкі метали, які випали на ґрунт, переміщуються з водними потоками і часто концентруються у донних відкладах. Важкі метали, які потрапляють у ґрунт у вигляді різних хімічних сполук, можуть значно накопичуватись у ньому, що небезпечно для нормального функціонування ґрунтової біоти. У малих концентраціях метали як мікроелементи необхідні для нормальної життєдіяльності організмів. У високих концентраціях важкі метали негативно впливають на структуру і функції природних екосистем, змінюють ґрунтовий біоценоз, функціонування якого підтримує родючість ґрунту. Під впливом важких металів відбуваються порушення в структурі комплексу ґрунтових мікроорганізмів, пригнічення їх біохімічної діяльності, інгібування активності цілого ряду ферментів — фосфатаз, протеаз, дегідрогеназ, інвертаз тощо.

2.3. Висновки до розділу 2

Для визначення важких металів у воді та осадах використовували метод атомно-абсорбційної спектрометрії та оптичної емісійної спектрометрії, з використанням на оптичного емісійного спектрометра.

Важкі метали, які знаходяться у воді або випали на ґрунт прибережної зони, переміщуються з водними потоками і часто концентруються у донних відкладах. Важкі метали, які потрапляють у ґрунт у вигляді різних хімічних сполук, можуть значно накопичуватись у ньому, що небезпечно для нормального функціонування ґрунтової біоти. У малих концентраціях метали як мікроелементи необхідні для нормальної життєдіяльності організмів.

РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ДАРНИЦЬКОГО РАЙОНУ МІСТА КИЄВА

3.1. Основні джерела забруднення водойм у Дарницькому районі міста Києва

На території Дарницької області є 67 водойм різного типу, що становить 15,5% від усіх (417) водойм у Києві. Це озера, системи ставків, каналів, струмків, а також ділянка русла Дніпра. Кожне водосховище має власні гідрологічні характеристики та антропогенне навантаження різного ступеня інтенсивності. Басейн води району представлений площею 556,09 га, у тому числі: 33 озера - 156,69 га 12 штучних водойм - 345,1 га 8 ставків - 7,8 га 3 бухт - 46,5 га 3 потоків - 10 8 км 8 каналів - 14,4 км. Усі водойми Дарницького району потрапляють до басейну Дніпра. Київ - озера, штучні водойми, ставки, потоки та канали.

Площа водозбору Дніпра, водосховища та заплави Дніпра, а також русла річок колишніх річок за гідрографічними ознаками можна розділити на 4 основні групи. Перші, найчисленніші, - озера, генетично пов'язані з заплавою Дніпра. Це більшість лівобережних водойм, таких як озеро Тельбін, озеро Нижній Тельбін, Вірлиця та інші. До другої групи належать озера, що утворилися на історичних руслах малих річок, які раніше протікали через місто та навколишню територію. До третьої групи належать ставки, які розташовані на постійних і сухих стоках. Четверту групу складають озера у кар'єрах.

Концентрація металів у воді досліджуваних об'єктів встановлюється в результаті складної системи фізичних, хімічних та біологічних процесів та утримання балансу між вмістом цих факторів у товщині вода, суспендованих в органічних частинках важких металів і у донних осадах. Нижні шари осадів, в яких зазвичай концентрація металів більша, ніж у водному середовищі, за

певних умов можуть стати джерелом вторинного забруднення водних мас важкими металами [8].

Надходження металів з донного осаду в товщу води може призвести до зниження рН середовища та зміни окиснення-відновного потенціалу, дефіциту розчиненого кисню у воді, збільшення концентрації органічних речовин та інших чинників [25, 26]. У теплі сезони (весна та літо) метали можуть виходити з донного осаду у воду через підвищення температури і активізацію процесів органічного розкладання речовин. Тому збільшення вмісту важких металів в донних відкладах, загалом, розглядається як показник потенційного забруднення води об'єктів, в тому числі, коли визначена у воді їх концентрація низька [25].

Донні джерела забруднення відіграють важливу роль при надходженні металів до представників водної біоти. Бентосні організми, які живуть на дні водойми можуть поглинати безпосередньо забруднювачі, накопичені в частинках осаду та опосередковувати перенесення металів в товщу води або до представників інших трофічних рівнів [3].

Вплив металів на біотичні компоненти водних екосистем багато в чому визначається їх біодоступністю та здатністю до біоаккумуляції в клітинах гідробіонтів [9, 15, 27]. Біоаккумуляція - це накопичення металів в організмі в концентрації більшій, ніж у воді або навколишньому середовищі і є результатом низки процесів, пов'язаних з надходження, обміном речовин у тканинах і виведенням .

Рівень біоаккумуляції важких металів є зручним інтегративним показником впливу забрудненого середовища на організми, однак, його інтерпретація залежить від багато геохімічних, сезонних та кліматичних та біологічних факторів, включаючи види та вік гідробіонтів, харчування та інше.

Результати досліджень, проведених різними авторами, свідчать про неоднаковий вміст важких металів в організмах морських тварини та мешканців континентальних водойм, при цьому велике значення мала сезонна динаміка накопичення металів, залежність цього процесу від географічного положення та ступеню антропогенного навантаження, а також особливостей хімічного складу води.

3.2. Характеристика забруднення важкими металами водних об'єктів Дарницького району

Визначаючи типові проблеми поверхневих водойм Дарницького району, можна їх проілюструвати на прикладі озера Сонячне.

Озеро Сонячне знаходиться в густо заселеній селітебній зоні Дарницького району. Воно за своїм походженням змішаного генезису, а на формування його долини в сучасному стані вплинуло намивання території при будівництві житлового масиву Позняки. Озеро живиться за рахунок підземних джерел та атмосферних опадів. Його дно озера піщане, береги пологі. Що стосується стану води озера Сонячного, то він характеризується помірним стабільним забрудненням.

За своїм хімічним складом вода озера відповідає кваліфікації гідрокарбонатно-сульфатно-хлоридно-кальцієво-магнієвонатрієва. За даними нашого дослідження спостерігається перевищення гранично допустимих концентрацій по барію, марганцю та магнію (табл. 3.1). Суто сезонний характер має органічне забруднення (визначені сполуки азоту). Його підвищення реєструється традиційно влітку. До непередбачених санітарно-епідемічних наслідків може призвести погіршення якісного складу поверхневих водойм та водотоків.

В рамках проведення державного соціально-гігієнічного моніторингу за оздоровчий сезон 2016 р. була досліджена 101 проба води поверхневих водойм та 20 проб 18 ґрунту, в тому числі, за санітарно-гігієнічними показниками – 51 проба води (357 досліджень), з яких 12 проб нестандартні (або 23,5%) – оз. на вул. Бажана-Ревуцького – рН= 8,7-8,65 (норма – 6,5-8,5), оз. Сонячне – БПК5 - 5,7 мгО2/дм³ (норма – не більше 4,0 мгО2/дм³), озера в парку Партизанської слави №№ 1,2,3 – БПК5 - 5,8-5,6 мгО2/дм³, озеро Вирлиця – БПК5 - 5,4 мгО2/дм³, оз. Тягле – БПК5 - 5,4 мгО2/дм³). Як було встановлено, не відповідають за мікробіологічними показниками гігієнічним вимогам 50 проб води (300 досліджень), з яких у 18 пробах виявлені відхилення (або 36% - 18 досліджень на індекс лактозо позитивної кишкової палички та 16 досліджень – індекс ентерококів).

Встановлено, що проби води не відповідають гігієнічним вимогам – виявлено індекс лактозо позитивної кишкової палички вище нормативних значень (не менше 1×10^3 в 1 дм³ води): в озерах №1,2 парку «Партизанської слави» – $2,4 \times 10^4$ в 1 дм³, озері Вирлиця – $2,4 \times 10^4$ в 1 дм³, озері Тягле - 7×10^4 в 1 дм³, озерах № 1,2 по пр. Бажана-Ревуцького – $2,4 \times 10^5$ в 1 дм³; в озерах Тягле, Вирлиця, №№ 1,2 парку «Партизанської слави» – встановлено підвищений індекс ентерококів, але при цьому патогенних ентеробактерій у досліджених пробах води не виявлено.



Рис. 3.1. Озеро Сонячне

Не відповідають санітарним вимогам за мікробіологічними показниками – 20 проб ґрунту (60 досліджень), з яких 10 проб або 50%, а саме: в прибережній смузі озер №№ 1,2,3 в парку «Партизанської слави», оз. Сонячне, Вирлиця, та р. Дніпро – з/в «Осокорки» по вул. Малоземельній за титром кишкової палички.

Як забруднений характеризується ґрунт прибережної зони. В зонах відкритих водойм для запобігання спалахів кишкових інфекцій серед населення Дарницького району біля озер були оформлені інформаційні щити про заборону купання.

Таблиця 3.1
Показники якості води озера Сонячне

№ з/ч	Показники, що аналізуються	1/418	2/419	<u>3/420</u>	ГДК
1	Водневий показник, рН	7,50	7,55	7,70	6,5-8,5
2	Жорсткість загальна	5,2	5,2	5,6	–
3	Масова частка алюмінію	0,2010	0,0800	0,1920	0,53
4	Масова частка миш'яку	0,01306	0,01296	0,00969	0,053
5	Масова частка барію	0,21266	0,17742	0,16194	0,13
6	Масова частка бору	0,12337	0,10562	0,07466	0,53
7	Масова частка берилію	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,00023
8	Масова частка кадмію	< 0,0001	< 0,0001	0,00014	0,0013
9	Масова частка кобальту	< 0,0001	0,00019	< 0,0001	0,13
10	Масова частка хрому	0,00347	0,01275	0,00298	0,5
11	Масова частка міді	0,00321	0,00721	0,00934	1,03
12	Масова частка заліза	0,20115	0,19768	0,22226	0,33
13	Масова частка марганцю	0,33725	0,32781	0,25538	0,13
14	Масова частка молібдену	< 0,001	0,00105	< 0,001	0,25
15	Масова частка нікелю	0,0051	0,0059	0,0052	0,13

16	Масова частка ртуті	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,00053
17	Масова частка свинцю	0,00176	0,00276	0,00327	0,03
18	Масова частка сурми	0,08166	0,06345	0,03896	0,013
19	Масова частка селену	0,00395	0,00377	0,00227	0,053
20	Масова частка олова	0,00048	< 0,0001	< 0,0001	–
21	Масова частка стронцію	0,82324	0,79280	0,61974	7,0
22	Масова частка титану	0,00579	0,00208	0,00390	0,13
23	Масова частка ванадію	0,05020	0,05251	0,03741	0,1
24	Масова частка цинку	0,02018	0,02932	0,06802	1,03
25	Масова частка талію	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	0,00013

В наступних матеріалах представлені результати досліджень водою Дарницького району міста Києва : озер Жандарка , Качине, Вулик (рис. 3.2, 3.3, 3.4) у таблицях – вміст важких металів та інші показники якості води (табл.3.2, 3.3, 3.4).



Рис.3.2. Озеро Жандарка

Таблиця 3.2

Показники якості води озера Жандарка

№ з/ч	Показники, що аналізуються	1/418	2/419	<u>3/420</u>	ГДК
1	Водневий показник, рН	7,56	7,52	7,62	6,5-8,5
2	Жорсткість загальна	5,6	5,2	5,4	—
3	Масова частка алюмінію	0,09858	0,09160	0,09001	0,53
4	Масова частка миш'яку	0,00116	<0,001	<0,001	0,053
5	Масова частка барію	0,14686	0,13039	0,12717	0,13
6	Масова частка бору	0,07596	0,08040	0,07842	0,53
7	Масова частка берилію	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,00023
8	Масова частка кадмію	0,00021	< 0,0001	< 0,0001	0,0013
9	Масова частка кобальту	0,00080	< 0,0001	< 0,0001	0,13
10	Масова частка хрому	0,01258	0,00296	< 0,001	0,5
11	Масова частка міді	0,00480	0,00514	0,00206	1,03
12	Масова частка заліза	0,30493	0,22449	0,16506	0,33
13	Масова частка марганцю	0,31644	0,27945	0,16940	0,13
14	Масова частка молібдену	0,00068	0,00065	0,00068	0,25

15	Масова частка нікелю	0,0054	0,0049	0,0056	0,13
16	Масова частка ртуті	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,00053
17	Масова частка свинцю	0,00214	0,00202	0,00150	0,03
18	Масова частка сурми	0,05641	0,07561	0,06746	0,013
19	Масова частка селену	< 0,001	< 0,001	0,00318	0,053
20	Масова частка олова	0,00089	< 0,0001	< 0,0001	–
21	Масова частка стронцію	0,43460	0,38755	0,41885	7,0
22	Масова частка титану	0,00571	0,00625	0,00621	0,13
23	Масова частка ванадію	0,03836	0,03875	0,03748	0,1
24	Масова частка цинку	0,0524	0,05019	0,07499	1,03
25	Масова частка талію	< 0,00005	0,06730	< 0,00005	0,00013



Рис.3.3. Озеро Качине

Таблиця 3.2

Показники якості води озера Качине

№ з/ч	Показники, що аналізуються	1/418	2/419	<u>3/420</u>	ГДК
1	Водневий показник, рН	7,54	7,74	7,86	6,5-8,5
2	Жорсткість загальна	5,0	5,0	5,0	–
3	Масова частка алюмінію	0,2002	0,6052	1,432	0,53
4	Масова частка миш'яку	<0,001	<0,001	<0,001	0,053
5	Масова частка барію	0,26333	0,13608	0,13025	0,13
6	Масова частка бору	0,09775	0,08281	0,10255	0,53
7	Масова частка берилію	<0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,00023
8	Масова частка кадмію	<0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0013
9	Масова частка кобальту	<0,0001	0,00223	< 0,0001	0,13
10	Масова частка хрому	0,00352	0,00561	0,00353	0,5
11	Масова частка міді	<0,001	0,00431	<0,001	1,03
12	Масова частка заліза	0,36174	0,78694	0,25528	0,33
13	Масова частка марганцю	1,5378	0,06267	0,06901	0,13
14	Масова частка молібдену	0,00026	0,00068	0,00088	0,25
15	Масова частка	0,0041	0,0040	0,0085	0,13

	нікелю				
16	Масова частка ртуті	<0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,00053
17	Масова частка свинцю	<0,0001	0,00895	0,00294	0,03
18	Масова частка сурми	0,00606	0,08444	0,06789	0,013
19	Масова частка селену	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,053
20	Масова частка олова	0,00042	<0,0001	< 0,0001	–
21	Масова частка стронцію	0,89299	0,49275	0,54161	7,0
22	Масова частка титану	0,00778	0,01589	0,01176	0,13
23	Масова частка ванадію	0,04959	0,04034	0,02043	0,1
24	Масова частка цинку	0,03847	1,3027	0,04785	1,03
25	Масова частка талію	0,00197	0,06239	<0,00005	0,00013



Рис.3.4. Озеро Вулик

Таблиця 3.4

Показники якості води озера Вулик

№ з/ч	Показники, що аналізуються	1/418	2/419	<u>3/420</u>	ГДК
1	Водневий показник, рН	8,14	7,53	7,48	6,5-8,5
2	Жорсткість загальна	13,6	12,9	13,4	—
3	Масова частка алюмінію	0,07076	0,4842	0,12033	0,53
4	Масова частка миш'яку	0,00086	<0,001	<0,001	0,053
5	Масова частка барію	0,13750	0,13706	0,13394	0,13
6	Масова частка бору	0,14947	0,17820	0,17643	0,53
7	Масова частка берилію	<0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,00023
8	Масова частка кадмію	<0,0001	< 0,0001	0,00010	0,0013
9	Масова частка кобальту	<0,0001	0,00227	<0,0001	0,13
10	Масова частка хрому	<0,001	0,00653	0,00385	0,5
11	Масова частка міді	<0,001	<0,001	0,00842	1,03
12	Масова частка заліза	0,15659	0,27290	0,14486	0,33
13	Масова частка марганцю	1,1086	0,63323	0,31396	0,13
14	Масова частка молібдену	<0,0001	0,00094	0,00038	0,25

15	Масова частка нікелю	0,0028	0,0040	0,0046	0,13
16	Масова частка ртуті	<0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,00053
17	Масова частка свинцю	0,00212	0,00236	0,00195	0,03
18	Масова частка сурми	0,00697	0,02818	0,04681	0,013
19	Масова частка селену	<0,001	0,00072	0,00242	0,053
20	Масова частка олова	<0,0001	<0,0001	< 0,0001	–
21	Масова частка стронцію	1,2613	1,2883	1,4738	7,0
22	Масова частка титану	0,00795	0,01216	0,00387	0,13
23	Масова частка ванадію	0,05998	0,05896	0,06486	0,1
24	Масова частка цинку	0,03514	0,03239	0,02996	1,03
25	Масова частка талію	0,00182	<0,00005	<0,00005	0,00013

Озеро Нижній Тельбін (рис.3.5) за дослідженими якісними властивостями води, донних відкладів та рослинності відноситься до водойми, стабільно забрудненої промисловими відходами. Як було визначено за результатами багатьох обстежень, забруднюючі речовини у Нижній Тельбін були привнесені стічними водами Дарницького меліоративного каналу з Дніпровсько-Деснянської промислової зони.

Незважаючи на те, що після 1990 року деякі промислові підприємства достатньо давно припинили чи перепрофілювали свою діяльність, дані визначення важких металів у пробах води, мулу та рослинності свідчать, що

забруднення у водоймі зберігається на дуже небезпечному рівні та загрожує природному середовищу.

В цілому, вода озера Нижній Тельбін має нормальну мінералізацію (0,1-0,5 мг/л), помірно жорстка (5,0-5,5), помірно лужна (7,2-8,0), за типом вода гідрокарбонатно-хлоридно-сульфатно-кальцієво-натрієво-магнієва. Що стосується хімічного складу вода в озері, то він відзначається як гідрокарбонатно-сульфатно-хлоридно-кальцієво-натрієвомагнієвий.

В той же час, перевищення рівнів забруднення води у озері Нижній Тельбін спостерігається по ряду важких металів (барій – 5 ГДК, свинець – до 3,5 ГДК, марганець – до 8,3 ГДК, титан – до 7,7 ГДК). Крім того, спостерігалися стабільні значні перевищення гранично допустимих концентрацій забруднення донних відкладів, наприклад, по свинцю до 100 ГДК (табл.3.5).

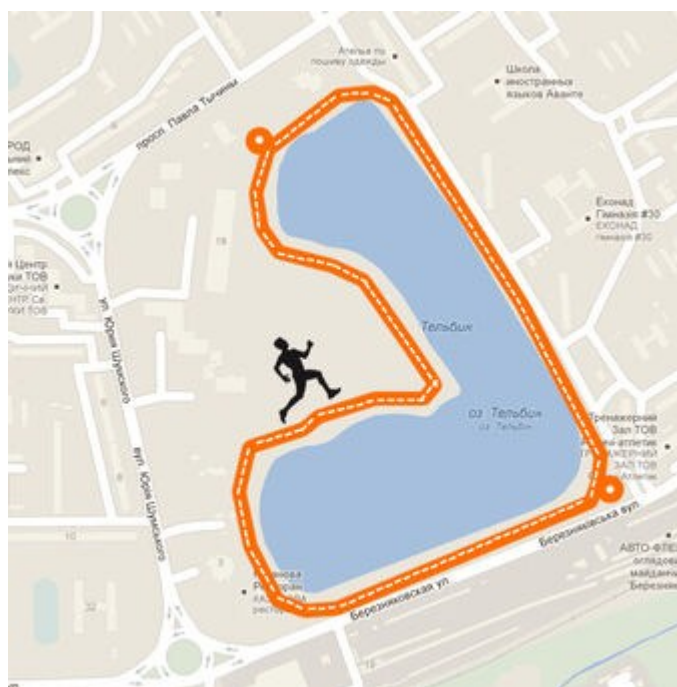


Рис.3.5. Озеро Нижній Тельбін

За якісними властивостями води, донних відкладів та рослинності озеро Нижній Тельбін можна віднести до стабільно забрудненої водойми з усіма визначеними особливостями промислового забруднення, а рівень забруднення свідчить про тривалий і стійкий його характер. Такий висновок можна зробити ще й тому, що комунальне підприємство "Плесо" у 2000 році проводило дослідження даної водойми та отримані ним результати є подібними до визначених у даному дослідженні показникам.

Вода озера Нижній Тельбін по складу та рівню забруднення мало схожа на природну. Ця водойма повністю вичерпала свої природні властивості до відновлення.

Санітарно-гігієнічний стан озера Нижній Тельбін та його прибережних захисних смуг визначається як незадовільний. Береги цього озера роками перетворювалися у несанкціоновані звалища побутового та будівельного сміття, що викликало його вторинне забруднення.

Озеро Нижній Тельбін за отриманими результатами дослідження абсолютно не відповідає вимогам до водойм II категорії водокористування, не може бути призначене для культурно-побутового й тим більше для рекреаційного використання.

Таблиця 3.5

Показники якості води озера Нижній Тельбін

№ з/ч	Показники, що аналізуються	1/418	2/419	<u>3/420</u>	ГДК
1	Водневий показник, рН	7,85	7,96	8,10	6,5-8,5
2	Жорсткість загальна	5,1	5,0	5,1	–
3	Масова частка алюмінію	3,258	3,988	3,122	0,53
4	Масова частка миш'яку	0,04956	0,04308	0,04614	0,053
5	Масова частка барію	0,24586	0,21750	0,23636	0,13
6	Масова частка бору	0,19748	0,16534	0,18473	0,53
7	Масова частка берилію	<0,0001	< 0,0001	0,00017	0,00023
8	Масова частка кадмію	0,00011	<0,0001	0,00014	0,0013
9	Масова частка кобальту	0,00165	0,00172	0,00171	0,13
10	Масова частка хрому	0,00550	0,00579	0,00621	0,5
11	Масова частка міді	0,00520	0,00467	0,00634	1,03
12	Масова частка заліза	1,3644	1,3977	1,1671	0,33
13	Масова частка марганцю	0,10624	0,12117	0,11187	0,13
14	Масова частка	0,02484	0,02412	0,02375	0,25

	молібдену				
15	Масова частка нікелю	0,0069	0,0069	0,0071	0,13
16	Масова частка ртуті	<0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,00053
17	Масова частка свинцю	0,01426	0,00569	0,00458	0,03
18	Масова частка сурми	0,04162	0,04718	0,05920	0,013
19	Масова частка селену	0,03555	0,02980	0,02453	0,053
20	Масова частка олова	<0,0001	<0,0001	< 0,0001	–
21	Масова частка стронцію	0,60967	0,56521	0,58938	7,0
22	Масова частка титану	0,09282	0,0914	0,08569	0,13
23	Масова частка ванадію	0,03434	0,03133	0,03484	0,1
24	Масова частка цинку	0,03367	0,03552	0,03555	1,03
25	Масова частка талію	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,00013

Дана водойма викликає велике занепокоєння науковців та громадськості ще й тому, що вона має безпосередній зв'язок із Дніпром і може транспортувати забруднюючі речовини у річку.

3.3. Перспективні заходи по покращенню екологічного стану водойм

Таким чином, з проведеного дослідження витікає, що основними джерелами забруднення водойм Дарницького району є скиди з промислових об'єктів, неналежний стан наявної інфраструктури водовідведення та застарілих очисних споруд, недотримання норм утримання водоохоронних зон, а також змив та дренування токсичних речовин із земель сільськогосподарського призначення.

Основними речовинами, що призводять до забруднення, являються сполуки важких металів, сполуки азоту та фосфору, нафтопродукти, феноли, сульфати, поверхнево-активні речовини. Окрім того, останнім часом зростає забруднення медичними відходами та мікропластиком, яке на сьогодні не контролюється.

Особлива небезпека забруднення водойм полягає в тому, що може потенційно призводити до виникнення різноманітних захворювань населення, зниження загальної резистентності організму і, як наслідок, до підвищення рівня загальної захворюваності, зокрема на інфекційні та онкологічні захворювання.

Слід відмітити також, що нині діюча система моніторингу вод є неефективною та застарілою. Очевидно, що вона не відповідає сучасним європейським стандартам.

У сфері охорони вод система державного управління потребує невідкладного її реформування і переходу до інтегрованого управління водними ресурсами за басейновим принципом. Як відзначають багато авторів досліджень, для поліпшення якості води потрібно застосовувати й інноваційні заходи. Зокрема, до них належить аерація водойм через посилення водообміну. Очевидно, що насичення повітрям води є дуже важливим

моментом в житті будь-якого водоймища і водяних організмів, що його населяють.

Аерація водойми, природна або штучно створена, сприятливо впливає на життєдіяльність гідробіонтів, встановлює екологічний баланс і є найкращою інвестицією в розвиток водойми. Такий захід доцільно проводити круглий рік. Влітку, наприклад, при проведенні аерації насичуються киснем глибинні шари води. Це буде сприяти процесам перебігу реакцій азотного циклу, що в свою чергу позитивно впливає на мешканців водойми. Одночасно з насиченням води киснем перемішується вода з різних глибин водойми. В результаті перемішування нижніх холодних шарів з теплими верхніми відбувається стабілізація температури води, яка стає рівномірною на різних глибинах. Самоочищення водойми після проведення аераційних робіт восени дозволить йому успішно перезимувати. В той же час, аераційні роботи, проведені взимку, дозволять позбутися шкідливих газів, що скупчуються під льодом і негативно впливають на кисневий режим водойми. Про позитивний ефект застосування аераторів для покращення екологічного стану забруднених водойм свідчать результати вітчизняних та закордонних наукових досліджень.

Як приклад, можна навести проект штучної аерації на оз. Тельбін, яке розпочало для покращення екологічного стану водойм Дарницькоо району міста Києві комунальне підприємство «Плесо» у 2016 році. Вибір саме цього озера пояснюється відносно невеликими розмірами: площа водного дзеркала – 124 тис. м², довжина – 800 м, максимальна ширина складає 160 м, мінімальна – 100 м, а також глибиною близько 12 м. Слід відмітити, що в озері Тельбін, як і в більшості водойм міста, спостерігається дефіцит розчиненого кисню у придонному шарі води протягом року.

Значним недоліком системи спостереження за водними об'єктами Києва, на відміну від системи моніторингу стану атмосферного повітря, є те, що вона розроблена і впроваджена надзвичайно слабо. Систематичні спостереження

за якістю води комплексно виконуються лише на Дніпрі. Основними суб'єктами моніторингу є:

1) Гідрометцентр на основному руслі Дніпра біля о. Венеціанський. Повторюваність аналізів – один раз на місяць. У теплу пору року здійснюється гідробіологічний моніторинг у південній околиці Києва біля скиду ТЕЦ-5.

2) Держводагенство – гідрохімічний моніторинг біля о. Венеціанський, на водозаборі ТЕЦ-5, а також біля скиду Бортницької станції аерації.

Систему моніторингу стану водних об'єктів сьогодні вже організовано на базі лабораторії комунального підприємства «Плесо». Хоча вимірювання показників еколого-санітарного стану водойм проводилися для більшості водойм Києва, однак вони не являються систематичними й роблять неможливим моніторинг змін окремих параметрів гідроекосистем у динаміці. В той же час, при такому підході не виявлені джерела забруднення поверхневих вод.

Система моніторингу якісного стану водойм Дарницького району Києва, як і всієї території міста, повинна охоплювати більшу кількість водних об'єктів (найбільших чи тих, що знаходяться в зоні високого антропогенного навантаження), для покращення екологічної ситуації.

Особливо важливо, щоб результати моніторингу вносилися в єдину електронну базу даних і були доступними для пересічних громадян. З цією метою доцільно створити окремий сайт, або ж веб-сторінку на сайті КМДА.

В умовах імплементації Водної Рамкової директиви 2000/60/ ЄС оптимальною є організація системи моніторингу якісного стану водних об'єктів відповідно до цього документу. Припускається, що до системи моніторингу можуть включатися річки із площею водозбору більше 10 км² та озера площею більше 0,5 км². Менші об'єкти також можна охоплюватися системою моніторингу, якщо вони мають значне господарське значення (наприклад, зона відпочинку) або вони перебувають під значним антропогенним тиском.

Якщо визначати систему показників, які включає моніторинг, то вони мають містити параметри як біологічного, так і загального фізико-хімічного стану води. Необхідно також визначати концентрації важких металів як особливо стійких поллютантів.

Наприклад, ртуть, як важкий метал, пригнічує гідролітичні та окисні ферменти, відкладається в нирках, щитовидній залозі, затримується в клітинах мозку, легенях і негативно впливає на їхню нормальну діяльність. Дуже небезпечними є й органічні сполуки ртуті. При хронічних отруєннях порушується нервова система.

Слід такж відмітити токсичну дію селену, в основі якої є блокада тіолових груп біологічних субстратів. Його доза в питній воді 0,0001 мг/л не викликає змін в організмі. Але навіть незначні перевищення його концентрації призводять до запалення шкіри, запаморочення, втрати нюху. Досліджено, що сполуки селену діють подібно миш'яку, внаслідок токсичної дії викликають неприємний запах тіла і рота. За даними багатьох досліджень найбільш отруйним з металів є берилій.

Постає запитання : що ж на нас чекає, якщо важкі метали не виводити з води, не звільняти від них навколишнє середовище? Можна передбачити, що водойми можуть перетворитися в "настоянку" на важких металах. Наразі вченими активно розгорнуто пошуки ефективних захисних препаратів і розпочато дослідження у різних напрямках.

Було виявлено в значній кількості важкі й отруйні метали: берилій (продукт стратегічного виробництва), мідь, кадмій, цинк, ртуть, свинець у різних водоймах урбанізованих територій, зокрема, у Дарницькому районі. Очищення водойм від важких металів та розробка препаратів, які б "витягували" їх із води, набули неабиякої ваги. Була запропонована ідея, яка згодом була реалізована — створити адсорбенти, що давали б можливість вилучати токсичні іони з води, повертаючи її у природну, чисту.

Одним із ефективних препаратів став адсорбент на основі силікагелю — це порошок без будь-якого запаху і смаку, не токсичний і не забруднює води, стійкий і не руйнується. Зазвичай розмір його часточок залежно від матеріалу і технологічного призначення коливається від 0,2 мм до 10,0 мм. Вони можуть бути тонші від сніжинок і набагато товстіші.

З хімічної точки зору, силікагель являє собою оксид кремнію. Його виробляють у значних кількостях на хімічних заводах (зокрема, на Калушському на Прикарпатті). Він хімічно інертний, та коли його спеціально проактивізувати (здійснити хімічну модифікацію), на поверхні можна утворити спеціальні комплексоутворюючі групи, які здатні взаємодіяти з іонами металів у розчині й вилучати їх.

Для цієї мети в лабораторних умовах на граничній межі поверхні змінюють хімічний склад і властивості тіла, вводять групи, які потрібні для очищення води. Саме ці групи починають зв'язувати важкі метали, відбувається селективне очищення води. Можна витягувати з води не тільки берилій чи ртуть, але й інші отруйні метали, але для цього слід змінювати природу "закріплених" на поверхні силікагелю речовин. Залежно від того, який метал адсорбується на такій поверхні, змінюється і колір адсорбенту, що свідчить про ступінь забруднення води. За кольором і з'ясовується, який метал знаходиться в питній воді, — мідь чи свинець, ртуть чи берилій, в якій концентрації і взагалі чи є він у водоймищі і чи варто цю водойму очищати.

Ще однією проблемою, що потребує термінового вирішення, є відсутність у Дарницькому районі визначених водоохоронних зон та прибережних захисних смуг водних об'єктів та ведення днопоглиблюваних та гідронамивних робіт.

Це призвело до необґрунтованого надання земельних ділянок в межах прибережних захисних смуг водних об'єктів (земель водного фонду) в тимчасове користування; порушення режиму землекористування в

прибережних захисних смугах; створення в межах ПЗС водних об'єктів, несанкціонованих звалищ будівельного та побутового сміття, місць зберігання та мийки автотранспортних засобів; забруднення підземних та поверхневих вод; самозахопленню земельних ділянок.

Необхідно терміново для поліпшення екологічного стану водних об'єктів:

- погодити та затвердити, у встановленому порядку, розроблені проекти схем прибережних захисних смуг водних об'єктів (I етап), винести ПЗС в природу на місцевості (II етап);
- створити перелік (кадастр) існуючих суб'єктів господарювання в межах встановлених водоохоронних зон та прибережних захисних смуг для подальшого визначення об'єктів, господарська діяльність яких не відповідає вимогам ст. 89 Водного кодексу України та ст. 61 Земельного кодексу України;
- заборонити будівництво на землях водного фонду, що не відповідає вимогам чинного законодавства України;
- визначити порядок підключення до міських каналізаційних мереж суб'єктів господарювання, розташованих в водоохоронних зонах, прибережних захисних смугах водних об'єктів;
- виконати всі рішення Київської міської ради та розпорядження КМДА;
- застосувати відповідні заходи впливу, до громадян та юридичних осіб, що здійснили самозахоплення земельних ділянок на землях водного фонду відповідно до ст. 212 Земельного кодексу України.

3.4. Висновки до розділу 3

Основними джерелами забруднення водою Дарницького району є скиди з промислових об'єктів, неналежний стан наявної інфраструктури

водовідведення та застарілих очисних споруд, недотримання норм утримання водоохоронних зон, а також змив та дренування токсичних речовин із земель сільськогосподарського призначення.

Вплив металів на біотичні компоненти водних екосистем багато в чому визначається їх біодоступністю та здатністю до біоаккумуляції в клітинах гідробіонтів. Біоаккумуляція - це накопичення металів в організмі в концентрації більшій, ніж у воді або навколишньому середовищі і є результатом низки процесів, пов'язаних з надходження, обміном речовин у тканинах і виведенням .

Основними речовинами, що призводять до забруднення, являються сполуки важких металів, сполуки азоту та фосфору, нафтопродукти, феноли, сульфати, поверхнево-активні речовини. Окрім того, останнім часом зростає забруднення медичними відходами та мікропластиком, яке на сьогодні не контролюється.

Особлива небезпека забруднення водойм полягає в тому, що може потенційно призводити до виникнення різноманітних захворювань населення, зниження загальної резистентності організму і, як наслідок, до підвищення рівня загальної захворюваності, зокрема на інфекційні та онкологічні захворювання.

Система моніторингу якісного стану водойм Дарницького району Києва, як і всієї території міста, повинна охоплювати більшу кількість водних об'єктів (найбільших чи тих, що знаходяться в зоні високого антропогенного навантаження), для покращення екологічної ситуації.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

У даному розділі дипломної роботи визначено шкідливі та небезпечні фактори при роботі в аналітичній лабораторії Комунального підприємства “Плесо” виконавчого органу Київської міської ради (Київської міської державної адміністрації) по охороні, утриманню та експлуатації земель водного фонду м. Києва (далі – КП “Плесо”).

4.1. Перелік небезпечних та шкідливих факторів при роботі в аналітичній лабораторії КП “Плесо”

Відповідно до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» небезпечні і шкідливі фактори за своєю дією підрозділяються на наступні групи: фізичні, хімічні, біологічні, психофізичні.

До основних фізичних факторів, які впливають на робітника лабораторії у Центрі з оцінки і охорони родючості ґрунтів та якості продукції можна віднести:

- підвищена чи понижена температура, вологість та рухливість повітря, які є основними параметрами мікроклімату робочого приміщення;
- недостатня чи надмірна освітленість робочої зони.

Варто також зазначити, що скляний лабораторний посуд, з точки зору техніки безпеки має ряд недоліків, серед яких – крихкість та невисока стійкість до різких перепадів температур. Найбільша частина нещасних випадків при порушенні правил поводження зі склом належить до категорії мікротравм (після яких можна продовжувати роботу) та легких травм (втрата працездатності на один або декілька днів). Насамперед – це порізи рук при поломці скляного посуду, деталей, приладів і т.д., а також опіки рук, при

необережному поводженні з нагрітими до високої температури скляними деталями. Особливо небезпечні порізи уламками посуду, забрудненого хімічними сполуками, оскільки в таких випадках токсичні речовини можуть потрапити безпосередньо в кров.

При грубих порушеннях правил роботи зі склом, можливі серйозні поранення кисті рук, в тому числі пошкодження сухожиль, пов'язані з більш тривалою втратою працездатності та належать до травм середньої важкості.

Важкі травми (що потребують довготривалого лікування) і травми, що призводять до інвалідності, можуть бути викликані потраплянням уламків скла в очі. Небезпека цього виду травм виникає при відсутності засобів індивідуального захисту (окуляри, маска) та інших захисних засобів (захисні екрани) в процесі роботи з вакуумними приладами та всіх випадках, коли можливий розрив скляної апаратури.

Крім травм при поломці скляної апаратури та посуду можливі й інші види аварій та нещасних випадків – пожеари, вибухи (при виливі горючих рідин, окислювачів та ін.), отруєння та опіки (при потраплянні токсичних чи їдких речовин в атмосферу чи на шкіру) [55].

Параметри мікроклімату приміщення – головний чинник, який визначає умови праці. Основні параметри метеорологічних умов – температура, вологість, швидкість руху повітря впливають на теплообмін та загальний стан організму людини.

Джерелами підвищеної температури повітря в лабораторії є сушильна шафа, радіатор, а також велика кількість обчислювальної техніки. Тепло від усіх цих джерел викликає незначне підвищення температури повітря у робочих приміщеннях.

Розглядаючи механізми впливу метеорологічних факторів виробничого середовища (температури, вологості, швидкості руху повітря) на людину, маємо на увазі, що людський організм прагне підтримати відносну динамічну сталість своїх функцій за різноманітних метеорологічних умов. Ця сталість забезпечує насамперед один з найважливіших фізіологічних механізмів –

механізм терморегуляції. Вона спостерігається при певному співвідношенні теплоутворення (хімічної терморегуляції) і тепловіддачі (фізичної терморегуляції).

Відомо, що надлишкова вологість повітря негативно впливає на механізм терморегуляції організму. Особливо шкідливою є вологість повітря, яка перевищує 70–75 % за температури 30 °С і більше. Верхньою межею термальної рівноваги людини, що перебуває у стані спокою, є температура повітря 30–31 °С за відносної вологості 85 % або 40 °С градусів при відносній вологості 30 %.

Згідно з результатами досліджень людина є працездатною і нормально себе почуває, якщо температура навколишнього повітря не виходить за межі 18–20 °С, відносна вологість – 40 – 60 %, швидкість руху повітря – 0,1–0,2 м/с [58].

Висока температура послаблює організм, викликає млявість, а низька – сковує рухи, що при роботі з устаткуванням лабораторії спричиняє підвищену небезпеку травмування. За високої температури та вологості може статися перегрів тіла, навіть тепловий удар [54].

Близько 90% всієї інформації, що отримується людиною, приходиться на органи зору. Тому одна з головних умов виробничої санітарії – чинник, що визначає сприятливі умови праці – раціональне освітлення робочої зони. На органах зору негативно позначаються як недостатнє, так і надмірне освітлення. При недостатньому освітленні, що часто має місце в приміщеннях, очі працюючого дуже напружені, при цьому погіршується зір. Надмірне освітлення призводить до засліплювання, яке характеризується різкою дратівливістю очей. Зорове сприйняття погіршується.

Недостатнє та нераціональне освітлення веде до стомлення очей, розладу центральної нервової системи, зниженню розумової та фізичної працездатності, а у ряді випадків може бути причиною травматизму (близько 5% травм приходиться на частку нераціонального та недостатнього освітлення) [55].

Щодо хімічних факторів, то при проведенні лабораторних досліджень якості ґрунту не використовуються високотоксичні та канцерогенні хімічні сполуки. За способом дії хімічні речовини, що застосовуються в експериментах можна віднести до подразнюючих, а їхній шлях потрапляння в організм людини відбувається в основному через шкіру та слизові оболонки.

При роботі в лабораторії не використовуються біологічно небезпечні агенти, але досліджуваний ґрунт може бути забруднений біологічно, це фактор також необхідно брати до уваги під час дослідів..

Психофізіологічні небезпечні виробничі фактори, які впливають на працівника лабораторії, проявляються через розумове перевантаження, монотонність праці та перенапругу зорового аналізатора, як наслідок довготривалої роботи за комп'ютером чи спектрофотометр.

4.2. Технічні та організаційні заходи, які виключають чи обмежують дію на людину небезпечних та шкідливих факторів при роботі в аналітичній лабораторії КП “Плесо”

Заходи безпеки при роботі зі скляною посудом та приладами, що мають у конструкції скляні деталі. У лабораторії при виконанні аналізів широко використовується хімічний посуд та прибори зі скла. Щоб уникнути руйнування скляного посуду, його спочатку перевіряють за допомогою полярископа.

При зборці скляної апаратури гумові пробки та трубки підбирають по розміру скла, а руки захищають рушником чи ганчірками для уникнення порізів при руйнуванні пристроїв.

Закривати нагріті скляні посудини притертими пробками до їх охолодження не рекомендується.

Мити хімічний посуд передбачено у приміщеннях, які мають раковини, мийки та обладнання для її зберігання та сушки.

Не дозволяється у раковину викидати чи зливати концентровані розчини кислот та лугів, хромову суміш, речовини з неприємним запахом та інші реактиви. Вони зливаються у спеціальні ємності для подальшої утилізації та з метою виключення небезпеки опіку.

При розборі апаратури дотримуються обережності при торканні до гарячого скляного посуду та нагрівачів. Гарячі колби ставлять на листовий азбест.

Посуд, в якому містились сильні кислоти, луги чи інші отруйні речовини, звільняють від них та нейтралізують, і тільки після цього він може здаватись на миття.

Аналіз мікроклімату лабораторії проводять на основі нормативних показників, що встановлюють такі параметри мікроклімату як температура, вологість і рухливість повітря в залежності від виду робіт та періоду року [58].

Роботу, яка виконується в приміщенні аналітичної лабораторії можна віднести до категорії 1а, тому що вона виконується сидячи і не вимагає фізичних зусиль. Енерговитрати організму людини при такому виді робіт складають до 120 кКал/год [52].

Джерелом теплового випромінювання є радіатор центрального опалення, що складається із семи секцій, сушильна шафа та ЕОМ. Оптимальні і припустимі норми температури, відносній вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень наведені у таблиці 4.1.

Параметри мікроклімату підтримуються за допомогою систем кондиціонування і обігріву

Період року	Температура повітря, 0С		Відносна вологість повітря, %		Швидкість руху повітря, м/с	
	Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима
Холодний	22-24	21-25	40-60	Не більше 75	0.1	не більше 0.1
Теплий	22-24	22-28	40-60	55 при 28 0С	0.1	0.1 -0.2
Існуючий	22-24		55		0.1	

Рациональне освітлення повинно задовольняти ряд вимог:

- природне освітлення в приміщеннях повинно здійснюватись у вигляді бокового освітлення. При виконанні роботи високої точності коефіцієнт бокової освітленості повинен бути не менше за 1,5% при зоровій роботі середньої точності не нижче за 1,0%;

- штучне освітлення в приміщеннях лабораторії Центру з оцінки і охорони родючості ґрунтів та якості продукції потрібно здійснювати у вигляді комбінованої системи освітлення з використанням люмінесцентних джерел світла в загальному освітленні;

- величина освітленості при штучному освітленні люмінесцентними лампами повинна бути в горизонтальній площині не нижче за 300 лк – для системи загального освітлення;

- в приміщеннях лабораторії повинне бути передбачене аварійне освітлення для продовження робіт та інших цілей;
- джерела світла по відношенню до робочого місця потрібно розташовувати таким чином, щоб виключити попадання в очі прямого світла;
- пульсація освітленості люмінесцентних ламп, що використовуються, не повинна перевищувати 10%. При природному освітленні слідує між природним світлом і свіченням екрана. Засоби можна використати – плівки з металізованим покриттям або регульовані жалюзі.

У аналітичній лабораторії КП “Плесо” використовується система загального рівномірного освітлення. Як джерело світла використовуються люмінесцентні лампи низького тиску ЛБ 40 у кількості 20 штук, розміщені у десяти світильниках, розташовані на стелі в два ряди.

Перевіримо освітленість, забезпечувану загальним рівномірним штучним освітленням. Для визначення освітленості застосуємо метод коефіцієнта використання світлового потоку [55]:

$$E = \frac{N \cdot n \cdot \Phi_{\Lambda} \cdot \mu \sum_{i=1}^m \varepsilon_i \psi_i}{1000 \cdot K_3 \cdot h^2 \cdot l_p}, \quad (4.1)$$

де N – кількість світильників у приміщенні; n – кількість ламп в одному світильнику (n = 4); Φ_{Λ} – світловий потік лампи, лм $\Phi_{\Lambda} = 3120$ лк по для світильників ЛБ-40; μ – коефіцієнт, що враховує збільшення освітленості за рахунок відображення ($\mu = 1,2$); m – кількість напіврядів світильників (m = 2); ε_i – відносна освітленість за рахунок i-го напівряду світильників у розглянутій точці; ψ_i – коефіцієнт переходу від горизонтального освітлення, створюваного i-м напіврядом у розглянутій точці до освітлення в похилій площині; K_3 – коефіцієнт запасу (при використанні люмінесцентних ламп у приміщеннях з повітряним середовищем, що містить менш 1мг/м³ пилу, $K_3 = 1,5$); h – висота підвісу світильників відносно поверхні робочого місця (h=2,5м); l_p - довжина ряду світильників, м ($l_p = 4$ м);

Для визначення табличного значення функції ε знаходимо відношення p і l :

$$p = \frac{\delta}{n}, \quad (4.2)$$

де p – відстань розрахункової точки до проекції ряду світильників на горизонтальну площину;

$$p = \frac{1}{4} = 0,25,$$

$$l = \frac{l_2}{n}, \quad (4.3)$$

де l_2 – відстань розрахункової точки від стіни (2,5 м).

$$l = \frac{2,5}{4} = 0,62,$$

Для кута $\alpha = 25^\circ$ падіння світла $I_\alpha = 162$ Лм по I_α для світильників 9-ї групи визначимо $f(p, l) = 0,55$

$$\varepsilon = f(p, l) \times I_\alpha, \quad (4.4)$$

$$\varepsilon = 0,55 \times 162 = 89,$$

$$E = \frac{8 \times 4 \times 3120 \times 1,2 \times 89}{1000 \times 1,5 \times 2,5 \times 2,5 \times 4} = 355,4 \text{ Їв}$$

Норма загального освітлення робочих місць (контраст об'єкта розрізнення середній, розряд зорової роботи 3у; робота високої точності) складає 300 Лк. Тому, що E фактичне $> E$ необхідне, то СНиП 11-4-79/85 виконуються.

Також кожне робоче місце обладнане джерелом місцевого освітлення, для виконання можливих робіт пов'язаних з виконанням операцій високої точності.

Хімічні речовини. Хімічна речовина – це речовина, яка при контакті з організмом людини у випадку порушення вимог безпеки може викликати виробничі травми, професійні захворювання чи відхилення в стані здоров'я.

Хімічні речовини можуть надходити в організм трьома шляхами: через органи дихання у вигляді парів та газів; через органи травлення найчастіше з поверхні забруднених рук; через шкірний покрив і слизові оболонки [52].

Для захисту від шкідливої дії хімічних речовин необхідно дотримуватися правил техніки безпеки в хімічних лабораторіях. Ефективним захистом людини від шкідливих домішок та речовин у повітрі являється раціональна вентиляція, якою обладнуються всі хімічні лабораторії.

У якості додаткового профілактичного заходу використовують засоби індивідуального захисту.

Щоб уникнути або зменшити шкідливий вплив хімічних речовин на організм дослідника, необхідно чітко притримуватись наступних заходів з охорони праці:

1) перед початком робіт проводити інструктаж на робочому місці з виконавцями робіт, а при виконанні особливо важких робіт з підвищеною небезпекою спочатку оформити відповідний наряд;

2) спостерігати за повною герметичністю систем;

3) проводити систематичний нагляд за роботою вентиляційних систем;

4) роботи проводити тільки в спеціальному одязі та спеціальному взутті з обов'язковим використанням засобів індивідуального захисту (для захисту від кислот використовують спецодяг із кислотостійких тканин типу ШХВ-30 і СВХ-1, від лугів – бавовняні, лляні тканини та резинові рукавички, а для захисту очей – спеціальні окуляри та ін.);

5) всі робочі місця забезпечувати необхідною кількістю води та нейтралізуючих речовин.

Спецодяг, спецвзуття та індивідуальні засоби захисту повинні повністю захищати людину від шкідливої дії токсичних речовин.

4.3. Забезпечення пожежної та вибухової безпеки в аналітичній лабораторії КП “Плесо”

Розглянуте приміщення відповідно до ОНТП 24 – 86 та СНиП 2.09.02-85 можна віднести до категорії “В” по вибухо - пожежній небезпеці, робоча зона приміщення згідно з ПУЕ відноситься до класу П-Па по пожежній небезпеці тобто це приміщення у якому знаходяться тверді і волокнисті пальні речовини (дверні рами, двері, меблі і т.д.) [60, 61].

В приміщенні лабораторії знаходиться прилади (спектрометри, термостати, автоклави тощо), тому пожежа може привести до великих матеріальних втрат. Отже, проведення робіт із створення умов, при яких імовірність виникнення пожежі зменшується, має важливе значення.

Можливими причинами виникнення пожежі можуть бути :

- коротке замикання проводки;
- паління в недозволених місцях, користування побутовими електронагрівальними приладами;
- самозапалювання ЕОМ [63].

При роботі в лабораторії можливість евакуації людей у разі пожежі обмежені. Виходячи з цього розрахунок ведеться виходячи з допущення про неможливість оперативної (1 – 2 хвилини) евакуації людей. При такому підході пожежонебезпечним вважається об'єкт, імовірність виникнення пожежі в якому $Op < 10 - 6$.

У зв'язку з цим необхідно передбачити наступні заходи:

- ретельна ізоляція всіх струмоведучих провідників до робочих місць;
- періодичний огляд і перевірка ізоляції;
- суворе дотримання норм протипожежної безпеки на робочому місці;
- розрахунок імовірності самозаймання ЕОМ [60].

Імовірність самозаймання ЕОМ з вбудованою системою захисту від короткого замикання (нею забезпечені всі блоки живлення ПЕОМ РС/АТ іх86) визначається за формулою:

$$Q_n = Q_{n.p} * Q_{n.3} * Q_{n.z} * Q_b, \quad (4.5)$$

де $Q_{п.р.}$ – імовірність виникнення пожежонебезпечного режиму в складовій частині виробу ($Q_{п.р.}=0,0001$);

$Q_{п.3}$ – імовірність виникнення пожежонебезпечного режиму електричних параметрів ($Q_{п.3.}=0,01$);

$Q_{н.з}$ – імовірність неспрацювання апаратного захисту блоку живлення;

$$Q_{н.з.} = L_p * t \quad (4.6)$$

де L_p – інтенсивність відмов захисту від короткого замикання і теплових переваантажень блоку живлення ЕОМ ($L_p = 0,02$);

t - сумарний час роботи системи.

Q_b – імовірність запалення матеріалу, з якого складається ЕОМ ($Q_b = 0,001$).

Підставимо в формулу відомі значення:

$$0,000001 > 0,0001 * 0,01 * 0,02 * 0,001 * t$$
$$t < 7 \text{ міс.}$$

Таким чином, при проведенні профілактичних робіт кожні 5000 годин, що приблизно дорівнює 7 місяцям роботи (перевірка параметрів елементів захисту, якості з'єднувальних шнурів тощо) система є пожежобезпечною.

Проводяться організаційно-технологічні заходи (заборона паління, інструктаж).

На випадок виникнення пожежі забезпечена можливість безпечної евакуації людей через евакуаційні виходи. У приміщенні є план евакуації. Мінімальний час евакуації відповідає вимозі СНіП 2.01.02-85, а максимальна віддаленість робочих місць від евакуаційних виходів відповідає вимогам СНіП 2.09.02-85. Необхідна кількість евакуаційних виходів, ширина проходів і ступінь вогнестійкості будинку також відповідає вимогам СНіП 2.01.02- 85 і СНіП 2.09.02- 85.

У приміщенні лабораторії знаходяться:

- вогнегасник ОУБ-3 – 1 шт.;
- вогнегасник ОП-1 "Момент" – 1 шт.

Така кількість вогнегасників відповідає вимогам ISO3941-87, якими передбачене обов'язкова наявність двох вогнегасників на 100 м² площі підлоги для приміщень.

По вогнестійкості приміщення лабораторії відноситься до II ступеня вогнестійкості, тобто механічні конструкції в приміщенні, стіни виконані з неспалимих матеріалів [61]. Робочі місця для виконання робіт у положенні сидячи, висота робочого столу вибирається рівною 0,8 м.

На випадок виникнення пожежі на сходовій площадці за приміщенням установлений пожежний щит, обладнаний пожежним інвентарем і вогнегасником марки ОУ-5 відповідно до вимог IS03941- 77 (вогнегасник вуглекислий, ручний) для гасіння загорянь різних матеріалів і установок під напругою до 1000 В і хімічні, пінні ОХП-10 вогнегасник для гасіння твердих матеріалів. Згідно ОНТП 24-86 і ГОСТ 12.4.009-83 у пожежний щит входять:

- азбест;
- шухляда з піском;
- пожежний інвентар.

Крім того, на сходових площадках мається водопровід із внутрішніми пожежними кранами. Для зв'язку з пожежною охороною служить внутрішній телефон. У робочому приміщенні виконуються усі вимоги по пожежонебезпеці відповідно до вимог НАПБ.А.01.001- 95 «Правила пожежної безпеки в Україні».

4.4. Висновки до розділу 4

У даному розділі дипломної роботи визначено шкідливі та небезпечні фактори при роботі в аналітичній лабораторії КП "Плесо".

Визначено, що законодавча база у галузі охорони праці представлена нормативними документами, що передбачають формування системи заходів, які, в свою чергу, спрямовані на забезпечення безпечних умов праці.

До уваги бралися фактори, які можуть вплинути на працездатність лаборанта під час проведення дослідження по визначенню рівнів забруднення води та ґрунтів важкими металами, оскільки даний вид діяльності вимагає тривалого перебування на робочому місці та пов'язаний з використанням електроенергії, хімічних реактивів, обчислювальної техніки та скляного хімічного посуду. Запропоновано ряд заходів для зменшення негативного впливу небезпечних та шкідливих факторів при роботі в аналітичній лабораторії КП "Плесо".

У розділі проведено розрахунки штучного освітлення лабораторії, визначено основні параметри мікроклімату приміщення, а також прораховано ймовірність самозаймання ЕОМ. Особливу увагу звернено на заходи забезпечення пожежної та вибухової безпеки.

ВИСНОВКИ

1. Показано, що екологічні проблеми водойм Дарницького району міста Києва головним чином пов'язані зі зростаючим урбаністичним навантаженням, в тому числі, стрімким збільшенням кількості населення, площі і щільності забудови та недостатністю інфраструктурних об'єктів та послуг, відставанням заходів з інженерного благоустрою території.

2. Найбільший негативний вплив на навколишнє середовище району та його водні об'єкти чинять: скид неочищених стічних вод, змиви забруднень від автомобільного транспорту, викиди від заводу з переробки твердих побутових відходів «Енегрія» та Дарницька ТЕЦ у повітря і надходження їх з опадами у водойми, а також скидання недостатньо очищених вод Бортницької станції аерації .

3. Встановлено забруднення водойм важкими металами (алюмінієм, барієм, берилієм, залізом, мишяком, сурмою) у озерах Нижній Тельбін, Сонячне, Качине, Жандарка, Вулик та р. Дніпро в місці скиду стоку з озера Нижній Тельбін, що перевищують гранично допустимі концентрації.

5. Визначено, що вода обстежених поверхневих водойм містить концентрації важких металів барію, мангану, сурми, алюмінію, заліза, цинку, що становлять 1,1 – 10,0 ГДК. Ступінь хімічного забруднення окремих водойм на території Дарницького району оцінюється наступним чином: озеро Сонячне – «помірно забруднене», озеро Жандарка – «помірно забруднене», озеро Качине – «забруднене», озеро Вулик – «забруднене», озеро Нижній Тельбін – «забруднене».

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вишневецький В. І. Малі річки Києва / В.І. Вишневецький. – К.: «Інтерпрес ЛТД», 2013. – 81 с.
2. Водний кодекс України: закон України від 6 червня 1995 р. № 213/95 // Відомості Верховної Ради України. – 1995. – № 24. – Ст. 189.
3. Водна рамкова директива ЄС 200/60/ЕС. Основні терміни та їх визначення. – К., 2006. – 240 с.
4. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом»: закон України від 4 жовтня 2016 р. № 1641-19 // Відомості Верховної Ради України. – 2016. – № 46. – Ст. 780.
5. Закон України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України до 2020 року»: закон України від 21 грудня 2010 р. № 2818-17 // Відомості Верховної Ради України. – 2011. – № 26. – Ст. 218.
6. Закон України «Про затвердження загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення річки Дніпро на період до 2021 року»: закон України від 24 травня 2012 р. № 4836-17 // Відомості Верховної Ради України. – 2013. – № 17. – Ст. 146.
7. Закон України «Про природно-заповідний фонд України»: закон України від 16 червня 1992 р. № 2456-XII // Відомості Верховної Ради України. – 1992. – № 34. – Ст. 503.
8. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України «Про затвердження порядку розроблення паспорту водного об'єкта»: наказ Міністерства екології та природних ресурсів від 18 березня 2012 р. № 99 // Офіційний вісник України. – 2013. – № 42. С. 93.

10. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України «Про затвердження Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів»: наказ Міністерства екології та природних ресурсів від 20 липня 2009 р. № 389 // Офіційний вісник України. – 2009. – № 63. С. 128.

11. Переосмислення водної безпеки для України за результатами Національного політичного діалогу заінтересованих сторін / Т.І. Адаменко [та ін.]. // ГВП –Україна та ВЕГО «МАМА-86». – Київ, 2016. – 20 с.

12. Постанова Кабінету Міністрів України «Порядок складання паспортів річок»: постанова Кабінету Міністрів України від 14 квітня 1997 р. № 347 // Офіційний вісник України. – 1997. – № 16. С. 80.

13. Рішення Київської міської Ради «Київська Ландшафтна Декларація»: рішення Київської міської ради від 9 жовтня 2014 р. № 289/289 // «Ліга Закон». – 2014. – №289/289. – Ст. 5.

14. Рішення Київської міської Ради «Про створення регіонального ландшафтного парку «Дніпровські острови»»: рішення Київської міської ради від 23 грудня 2004 р. № 878/2288 // «Ліга Закон». – 2004. – № 878/2288.

15. Рішення Київської міської Ради «Про використання земель водного фонду та прибережних захисних смуг у м. Києві»: рішення Київської міської Ради від 22 вересня 2009 р. № 38/1093 // «Ліга Закон». – 2009. – 38/1093.

16. Рішення Київської міської ради «Про затвердження правил приймання поверхневого стоку в київську міську дощову каналізацію»: від 24 січня 2008 р. № 67/4539 // «Ліга Закон». – 2008. – № 67/4539.

17. Указ Президента України «Про додаткові заходи щодо розвитку лісового господарства, раціонального природокористування та збереження

об'єктів природно-заповідного фонду»: указ Президента України від 21 листопада 2017 р. №381/2017 // Офіційний вісник України. – 1997. – № 318.

18. Екологічний атлас Києва. – К.: Людопринт – Україна з іноземними інвестиціями, 2017. - 60 с.

19. Рішення Київської міської ради «Про затвердження Міської цільової програми розвитку туризму в місті Києві на 2016-2018 роки».

20. Водный сектор Германии: методы и опыт. – Берлин, Бонн, Виттен, 2001. – 159 с.

21. Redondi J. Использование дождевой воды в жилых помещениях / J. Redondi/ Сантехника. - №1.- 2001.

22. Мембранные биореакторы для очистки городских и промышленных сточных вод. – 2015. – 8 с.

23. Барабаш О.В. Оцінка рівня екологічної безпеки водних об'єктів міста Києва / О.В. Барабаш // Вісник національного транспортного університету. Серія: технічні науки. – К.: НТУ, 2014. – Вип. 30. – с. 31-38.

24. Кураєва І.В. Еколого-геохімічна оцінка природних вод Київської міської агломерації / І.В. Кураєва, В.О. Стадник, А.І. Самчук, К.С. Злобіна, В.І. Маничев, О.С. Єгоров // Мінералогічний журнал. – 2008. – Вип. 4 (30). – с. 70-76.

25. Прокопчук М.С. Вміст біогенних речовин у водоймах міста Києва / М.С. Прокопчук, Ю.В. Погорєлова // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. - №3 (42). – с. 73-84.

26. Звіт: екологічні лабораторні вишукування з проведенням експертизи водних об'єктів, ґрунту та стану атмосферного повітря на території Дарницького району міста Києва. – Дніпро, 2017. - 90 с.

27. Жежеря В.А. Уміст та форми знаходження металів у озерах системи Опечень (м. Київ) / В.А. Жежеря, П.М. Линник, І.Б. Зубенко // Наукові праці УкрНДГМІ. – 2016. – Вип. 269. – с. 70-86.

28. Кошляков О.Є. Аналіз динаміки рівня ґрунтових вод лівобережжя м. Києва із застосуванням геоінформаційних технологій / О.Є. Кошляков, В.І. Мокієнко, І.Є. Кошлякова, О.В. Диняк // Геологія. – 2006. - №38-39. - с. 63-65.

29. Бондар О.І. Сучасні проблеми гідротехнічних споруд в Україні / О.І. Бондар, Л.Є. Михайленко, В.М. Ващенко, Ю.С. Лапшин // Вісник НАН України. – 2014. - №2. – с. 40-47.

30. Адаменко Т.І. Переосмислення водної безпеки для України / Т.І. Адаменко, А.О. Демиденко, М.І. Ромащенко, Г.М. Цветкова, А.М. Шевченко, М.В. Яцюк. – К.: ФОП Клименко, 2016. – 20 с.

31. Вострікова Н.В. Зміст і сутність державного управління водними ресурсами / Н.В. Вострікова // Теорія та практика державного управління. – 2015. – Вип. 1 (48). – с. 1-8.

32. Линник Р.П. Методы исследования сосуществующих форм металлов в природных водах (обзор) / Р.П. Линник, П.Н. Линник, О.А. Запорожец // Методы и объекты химического анализа. – 2006. – Т. 1, № 1. – С. 4–26.

33. Татаров А.В. Автоматизований контроль якості води / А.В. Татаров, І.С. Травкіна // Наукові записки. – 2012. - Вип.2. – с. 262-264.

34. Осадча Н.М. Адаптація системи моніторингу поверхневих вод державної гідрометеорологічної служби МНС України до положень Водної Рамкової директиви ЄС / Н.М. Осадча, Н.С. Клебанова, В.І. Осадчий, Ю.Б. Набиванець // наукові праці УкрНДГМІ. – 2008. – Вип. 257. – с. 147-161.

35. Вишневський В.І. Використання даних дистанційного зондування Землі для з'ясування екологічного стану водних об'єктів Києва / В.І. Вишневський, С.А. Шевчук, І.А. Шевченко // Сучасні проблеми архітектури і містобудування. – 2016. – Вип. 46. – с. 227-231.

36. Екологічний стан київських водойм / О.А. Афанасьєва, Т.С. Багацька, Л.Г. Оляницька, І.В. Небогаткін, Л.А. Хрокало та ін. – Київ, Фітосоціоцентр 2010. – 256 с.

37. Вишневський В.І. Малі річки Києва / В.І. Вишневський. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2013. – 82 с.

38. Кусяк Д.С. Обґрунтування розробки паспорту водних об'єктів в Україні /Д.С. Кусяк // Географія та туризм. – 2016. – с. 260-267.
39. Гончарук В. Національна екологічна безпека та екологічна паспортизація водних об'єктів / В. Гончарук, Г. Білявський, М. Ковальов, Г. Рубцов // Вісник НАН України. – 2009. - №5. – с. 21-29.
40. ДЕРЖАВНІ САНІТАРНІ НОРМИ ТА ПРАВИЛА «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» [Electronic resource] // МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ. – 2014. – URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#n254>.
41. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [Electronic resource] // МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ. – 1999. – URL: <http://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99>.
42. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція і кондиціонування» – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 141 с.
43. ВИМОГИ щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями [Electronic resource] // МІНІСТЕРСТВО СОЦІАЛЬНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ. – 2018. – URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0508-18>.
44. ДБН В.2.5-28-2018 «Інженерне обладнання будинків і споруд. ПРИРОДНЕ І ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ» [Electronic resource] // Мінбуд України. – 2006. – URL: <http://www.gorsvet.kiev.ua/wp-content/uploads/2016/08/ДБН-В.2.5-28-2006.pdf>.
45. Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення [Electronic resource] // Відомості Верховної Ради України. – 1994. – URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12>.
46. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «ВИЗНАЧЕННЯ КАТЕГОРІЙ ПРИМІЩЕНЬ, БУДИНКІВ ТА ЗОВНІШНІХ УСТАНОВОК ЗА ВИБУХОПОЖЕЖНОЮ ТА ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ» – Київ: Мінрегіон України, 2016. – 31 с.

47. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» – Київ: Мінрегіон України, 2017. – 41 с.

48. КОДЕКС ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ (п.33) [Електронний ресурс] / Відомості Верховної Ради (ВВР). – 2013. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>