

вить метод фітореMediaції як найбільш ефективний, як з позиції зниження вмісту важких металів у ґрунті, так і з економічної точки зору.

5. Вирішення проблеми поводження з несанкціонованими сміттєзвалищами побутових відходів на рівні державного управління передбачає організацію централізованого збору сміття в усіх населених пунктах області. Необхідно створити в області відповідні умови до залучення інвесторів з метою будівництва сміттєпереробних заводів.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Березовская Ю.В., Гамоля Н.П. Цивилізація мусора. *Украинский деловой еженедельник «Контракты»*. № 33. 15.08.2005.

2. Вельков В.В. Биоремедиация; принципы, проблемы, подходы. *Биотехнология*. 1995. № 3–4. С. 20–27.

3. Скрипник А.П. Аналіз морфологічного складу твердих побутових відходів України як складова підходу до вирішення проблеми відходів. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2007. Вип. 4. С. 78–86.

4. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Херсонській області у 2016 році. Херсон : Департамент екології та природних ресурсів, 2017. 237 с.

УДК 631.95; 92

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПИТАНЬ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ

*Бузіна І.М.* – д.с.-г.н., доцент кафедри геодезії,  
картографії та геоінформатики,

*Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва*

*Хайнус Д.Д.* – д.еко.н., доцент кафедри геодезії,  
картографії та геоінформатики,

*Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва*

*У статті наведено результати досліджень забруднення важкими металами водних екосистем навколо сміттєзвалища твердих побутових відходів. За отриманими результатами було виявлено, що населення постійно вживає воду, забруднену кадмієм та плумбом, які є надзвичайно небезпечними. Перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) цих елементів сягає від 3 до 23 разів. Отримані результати говорять про розбалансований та екологічно нестабільний стан досліджуваних водних об'єктів і необхідність розроблення системи заходів їх відновлення.*

**Ключові слова:** важкі метали, водні екосистеми, плумбум, кадмій, забруднення.

**Бузіна І.Н., Хайнус Д.Д.** *Исследование вопросов загрязнения водных экосистем тяжелыми металлами в условиях изменения климата*

*В статье приведены результаты исследований загрязнения водных экосистем вокруг свалки твердых бытовых отходов. По полученным результатам было выявлено, что население постоянно употребляет воду, загрязненную кадмием и свинцом, которые являются чрезвычайно опасными. Превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) этих элементов составляет от 3 до 23 раз. Полученные результаты говорят о разбалансированном и экологически нестабильном состоянии исследуемых водных объектов и необходимости разработки системы мер их восстановления.*

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, водные экосистемы, свинец, кадмий, загрязнение.

***Buzina I.M., Khainus D.D. A study of the pollution of aquatic ecosystems with heavy metals in a changing climate***

*The article presents the results of studying heavy metal pollution of aquatic ecosystems around the landfill of municipal solid waste. According to the obtained results, it was revealed that the population constantly uses water contaminated with cadmium and lead which are extremely dangerous. Exceeding MPC of these elements is from 3 to 23 times. The results show the unbalanced and environmentally unstable state of the studied water bodies and a need to develop a system of measures for their restoration.*

**Key words:** heavy metals, aquatic ecosystems, plumbum, cadmium, pollution.

**Постановка проблеми.** Однією з першочергових проблем науки нинішньої епохи є дослідження змін кліматичних умов як у глобальному, так і регіональному масштабах та моделювання прогнозів майбутнього сценарію динаміки клімату.

На початку XXI ст. питання забруднення водних ресурсів набувають вирішального значення для економічної стабільності країн. Як важливий та незамінний природний ресурс вони забезпечують усі без винятку сфери функціонування суспільства, що визначає можливості подальшого економічного та соціально-екологічного розвитку держави. Якісна питна вода – невідмінна умова покращення рівня та умов життя населення нашої країни.

Нерівномірний розподіл прісних поверхневих вод на всій території нашої держави, погіршення їхньої якості внаслідок надмірного антропогенного навантаження, яке триває десятиліттями, відсутність реальних практичних кроків для розроблення стратегії поліпшення якості поверхневих вод разом із проблемами, пов'язаними з глобальними кліматичними змінами, ставлять на порядок денний головне завдання: припинити погіршення екологічного стану поверхневих вод України [1, ст. 29–30].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У сфері водних ресурсів навіть незначні зміни кліматичних умов можуть призвести до змін кількості опадів, гідродинамічного режиму та водного балансу річок, збільшення кількості повеней чи надмірної посухи, дефіциту прісної води [2].

Внаслідок активної діяльності людства в поверхневих і неглибоких ґрунтових водах зустрічається понад 600 хімічних сполук. Антропогенні джерела додають до природного річкового виносу двократну кількість ртуті, 12–15-кратну – свинцю, міді, цинку.

Різні галузі промисловості з кожним днем збільшують число застосовуваних хімікатів та їх сполук. Тільки в сільському господарстві використовується понад 145 хімічних сполук. Значна кількість важких металів надходить до атмосферного повітря від підприємств чорної та кольорової металургії. Значними забруднювачами довкілля є ТЕС [3].

В останні десятиріччя до перелічених джерел, потужність яких не зменшується, додаються нові – підприємства харчової та переробної промисловості, приладо- та машинобудування, електроніки, різних галузей хімічного виробництва, гірничодобувної промисловості. Значний вплив на забруднення навколишнього середовища, в тому числі водних ресурсів, має автотранспорт [3].

Величезною проблемою екології та охорони навколишнього природного середовища стало нині своєчасне знешкодження та утилізація промислових і твердих побутових відходів (далі – ТПВ). В Україні територія, зайнята звалищами ТПВ, становить більше 150 тис. га, де з кожним роком накопичується до 1 млрд т відходів. Щорічний їх приріст становить близько 2% [4, ст. 75–81]. В умовах підвищення температури повітря внаслідок змін клімату відбувається поширення забруднень важкими металами різних екосистем, у тому числі й водних [5, ст. 170].

Забруднення важкими металами екосистем від полігонів зберігання твердих побутових відходів поширюється стоковими водами на величезні відстані, а ступінь перевищення ГДК прямо пропорційний відстані, на яку можуть переноситись стічні води [6, ст. 28–30].

**Постановка завдання.** Мета статті – аналіз стану забруднення водної екосистеми в умовах змін клімату.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Як відомо, формування хімічного складу води бере свій початок в атмосфері, продовжується в літосфері і завершується в річковій мережі. Головні річкові басейни України розташовані в різних фізико-географічних зонах і тому істотно відрізняються за орографічними, геологічними та гідрогеологічними умовами, ґрунтовим комплексом, кліматичними умовами та характером підстилаючої поверхні. Саме ці умови характеризують визначальні природні фактори формування водного стоку, хімічного складу та якості води в екосистемах. Лише за умови запобігання надходженню в різні об'єкти біосфери поллютантів, що забруднюють водні екосистеми, можна розраховувати на відновлення їх природного (фонового) стану [1, ст. 31].

Для детального аналізу досліджувалися природні водні джерела території навколо приватного підприємства «Переробний завод».

ТОВ «Переробний завод» (сmt. Рогань), розташований на території Державного підприємства навчально-дослідного господарства «Докучаєвське», було засновано офіційно у 2002 році. На 2018 рік його потужність становить 15 356 163,68 м<sup>3</sup> сміття, тобто приблизно 959 760,23 м<sup>3</sup> за рік. 80%  $\approx$  12 284 930,944 м<sup>3</sup> накопиченого сміття за проектними розрахунками підприємства становлять ТПВ, 20%  $\approx$  3 071 232,736 м<sup>3</sup> – це відходи II та III класів небезпеки. Поділу на фракції не передбачено, відходи не переробляються. Враховуючи середню щільність ТПВ, яка становить 0,19–0,23 т/м<sup>3</sup>, на 2018 рік на сміттєзвалищі знаходиться 3 115 792,547 т відходів (табл. 1).

Відповідно до проведених розрахунків кількість важких металів, які потрапляють у навколишнє природне середовище, надзвичайно велика. Частина їх потрапляє в ґрунти, ґрунтові води, частина утворює різноманітні небезпечні сполуки, але всі вони представляють небезпеку для оточуючих екосистем.

Враховуючи дані, що були розроблені в наукових установах США, Канади, Японії та країн ЄС, прогнозується підвищення температури приземного шару повітря у всіх природно-кліматичних зонах України [6, ст. 172]. У свою чергу це призведе до пришвидшення ходу хімічних реакцій, у результаті яких вивільняються шкідливі хімічні сполуки, утворюються нові елементи, які поширюються та переносяться на значні відстані, забруднюючи навколишнє середовище.

Для дослідження стану водних об'єктів прилеглих територій протягом трьох років відбиралися зразки води з природних водних джерел (ставок та природне джерело), верховодок та колодязів населення. Детальний аналіз наведено в табл. 2.

Зразок № 1 був відібраний із колодязя глибиною приблизно 25 м. Садиба знаходиться найближче до об'єкту досліджень зі східної сторони. Вода з даного джерела постійно використовується як питна.

Зразок № 2 розміщений у південно-західній стороні. Це так звана «верховодка», тобто вихід підземних вод на поверхню. Використовується як водопій для тварин, що випасає місцеве населення.

Зразок № 3 – це природне джерело, ставок, розміщений з північної сторони. Тут постійно рибальють, інколи можна побачити відпочиваючих, які купаються в водах ставка, в теплий період на березі постійно бавляться діти.



Таблиця 3

## Аналіз зразків водних джерел відносно ГДК, мг/кг

Елементи	Клас небезпек.	Зразок № 1 Садова 13	У ск. перевищує ГДК	Зразок № 2 верховодка	У ск. перевищує ГДК	Зразок № 3 сток	У ск. перевищує ГДК	Зразок № 4 джерело	У ск. перевищує ГДК	ГДК	
										Культурно-побут. викор	для рибогосп. цілей
Плюмбум	II	$\frac{0,015}{0,019}$ 0,11	$\frac{0,6}{3,7}$	$\frac{0,089}{0,093}$ 0,15	$\frac{3}{5}$	$\frac{0,19}{0,23}$ 0,27	$\frac{6}{9}$	$\frac{0,16}{0,24}$ 0,31	$\frac{5}{10}$	0,03	0,1
		$\frac{0,005}{0,007}$ 0,009	$\frac{5}{9}$	$\frac{0,009}{0,012}$ 0,017	$\frac{9}{17}$	$\frac{0,012}{0,014}$ 0,018	$\frac{12}{18}$	$\frac{0,013}{0,018}$ 0,023	$\frac{13}{23}$	0,001	0,0005
Нікель	III	$\frac{0,102}{0,106}$ 0,118	$\frac{1,02}{1,18}$	$\frac{0,023}{0,029}$ 0,031	-	$\frac{0,068}{0,071}$ 0,076	-	$\frac{0,003}{0,009}$ 0,011	-	0,1	0,01
		$\frac{0,09}{0,1}$ 0,12	$\frac{1}{1,2}$	$\frac{0,0}{0,05}$ 0,07	-	$\frac{0,0}{0,13}$ 0,0	1,3	$\frac{0,11}{0,12}$ 0,09	1,2	0,1	

Зразок № 4 – це природне джерело, з якого місцеве населення постійно бере питну воду, аби не використовувати водопровідну. Знаходиться на північному сході від об'єкту досліджень.

Всі джерела, з яких відбиралися зразки води, постійно використовуються місцевими жителями, тому отримані результати становлять серйозну загрозу для їхнього здоров'я. Це зумовлює необхідність проведення досліджень та постійного моніторингу території.

Із результатів табл. 3 видно, що населення постійно вживає в харчових цілях воду, забруднену кадмієм. Перевищення ГДК деяких вищенаведених елементів становить від 3 до 23 разів, що є дуже небезпечним для здоров'я.

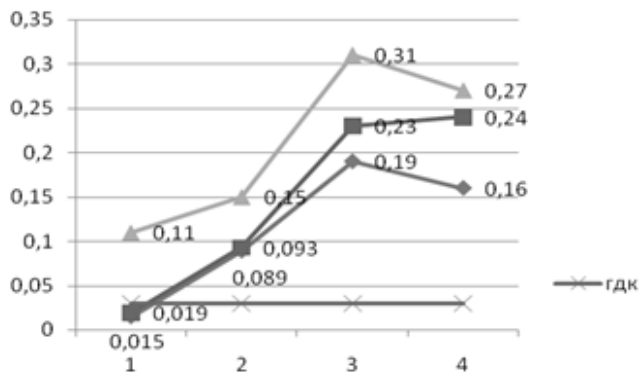


Рис. 1. Вміст свинцю в зразках води навколо полігону досліджень по роках (2016–2018)

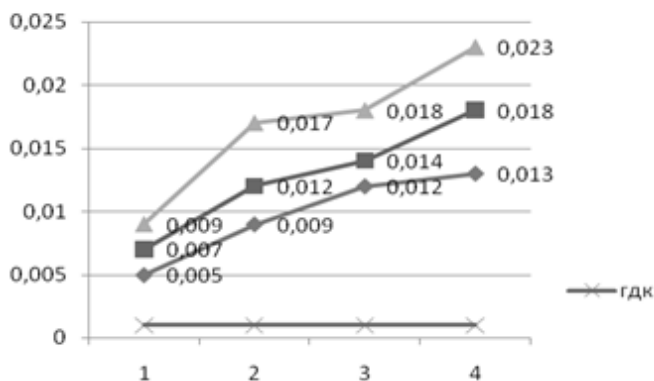


Рис. 2. Вміст кадмію в зразках води навколо полігону досліджень по роках (2016–2018)

Свинцем забруднена вода в природних джерелах та струмку, де ловлять рибу та бавляться влітку діти. Перевищення ГДК становить від 3 до 10 разів. Такі території потребують обмеження доступу та розроблення заходів із відновлення порушень (рис. 1).

Як бачимо з графіку, концентрації даного металу значно перевищують його ГДК; за досліджуваний період відбулось накопичення елемента у водних об'єктах, що свідчить про негативні наслідки використання та вживання води з даних джерел.

Графік на рис. 2 відображає перевищення ГДК забруднюючих елементів від 5 до 23 разів. Така ситуація є вкрай небезпечною для населення, яке постійно проживає на даній території.

Решта досліджуваних металів становлять менш загрозову ситуацію, їх концентрації перевищують ГДК на незначні величини, наближаються до них або ж не перевищують взагалі.

Але для рибогосподарських цілей прийнято застосовувати ще жорсткіші норми, тому, як видно з табл. 3, вода у ставку, де постійно рибалить місцеве населення, повністю забруднена і не відповідає нормам санітарно-епідеміологічної служби, тому вживання риби з даного джерела може шкодити здоров'ю і повинно бути заборонено.

**Висновки і пропозиції.** Сучасний стан системи моніторингу навколишнього природного середовища не дозволяє якісно і всебічно оцінювати та моделювати тенденції й характер прогнозованих змін клімату та їхніх наслідків для екосистем. Система моніторингу довкілля як важлива складова частина системи державного управління у сфері екологічної безпеки та виконання міжнародних зобов'язань України у природоохоронній сфері потребує повноцінного вдосконалення. Важливим кроком у даному напрямку буде запровадження сучасних технологій геоінформаційних систем і дистанційного зондування Землі.

Отримані результати дослідження водних екосистем дають підстави говорити про розбалансований та екологічно нестабільний стан територій і необхідність проведення термінових заходів з їх відновлення. Природні джерела питної води не можна використовувати за призначенням унаслідок забруднення важкими металами. У зв'язку з цим перед науковцями стоять дуже складні та важливі завдання, пов'язані з розробленням нових методів і технологій очищення поверхневих вод від важких металів, а також природного органічного складника, та пошуком шляхів забезпечення населення України якісною питною водою.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Осадчий В.І. Ресурси та якість поверхневих вод України в умовах антропогенного навантаження та кліматичних змін. *Вісник НАН України*. 2017. № 8. С. 29–46.
2. Іванюта С.П. Адаптація до змін клімату в Україні : проблеми і перспективи. Аналітична записка. URL: <http://www.niss.gov.ua/articles/2223/>.
3. Основні джерела забруднення водного середовища важкими металами. URL: <http://www.novaecologia.org/voecos-520-1.html>.
4. Огляд результативності природоохоронної діяльності: Україна. *Серія оглядів результативності природоохоронної діяльності: публікації Організації Об'єднаних Націй*. Нью-Йорк ; Женева, 2000. № 6. 132 с.
5. П'яте Національне повідомлення України з питань зміни клімату / Держекоінвестагентство. URL: [www.seia.gov.ua/seia/doc\\_catalog/document/id=632557](http://www.seia.gov.ua/seia/doc_catalog/document/id=632557).
6. Білецька В.А., Яцечко Н.Є., Павличенко А.В. Дослідження процесів трансформації водорозчинних форм важких металів при детоксикації промислових відходів природними сорбентами. *Науково-технічний збірник «Розробка родовищ»*. 2013. URL: <http://tr.nmu.org.ua/pdf/2013/20131016-52.pdf>.