

О.Г. Жукова, к.т.н., доцент,
П.С. Старжинський, аспірант,
І.О. Прокопенко, аспірант

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

Анотація. *Вода є одним із найважливіших ресурсів життєзабезпечення держави. Від рівня забезпеченості потреб людини залежить ряд соціальних та економічних показників. За запасами води, Україна належить до найменш забезпечених країн Європи. Крім того, в результаті ведення активних бойових дій, в поверхневі та підземні водні об'єкти потрапляє велика кількість забруднюючих речовин. В результаті чого, виникає проблема забезпечення споживачів якісною питною водою, адже споживання забрудненої води чинить негативний вплив на здоров'я населення. Водні об'єкти забруднені найрізноманітнішими речовинами, але найбільш небезпечними для людей є сполуки важких металів, які є складовою військової техніки та боеприпасів.*

Ключові слова: водні екосистеми, водні об'єкти, важкі метали, токсичні речовини, екологічні проблеми, здоров'я населення.

Господарювання людей та розвиток промисловості спричинило екологічну кризу, що супроводжується негативними тенденціями щодо здоров'я населення. Також наразі відмічається значний вплив військових дій на водні ресурси набуває критичної значущості в контексті російсько-української війни. Інтенсивне використання військової техніки та озброєння призводить до масштабного викиду забруднюючих речовин, які через циркуляцію в атмосфері та гідрологічний цикл потрапляють до водойм, викликаючи їх забруднення та деградацію. Розуміння причин та механізмів шкідливого впливу хімічного забруднення навколишнього середовища на здоров'я дозволяє запобігти можливим негативним наслідкам, які викликають патологічні зміни в організмі. До основних антропогенних забруднювачів довкілля належать важкі метали, отруєння якими посідає третє місце після отруєнь пестицидами й нітратами.

Проблема забруднення водних об'єктів важкими металами та мікроелементами наразі та в найближчому майбутньому є однією з найактуальніших, що пов'язано із наслідками повномасштабного вторгнення. Наразі з поверхневих водойм постачається понад 75% всієї води, що надходить до населення. Але великий відсоток цієї води під загрозою або геть не придатний до споживання, оскільки за станом хімічного й бактеріального забруднення відноситься до забрудненої та брудної (IV - V клас якості). Найгірша екологічна ситуація спостерігається в басейнах Дніпра, Сіверського Дінця, річках Приазов'я, окремих притоках Дністра, Західного Бугу, де якість води визначають як

надзвичайно брудну (VI клас). Для екосистем більшості водних об'єктів України характерні явища екологічного й метаболічного регресу.

Сполуки важких металів, які є невід'ємними компонентами військової техніки та боеприпасів, характеризуються високою токсичністю, здатністю накопичуватись та не розкладатись в трофічних ланцюгах, що свідчить про високу небезпечність. Важкі метали дуже отруйні, їх іони і деякі сполуки розчинні у воді і можуть надходити до організму, де, взаємодіючи з рядом ферментів, пригнічують їх активність. Тому навіть незначні їх кількості можуть привести до достатньо важких фізіологічних наслідків. Так, добре відомі випадки психічних аномалій та вроджених вад при ртутних отруєннях. До важких (токсичних) металів відносять хром, марганець, залізо, кобальт, нікель, мідь, цинк, галій, германій, молібден, кадмій, олово, стибій, телур, вольфрам, ртуть, талій, свинець, вісмут і ін. Важкі (токсичні) метали) можуть спричиняти низку патофізіологічних реакцій у гідробіонтів, серед яких порушення саморегуляції, гальмування ферментативних систем, генетичні зміни та ін., що врешті-решт веде до зменшення біорізноманіття і погіршення функціональної стабільності водних екосистем.

Важкі метали відносяться до групи неконсервативних елементів, тобто їх вміст у воді залежить від температури, солевмісту, наявності неорганічних та органічних комплексуютьовачів, біологічної активності, величини рН тощо.

По токсичності, наявності у водному середовищі та його компонентах виділяють найбільшу екологічно небезпечну групу важких металів в водних екосистемах – Zn^{2+} , Cu^{2+} , Cr^{6+} , які характеризуються високою біохімічною активністю, помірною токсичністю, рухомістю, комплексуютьовуючою спроможністю, тенденцією до біоконцентрування тощо. Вище наведені біохімічні властивості важких металів дозволяють виявити основні види деструктивних впливів методів по відношенню до екологічного стану водних екосистем, адже потрапляючи до водних екосистем важкі метали мають високу рухомість, що проявляються в переході із однієї форми до іншої.

Серед основних екологічних проблем, які пов'язані із військовими діями є:

- потрапляння бойових машин, снарядів та їх частин, уламків будівель та споруд в водні об'єкти;
- втрата, зупинка роботи споруд водопідготовки та очистки міських стоків;
- зменшення доступу до чистої води;
- погіршення екологічного стану;
- втрата біорізноманіття.

Таблиця 1

Біохімічна активність іонів важких металів

Іони важких металів	Індекс біорізноманіття	Індекс сапробності
Cu^{2+}	$0,041 \cdot 10^{-2}$	$0,048 \cdot 10^{-6}$
Zn^{2+}	$0,50 \cdot 10^{-2}$	$0,56 \cdot 10^{-2}$
Cr^{6+}	$0,004 \cdot 10^{-2}$	$0,04 \cdot 10^{-2}$

Такі метали як Zn^{2+} , Cu^{2+} , Cr^{6+} на 65-80% перебувають у розчиненому стані, що сприяє їх швидкій міграції, високою засвоєністю біотою, що в свою чергу призводить до зниження компенсаційних можливостей.

Таблиця 2

Біогеохімічні властивості іонів важких металів

Властивості	Cu^{2+}	Zn^{2+}	Cr^{6+}
Біохімічна властивість	висока	висока	висока
Токсичність	помірна	помірна	висока
Канцерогенність	-	-	помірна
Мінеральна форма розповсюдження	низька	низька	низька
Органічна форма розповсюдження	висока	висока	висока
Рухомість	помірна	помірна	помірна
Ефективність накопичення	висока	висока	висока

Список використаної літератури

1. Циганенко-Дзюбенко, І., Кірейцева, Г., Герасимчук, О., Скиба, Г., & Хоменко, С. (2024). Антропогенний вплив війни на водні ресурси: аналіз та потенційні шляхи відновлення. Проблеми хімії та сталого розвитку, 3, 51–59, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd2024-3-7>
2. Білявський Г. О., Падун М. М., Фурдуй Р. С. Основи загальної екології. К.: Либідь, 1995. 368 с.
3. Удод В.М. Важкі метали як забруднювачі водної системи р. Інгулець / В.М. Удод, І.Л. Вільдман // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. – 2014. – Вип. 23. – С. 22 – 26.