

3. Єрмішев О. В. Функціонально екологічна експертиза як метод екологічного контролю регіону. Довкілля та здоров'я. 2020. № 2. С. 38–46. DOI: <https://doi.org/10.32402/dovkil2020.02.038>
4. Єрмішев О. В., Петрук Р. В., Овчинникова Ю. Ю., Костюк В. В. Функціональне здоров'я дітей як екологічний біоіндикатор України : монографія / за ред. В. Г. Макаца. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД». 2017. 226 с.
5. Загальна теорія здоров'я та здоров'я збереження : колективна монографія / за заг. ред. проф. Ю. Д. Бойчука. Харків : Вид. Рожко С. Г. 2017. 488 с.
6. Пашинська С. Л., Антомонов М. Ю., Бердник О. В., Скочко Т. П., Рудницька О. П. Багатовимірність поняття «хвороба» у контексті громадського здоров'я (частина 2 – експерим. дослідж.). Довкілля та здоров'я. 2023. № 1 (106). С. 4–10. DOI: <https://doi.org/10.32402/dovkil2023.01.004>
7. Lieberman D. E. The Story of the Human Body: Evolution, Health, Disease. NY. : Pantheon Press, 2018. 512 p.
8. Prüss-Ustün A., Wolf J., Corvalán C., Neville T., et al. Diseases due to unhealthy environments: an updated estimate of the global burden of disease attributable to environmental determinants of health. *Journal of public health* (Oxford, England). 2017. Vol. 39(3). P. 464–475. DOI: <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdw085>
9. Yew Vivien W.C., Noor A. M. Anthropological Inquiry of Disease, Illness and Sickness. *Social Science and Humanities Journal*. 2014. № 2 (9). P. 116–124. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/33344837.pdf>

УДК 502.51(282)(477.51):[504.5: 669.018.674

Жиденко А.О., доктор біологічних наук, професор кафедри біології, професор кафедри біологічних основ фізичного виховання, здоров'я і спорту

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка

Паперник В.В., кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології, доцент кафедри екології, географії та природокористування

ЗАБРУДНЕННЯ РІЧОК ЧЕРНІГІВСЬКИЙ ОБЛАСТІ КАТІОНАМИ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

Abstract. *The Desna River and its tributaries were monitored for the presence of heavy metal cations in 2023-2024. In August 2023, the maximum permissible concentrations of cadmium and nickel were recorded in the water of the Desna and Bilous rivers, in other months these cations were not registered in the water, as well as lead cations throughout the year. In 2024, various concentrations of cadmium, lead and nickel cations were recorded in the tributaries of the Desna River. The highest concentration of nickel cations was recorded in the water of the Desna River and its tributaries in October and November 2024 after the discharge of unknown waste into the Seim River from Russian territory.*

Key words: *Desna River, its tributaries, heavy metal cations, fish and mammal organisms*

Постановка проблеми. Деснянським басейновим управлінням водних ресурсів (БУВР) здійснюється діагностичний та операційний моніторинг масивів поверхневих вод (МПВ) басейну річки Дніпро, суббасейнів Верхнього Дніпра та річки Десна відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 19 вересня 2018 р. № 758, у якому затверджено новий порядок здійснення державного моніторингу вод, та оновлених наказів Міндовкілля від 09.01.2024 № 37 «Про затвердження Програми державного моніторингу вод», Держводагентства від 12.01.2024 № 7 «Про впровадження Порядку здійснення державного моніторингу вод» [8]. Багаторічний моніторинг за хімічним складом поверхневих вод р. Десни та її приток показав, що серед важких металів перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) було виявлено лише для катіонів заліза та

мангану, концентрації катіонів цинку та міді були в межах ГДК, а катіони нікелю, кадмію та свинцю виявлені не були [3, 5, 11]. Раніше до програми моніторингу водних ресурсів включали наступні гідрохімічні показники: БСК₅, ХСК_{Мп}, фосфат-іони, нітроген амонійний, нітратний, нітритний; сульфати, хлориди, катіони заліза, мангану, цинку, міді, але з початком повномасштабного вторгнення в Україну цей список довелося значно розширити, тому що було виявлено солі інших важких металів, які пов'язані з військовими діями на Чернігівщині [2].

Мета роботи: проаналізувати джерела та кількісні показники окремих катіонів важких металів у воді річки Десна та її приток протягом 2023 - 2024рр., показати їх негативний вплив на організми риб та ссавців. Відомо, що в Чернігівській області на питні та санітарно-побутові потреби населення більшою мірою використовуються підземні прісні води [6,9], вони досить поширені на цій території. Річка Десна з притоками є джерелом значного обсягу прісної води в Україні, зокрема для зрошення сільськогосподарських угідь та забезпечення питною водою населення м. Києва (60%). У басейні р. Десна зосереджені найбільші запаси прісних підземних вод України [9].

Методологія. Державним моніторингом вод суббасейну річки Десна на 2023-2025 рр. передбачає здійснювати моніторинг на 7 МПВ у 13 пунктах на річках: Десна, Снов, Стрижень, Убідь, Вздвиг, Клевень, Білоус, Удай, Шостка, Остер, Мена та Сейм [8].

Результати досліджень. У серпні 2023 р. було зафіксовано перевищення гранично допустимих концентрацій показників наступних важких металів: кадмію – на 15% (0,519 мкг/дм³) у воді р. Десна та майже в 3 рази (1,304 мкг/дм³) у р. Білоус; нікелю – на 50% (51,038 мкг/дм³) у р. Десна та на 37% (46,676 мкг/дм³) [8], в інші місяці цих катіонів у воді зареєстровано не було, як і катіонів свинцю протягом 2023 року. В 2024 році забруднення води важкими металами збільшилося, тому проблема їх накопичення в організмах гідробіонтів загострюється. Так, в січні 2024 року значне перевищення ГДК спостерігалось по кількості нікелю в річках Вир (в 4,4 рази) та Шостка (в 4,9 рази) (табл.1), в лютому ці показники різко знизились, але все ж перевищували ГДК. Для катіонів свинцю виявлено таку ж тенденцію: в січні у воді р. Вир та р. Шостка концентрація Pb²⁺ перевищувала ГДК в 3,6 та в 3,7 рази відповідно, а в лютому перевищення зменшуються (табл.1). Концентрація свинцю у воді р. Десна в лютому 2024р. перевищує ГДК на 43% (табл.1). Концентрація катіонів кадмію також підтверджує цю тенденцію: для води р. Вир і р. Шостка в січні є значно більші перевищення ГДК (у 52 і 27 раз), а у лютому перевищення ГДК менші (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка концентрації катіонів важких металів у воді річок Чернігівський області за 2024 р.

Показники	2024 січень; лютий						
	ГДК (мкг/дм ³)*	Десна мкг/дм ³	Стрижень	Снов	Вир мкг/дм ³	Шостка мкг/дм ³	Сейм
Кадмій	0,45-1,00	х	х	х	52,2; 32,2	26,9	х
Свинець	14,0	20,0;	х	х	48,9; 20,6	52,3; 23,4	х
Нікель	34,0	х	х	х	151,9; 36,5	167,1; 38,3	х

* - ГДК для задоволення питних, господарських-побутових та інших потреб населення [7], х - виявлено концентрацію катіонів важких металів нікелю, хрому загального в межах екологічних нормативів якості.

Навесні і влітку 2024 р. концентрації катіонів нікелю були в межах екологічних нормативів якості в усіх досліджуваних річках МПВ; концентрації катіонів кадмію, які перевищують норми ГДК, зафіксовано у воді р. Десна та її приток Білоус і Сейм, а концентрація свинцю у воді р. Десна стабільно перевищували ГДК на 43% (табл. 2).

Таблиця 2

Динаміка концентрації катіонів важких металів у воді річок Чернігівський області за 2024 р.

Показники	2024 березень-серпень							
	ГДК (мкг/дм ³)*	Десна мкг/дм ³	Стржень мкг/дм ³	Снов мкг/дм ³	Мена мкг/дм ³	Удай мкг/дм ³	Білоус мкг/дм ³	Сейм мкг/дм ³
Кадмій	0,45-1,00	8,0; 2,0	х	х			1,5	15,4
Свинець	14,0	20,0; 20,0	х	х				х

Нікель	34,0	х	х	х				х	
Вересень-жовтень-листопад									
Кадмій	0,45-1,00	х	х	х		1,9		х	
Свинець	14,0	20,0	х	х		18,2		х	
Нікель	34,0	34,4;109,7; 104;109,1; 73,5	142,1; 2,9	188,2; 59,0	104,1	91,2; 69; 79,2	145,2; 80,1	х	81,5

* - ГДК для задоволення питних, господарських-побутових та інших потреб населення [7], х - виявлено концентрацію катіонів важких металів нікелю, хрому загального в межах екологічних нормативів якості.

Значне збільшення концентрації нікелю в осінній період у воді практично всіх досліджуваних річок (табл. 2) можна пояснити за допомогою даних Держагентства з меліорації [4], які стверджують, що починаючи з 14 серпня з російської території у р. Сейм були скинуті невідомі відходи, тобто забруднена вода прийшла з Курської області, де тривали бойові дії. За повідомленням агентства, росіяни спричинили масштабне забруднення річки Сейм [4], але вже в грудні 2024 року у воді річок Чернігівський області було виявлено солі нікелю та арсену в межах екологічних нормативів якості, катіонів кадмію і свинцю не зафіксовано.

Висока токсичність важких металів пов'язана з їх накопиченням в організмі риб та залежить від шляхів їх проникнення (ротова порожнина, зябра, шкіра), від особливостей форми металу, від хімічного складу водного середовища, твердості води, її рН, мінералізації та температури, підвищення якої до певної межі активує обмін речовин у тканинах риб і сприяє більшому впливу катіонів металу на організм. Молода риба має вищий рівень метаболізму, тому поглинання токсичних елементів буде швидшим. В умовах помірного кисневого голодування спостерігається більше поглинання зябрами кадмію, хрому та свинцю. Під дією Pb^{2+} рухова активність уповільнюється, можлива втрата рівноваги у риб. Катіони свинцю впливають на розвиток скелету (здійснюється їх акумуляція в кістках і деформація скелету), на нервову систему (порушення її функцій) і на гематологічні показники риб (здатність міцно зв'язуватися з органічними лігандами, насамперед білками). Катіони свинцю викликають зміни в репродуктивних органах та підвищують смертність риб [10]. Ці автори також розглядають негативний вплив кадмію (Cd^{2+}), який може накопичуватися в нирках, печінці та зябрах риб та викликати ниркові та печінкові захворювання, порушення репродуктивної функції та зниження імунітету [10]. Катіони кадмію збуджують нервову систему і спричиняють гіперактивність у риб. Катіони нікелю можуть накопичуватися в організмі риб, особливо хижих (щука), тому їх споживання людиною є небезпечним. Перевищення концентрації нікелю також впливає на організм ссавців, у тому числі й людини, саме через споживання забрудненої води у якості питної, тому що дія нікелю реалізується на клітинному і субклітинному рівнях. Як стверджують автори [1] інтоксикація нікелем викликає виражену гіпертрофію ядерець гепатоцитів, збільшення частки агранулярної ендоплазматичної сітки, появу юних мітохондрій. При отруєнні щурів хлоридом і сульфатом нікелю спостерігається зниження активності лужної фосфатази та ентерокинази в кишечнику. При пероральному введенні морським свинкам хлориду нікелю в дозах 0,005 і 0,02 мг/кг відбувається активація, а при дозі 0,5 мг/кг — інгібування цитохромоксидази і сукцинатдегідрогенази у різних тканинах [1], що призводить до порушення процесів катаболізму та енергозабезпечення клітин та тканин. Одним із біохімічних механізмів регуляції вмісту і детоксикації металів, що проникають в організм є індукція синтезу специфічних білків — металотіонеїнів (МТ). Головною функцією цих низькомолекулярних цистеїновмісних білків є зв'язування катіонів важких металів для захисту клітин організму від їх токсичної дії.

Висновки. В серпні 2023 року було зафіксовано перевищення гранично допустимих концентрацій кадмію та нікелю у воді річок Десна та Білоус, в інші місяці цих катіонів у воді зареєстровано не було, як і катіонів свинцю протягом всього року. В 2024 році були зафіксовані різні концентрації катіонів кадмію, свинцю та нікелю в притоках р. Десна. Найбільша концентрація катіонів нікелю була зафіксована у воді річки Десна та її приток в жовтні та листопаді 2024 року після скиду невідомих відходів у р. Сейм з російської території.

Перспективи подальшої роботи: дослідження умов підвищеного синтезу МТ та інших білків, здатних зв'язувати метали, тим самим сприяти формуванню толерантності у риб до зростаючого вмісту важких металів у воді.

Список використаних джерел

1. Дрогомирецька І.З., Мазепа І.В., Мазепа М.А. Імунотоксичність нікелю та його сполук. *Сучасні проблеми токсикології*. 3-4. 2009. С. 25-31
2. Екологічні наслідки і ризики воєнних дій на Чернігівщині / Л. Юрків та ін. Чернігів: Десна Поліграф. 2024. 60 с.
3. Жиденко А.О., Паперник В.В. Моніторинг водних екосистем у контексті змін нормативної бази України на прикладі Чернігівської області. *VIII з'їзд Гідроекол. тов-ва України «Перспективи гідроекологічних досліджень в контексті проблем довкілля та соціальних викликів»*, присвяченого 110 річчю заснування Дніпровської біостанції (Київ, 6-8 лист. 2019 р.). Київ, 2019. С. 321-323.
4. Забруднення річок Сейм і Десни. Суспільне Чернігів. Електронний ресурс: [URL:https://suspilne.media/chernihiv/832261-zabrudnenna-ricok-sejm-ta-desna-povazane-zi-znisennam-rosianami-ocisnih-sporud-na-kursini-lomako/](https://suspilne.media/chernihiv/832261-zabrudnenna-ricok-sejm-ta-desna-povazane-zi-znisennam-rosianami-ocisnih-sporud-na-kursini-lomako/) (дата звернення: грудень 2024).
5. Паперник В. Жиденко А. Гідрохімічні показники середніх річок, приток р. Десни в умовах забруднення важкими металами. Природні ресурси прикордонних територій в умовах зміни клімату: Колективна монографія. Slupsk: Pomorska akademia, 2017. Р. 163—170.
6. Паперник В.В., Жиденко А.О., Кривопиша В.О. Природні і антропогенні зміни поверхневих та підземних вод Чернігівської області. *“Vin Smart Eco”* За наук. редакцією Мудрака О.В. Збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції (18-20 травня 2023, м. Вінниця, Україна). Вінниця: КЗВО “Вінницька академія безперервної освіти”. 2023. С. 185-188.
7. Про затвердження Гігієнічних нормативів якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення від 02.05.2022 № 721 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0524-22#n13> (дата звернення: серпень 2024).
8. СУББАСЕЙН Верхнього Дніпра і річки Десна. Державне агентство водних ресурсів України. Деснянське басейнове управління водних ресурсів. Електронний ресурс: URL: <https://desna-buvr.gov.ua/diialnist/upravlinnya-vodnymy-resursamy/monitoryng-poverhnevyyh-vod/> 2024. (дата звернення: лютий 2025).
9. Що ми знаємо про Десну? Деснянське басейнове управління водних ресурсів. Електронний ресурс: URL: <https://desna-buvr.gov.ua/shcho-my-znaiemo-pro-desnu-14-faktiv/> (дата звернення: лютий 2025).
10. Ali M.M., Rahman S., Islam M.S., Rakib M.R.J., Hossen S., Rahman M.Z., Kormoker T., Idris A.M., & Phoungthong K. Distribution of heavy metals in water and sediment of an urban river in a developing country: A probabilistic risk assessment. *International Journal of Sediment Research*. 2022. 37 (2). Р. 173–187. <https://doi.org/10.1016/j.ijsrc.2021.09.002>.
11. Chugai A., Hlod A., Pylypiuk V. State and quality of water in the Desna river basin (within the Chernigiv region). *J. Environ. Probl.* 2021. Vol. 6, N 4. Р. 226—232. DOI: <https://doi.org/10.23939/ep2021.04.226>.

УДК 504.064.2:502.55:622.271.3

Мандрик О.М., д. т. н., професор,

Барабан К.І., аспірант,

Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу

**ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ҐРУНТІВ В ЗОНІ ВПЛИВУ ВУГІЛЬНИХ
ВІДВАЛІВ ЧЕРВОНОГРАДСЬКОГО ГІРНИЧО-ПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ**