

## ECOLOGY

### Моніторинг вмісту важких металів на території смт Радушне

С. М. Кірієнко, С. М. Панова, О. Гапоненко, М. С. Федорнікова

Криворізький національний університет, Кривий Ріг, Україна  
Corresponding author. kirienkosvm@gmail.com

Paper received 28.01.20; Accepted for publication 16.02.20.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2020-224VIII27-07>

**Анотація.** Стаття присвячена проведенню екологічного моніторингу вмісту важких металів на території смт Радушне. Дослідження проводилися за громадським запитом та з метою залучення постанови КБУ «Оцінка впливу на довкілля» для підтвердження надмірного впливу промисловості регіону на показники стану довкілля, а саме вмісту важких металів. Отримані дані дають змогу стверджувати, що територія селища має бути залучена до державної системи підтримки регіонів та потребує проведення постійного екологічного моніторингу.

**Ключові слова:** важкі метали, смт Радушне, санітарно-хімічних дослідження.

**Вступ.** Науково – технічний прогрес, що сприяє прискоренню розвитку промисловості, енергетики, транспорту, широкої хімізації сільського господарства і побуту, на жаль, нерідко веде до забруднення навколишнього середовища: атмосферного повітря, поверхневих, а в ряді випадків і підземних джерел, особливо в регіонах з високою концентрацією промисловості, до яких відноситься індустріальний Криворізький регіон та без посередньо смт Радушне, досягло критично – небезпечних для життя і здоров'я населення величин [8].

**Стислий огляд публікацій за темою досліджень.** Враховуючи те, що с.м.т. Радушне знаходиться у зоні інтенсивної дії підприємств важкої промисловості (металургія, гірничодобувна виробництво, коксохімічне виробництво та ін.), які потужними джерелами викидів хімічних сполук що містять важкі метали, і те, що ці метали є вкрай небезпечними для людини, необхідно звернути особливу увагу на сан навколишнього середовища у даному районі стосовно вмісту важких металів у ґрунті і воді.

Ця група елементів бере активну участь у біологічних процесах, входячи до складу багатьох ферментів. Група "важких металів" багато в чому збігається з поняттям "мікроелементи". Звідси свинець, цинк, кадмій, ртуть, молібден, хром, марганець, нікель, олово, кобальт, титан, мідь, ванадій є важкими металами.

Важкі метали, потрапляючи в наш організм, залишаються там назавжди, вивести їх можна тільки за допомогою білків молока. Досягаючи певної концентрації в організмі, вони починають свій згубний вплив - викликають отруєння, мутації, проявляють канцерогену дію. Крім того, що самі вони отруюють організм людини, вони ще і чисто механічно засмічують його - йони важких металів осідають на стінках найтонших систем організму і засмічують ниркові канали, канали печінки, таким чином, знижуючи фільтраційну здатність цих органів. Відповідно, це призводить до накопичення токсинів і продуктів життєдіяльності клітин нашого організму, тобто самоотруєння організму, тому що саме печінка відповідає за переробку отруйних речовин, що потрапляють в наш організм, і продуктів життєдіяльності організму, а нирки - за їхнє виведення назовні.

Більшість особливо забруднених важкими металами

земель зосереджена в промислових зонах та прилеглих територіях на відстані 1-5км, а вплив промислових підприємств гірничодобувної промисловості розповсюджується й найбільш значні відстані. Джерела надходження важких металів поділяються на природні (які ми не можемо контролювати) і техногенні (видобуток і переробка корисних копалин, спалювання палива, рух транспорту, діяльність сільського господарства).

Сучасні промислові підприємства характеризуються високою продуктивністю, споживають великі обсяги ресурсів різних видів і разом із тим вони внаслідок своєї широкомасштабної виробничої діяльності здійснюють значний негативний тиск на оточуюче середовище. Особливі проблем у цьому плані виникають в крупних промислово розвинутих регіонах країн, у яких концентрується велика кількість промислових підприємств різного спрямування і характеру діяльності.

Одним з таких найбільш крупних промислових регіонів України є Криворізький залізорудний басейн. У цьому басейні виробляє до 5% валового внутрішнього продукту України (ВВП). У Криворізькому басейні розташовано майже 90% потужностей з розробки родовищ залізних руд України і біля 40% потужностей металургійного виробництва. Криворізький залізорудний басейн є одним з найбільш неблагополучних промислових регіонів за вкрай негативним впливом наслідків виробничої діяльності його промисловості [3].

Необхідно зауважити, що цей вплив має негативні наслідки як на території самого Криворізького басейну, так і на території районів, які прилягають до нього. Такий вплив обумовлений як техногенними факторами (діяльністю підприємств) та і природними факторами, а саме: переміщенням великих мас повітря під дією вітру, рухом поверхових і підземних вод внаслідок природного гідрогеологічного режиму у районах, проявами сейсмічних явищ техногенного походження внаслідок природних фізико-механічних властивостей гірських порід, спроможних передавати техногенні сейсмічні коливання на значні відстані.

За всім вище сказаним у районах, у яких проявляється вплив негативних техногенних факторів різної природи необхідно застосовувати і комплексні методи

захисту, контролю, упорядкування середовища районів, які страждають від такого впливу.

Розташування. Селище міського типу Радушне (сміт Радушне) представляє крупний населений пункт і є адміністративним центром території підпорядкованої Радушанській селищній раді Криворізького району Дніпропетровської області. За географічним розташуванням с.м.т. Радушне знаходиться із західної стони території Дніпропетровської області. Віднось міста Кривий Ріг с.м.т. Радушне розташоване у південно-східній частині території Криворізького району. Територія с.м.т. Радушне оточена з півночі – виробничими та комунальними підприємствами, лісосмугами, та землями сільськогосподарського призначення. З південної стони с.м.т. Радушне знаходиться сільськогосподарські угіддя, газове господарство та лісосмуги.

Особливістю с.м.т. Радушне є те, що його територія розташована у районі, який безпосередньо контактує з територією крупних промислових підприємств і об'єктів (склади, відвали, шламосховища, місця скиду промислових вод тощо), які є складовими цих підприємств. Така сусідство здійснює вкрай негативний вплив на навколишнє середовище селища – повітряний, водний басейни та стан земної поверхні.

Найбільш вагоме значення мають: 1. Аераційна станція. Хоча цей 2. Цементний завод «ХайдельбергЦемент Україна» (негативні фактори впливу на навколишнє середовище: викиди цементного пилу, відпрацьованих газів від обжигу клінкеру). Відстань – 6125 м. 3. Відвали доменного шлаку заводу «АселорМіттал Кривий Ріг» (викиди шлакового пилу). Відстань 4480 м. 4. Суриківий завод. Викиди газів і пилу від переробки сировинних матеріалів. Відстань 6800м. 5. Коксохімічний завод «АселорМіттал Кривий Ріг» (викиди високотоксичних кокових газів косових батарей, викиди вугільного пилу). Відстань 7420 м. 6. Металургійний завод «АрселорМіттал Кривий Ріг» (викиди газів від металургійного виробництва, викиди пилу). Відстань 7630 м. 7. Кар'єр №2 цеху з видобутку залізної руди «АселорМіттал Кривий Ріг» (викиди газів від вибухових робіт, пил, сейсмічна дія вибухів). Відстань 11811 м. 8. Кар'єр №3 цеху з видобутку залізної руди «АселорМіттал Кривий Ріг» (викиди газів від вибухових робіт, викиди пилу, сейсмічна дія вибухів). Відстань 13913 м. 7. Кар'єр №2 цеху з видобутку залізної руди «АселорМіттал Кривий Ріг» (викиди газів від вибухових робіт, викиди пилу, сейсмічна дія вибухів). Відстань 11811 м. 8. Кар'єр №3 цеху з видобутку залізної руди «АселорМіттал Кривий Ріг» (викиди газів від вибухових робіт, пилу, сейсмічна дія вибухів). Відстань 13913 м. 9. Кар'єр «Південного гірничозбагачувального комбінату» (Південний ГЗК) (гази від вибухових робіт, викиди пилу, сейсмічна дія вибухів). Відстань 12445 м.

10. Відвали розкривних порід Південного ГЗК (викиди пилу). Відстань 1496 м. 11. Шламлсховище №1 Південного ГЗК (викиди пилу, дренаж у землю технічної води). Відстань 12911 м. 12. Шламлсховище «Об'єднане» Південного ГЗК (викиди пилу, дренаж у землю технічної води). Відстань 7876 м. 13. Збагачувальна фабрика Південного ГЗК (викиди газів від обжигу окотишів, викиди пилу). Відстань 10583 м. 14. Відвал породи Південного ГЗК (викиди пилу). Відстань 7449

м. 15. Шламлсховище №3 Південного ГЗК (викиди пилу, дренаж у землю технічної води). Відстань 4179 м. 16. Шламлсховище №4 Південного ГЗК (викиди пилу, дренаж у землю технічної води). Відстань 6210 м. 17. Промислова зона підприємств, які входять до території с.м.т. Радушне (Асфальтний завод, Нафтобаза, Металургійний завод з переплавки кольорових металів, Ремонтна майстерня). Відстань 1500 м.

**Мета проведення досліджень.** Санітарно-хімічні дослідження об'єктів навколишнього середовища проведені фахівцями «Придніпровського регіонального центру з питань еколого-гігієнічної та медико-біологічної оцінки промислових відходів» ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України» (Свідоцтво з акредитації МОЗ України № 142 від 29.06.2016 р., Свідоцтво ДП «Дніпростандартметрологія» про технічну компетентність № ПЧ 06-2/99-2018 від 14.02.2018 р.).

Метою досліджень було отримання, систематизація та медико-екологічний аналіз інформації щодо ступеню забруднення окремих об'єктів навколишнього середовища, в т.ч. ґрунту, підземних вод, змету зі штучних покриттів на території с.м.т. Радушне Криворізького району Дніпропетровської області.

**Матеріали та методи проведення досліджень.** Відбір проб об'єктів довкілля було проведено на території с.м.т. Радушне Всього було досліджено шість проб. Схема розташування точок відбору проб води і ґрунту наведена на схемі 2. [4,5].

У межах селищної зони населеного пункту на території дитячого садку та середньої школи, а також уздовж автомобільної траси відбирались зразки ґрунту за методикою, визначеною у [4, 5]. Для оцінки забруднення штучних поверхонь на території населеного пункту (проїжджі частини, пішохідні доріжки), в тому числі внаслідок аерогенного розповсюдження викидів розташованих поблизу промислових об'єктів, відбирались також проби поверхневого змету. Визначення вмісту важких металів у пробах виконували методом атомно-абсорбційної полум'яної спектрофотометрії на спектрофотометрі іСЕ-3300 (США) та атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою на спектрометрі іСАР7000 (США) згідно до методик [7] та обробкою результатів на ПЕОМ. Вивчення рухливості важких металів проводили у відповідності до додатку №6 Методичних вказівок [7].

**Результати та обговорення.** Медико-екологічний аналіз ступеню забруднення об'єктів довкілля – ґрунтових вод, ґрунту, поверхневого змету виконували за нормативними документами [4 -7].

На схемі 1 наведені місця проведення санітарно-хімічних досліджень вмісту валових та рухливих форм важких металів таких як As, Cd, Cu, Mn, Ni, Zn, Hg. Та отримано та медико-екологічний аналіз інформації щодо ступеню забруднення окремих об'єктів навколишнього середовища, в т.ч. ґрунту, підземних вод, змету зі штучних покриттів на території с.м.т. Радушне Криворізького району Дніпропетровської області. Розраховані коефіцієнти концентрації за визначеними металами та сумарний показник забруднення(Zс). Точки взяття проб води і ґрунту зазначені на схемі 2. У межах селищної зони населеного пункту на території дитячого садку та середньої школи, а також уздовж автомобільної траси.



**Схема 1.** Точки взяття проб на важкі метали: ґрунт (155-164, 188), змет з поверхні землі (166-179); проби води (180-185)

Санітарно-хімічні дослідження ґрунту на всіх досліджених ділянках свідчать про промисловий характер забруднення, «плямистий». Концентрації індикаторних речовин – важких металів, у досліджених пробах перевищують граничнодопустимі за вмістом таких важких металів як миш’як, мідь, нікель цинк.

Розраховані показники сумарного забруднення поверхневого – до 30 см шару природного ґрунту (Zc) для більшості ділянок є допустимими. Разом з тим спостерігається тенденція до розповсюдження забруднень техногенного характеру з поверхні ґрунту у його верхні шари. Концентрації цих елементів у пробах ґрунту перевищують значення ГДК/Фон (відповідно, кратність): As – 1,1-1,6/7-10; Cu – 1,2-3/1,2-1,6; Ni – 1,3-1,9/1,2-5; Zn – 1,1-3,5/1,4-4,9. На території, прилеглої до автотраси (проба № 156) та, що особливо важливо, на території школи (проби № 158 та № 159) забруднення ґрунту відповідає недопустимому, помірно небезпечному рівню.

**Таблиця 1.** Сумарний показник Zc забруднення ґрунту для досліджених ділянок (за окремими пробами)

№ проби	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	188
Zc	13,4	16,0	18,0	14,5	18,5	17,2	7,5	13,1	10,6	12,6	14,2	13,7	11,9

Пріоритетними елементами для контролю верхніх шарів ґрунту при впровадженні науково-технічної розробки «Інноваційної автоматизованої системи управління розвитком техногенного регіону» верхніх шарів ґрунту слід вважати миш’як, мідь, нікель та цинк. Концентрації цих елементів у пробах ґрунту перевищують значення ГДК/Фон (відповідно, кратність): As – 1,1-1,6/7-10; Cu – 1,2-3/1,2-1,6; Ni – 1,3-1,9/1,2-5; Zn – 1,1-3,5/1,4-4,9. Моніторинг цих елементів потребує встановленню стаціонарних автоматизованих постів спостереження за станом: повітряного, надземного, підземного.

Для обґрунтування зв’язку забруднення повітря та ґрунту від прилеглих підприємств було проведено дослідження змету на вміст важких металів. Змет був відібраний з ділянок, що мають тверде покриття (асфальт, бетон). Він акумулює в своєму складі забруднення з різних джерел, в тому числі ті, що надходять

аерогенним шляхом і таким чином дає змогу комплексно оцінити поверхневе забруднення штучно утворених ґрунтів, які переважають у зоні населеного пункту та автомагістралях. На відміну від поверхневих шарів природних ґрунтів досліджених ділянок, забруднення твердих штучних ґрунтів виявилось значно інтенсивнішим, хоча тут, як і у попередніх дослідженнях, спостерігається вкрай нерівномірний «плямистий» фон.

Санітарно-хімічні дослідження змету на більшості досліджених ділянок (проби № 169 – автотраса, № 170, 171, 172 – школа, № 174, 177 – дитячий садочок) за розрахованими показниками сумарного забруднення (Zc) свідчать про те, що рівень їх забруднення є недопустимим, помірно небезпечним. У населення, що тривало мешкає на таких ділянках, варто очікувати підвищення рівня загальної захворюваності. Про що свідчить раніше зазначена інформація, щодо захворюваності смт Радушне.

**Таблиця 2.** Сумарний показник Zc забруднення змету для досліджених ділянок (за окремими пробами)

№ проби	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179
Zc	11,0	60,5	6,2	24,4	22,3	21,2	20,0	8,1	25,3	9,5	13,6	17,2	18,6	1409,1

Найвища ступінь забруднення за результатами досліджень поверхневого змету, притаманна деяким ділянкам, що розташовані обабіч автотраси. Показники забруднення на таких ділянках, за розрахованим показником сумарного забруднення відповідає небезпечному рівню забруднення ґрунту. Для мешканців таких ділянок смт Радушне та тих хто проводить випас худоби та вживання в їжу продуктів рослинного походження, слід очікувати підвищення загальної захворюваності, а також більш частими проявами хронічними захворювання дітей та порушенням функціонування серцево-судинної системи (що підтверджується статистичними даними).

Пріоритетними елементами для подальшого контролю при впровадженні науково-технічної розробки

«Інноваційної автоматизованої системи управління розвитком техногенного регіону» поверхневого забруднення штучних ґрунтів слід вважати миш’як, мідь, марганець, нікель, свинець та цинк. Концентрації цих елементів у пробах змету перевищують значення ГДК/Фон (відповідно, кратність): As – 1,5-3,7/3-12; Cu – 1,5-2/1,6-10; Mn – 3-6/1,2-18; Ni – 1,8-2,5/2-8; Pb – 1,4-1,5/1,8-3,5; Zn – 1,9-7/1,5-18 та потребують моніторингу на стаціонарних автоматизованих постах спостереження за станом: повітряного, надземного, підземного.

Найбільший – термінальний рівень забруднення визначено на ділянці автотраса (проб №179). Сумарний показник забруднення свідчить про недопустимий надзвичайно небезпечний ступінь забруднення (Zc > 128).

Такий ступінь забруднення території може бути причиною негативних змін у стані здоров'я населення. Зокрема слід очікувати підвищення дитячої захворюваності та порушення репродуктивної функції жінок (збільшення токсикозів вагітності, кількості передчасних пологів, мертвонароджуваності, гіпотрофії немовлят). Концентрації пріоритетних елементів у пробі № 179 перевищують значення ГДК/Фон (відповідно, кратність): As – 3,7/24; Cd – 5,3/6,3; Cu – 214/170; Mn – 1,3/3,1; Ni – 4,5/14; Pb – 426/1138; Zn – 29/59,8 перевищують значення ГДК/Фон та потребують постійного моніторингу.

**Висновки.** Нині особливо важливого значення набувають соціально-гігієнічні аспекти перетворення навколишнього середовища. Зараз особливо відчутний зв'язок темпів розвитку промисловості, станом навколишнього середовища та здоров'ям населення промислових регіонів. Значні зміни навколишнього середовища відбулися у Криворізькому залізничному басейні, та цілковито позначилися й на території смт Радушне.

Тому одним з головних та першочергових завдань

для поліпшення навколишнього середовища є проведення постійного моніторингу, з метою не допущення зростання захворювань, та створення умов у всіх сферах життя, що виключали б можливість появи несприятливих для здоров'я людей факторів. Необхідно вести постійний моніторинг параметрів екологічного ризику, що створюються промисловими підприємствами регіону. Одними з таких параметрів є вміст важких металів в ґрунті та має змогу зоставатися там довгий час та залучатися до біологічного колообігу. Отримані загрози рівні вмісту важких металів у зметах, на підвіконнях дитячого садку, що надає змогу говорити про схильність впливати на санітарно-гігієнічні вимоги якості життя населення конкретного регіону та необхідність залучення державних процедур підтримки регіону.

Діючі законодавчі норми України дають підставу сільській раді підняти питання про проведення процедури «Оцінки впливу на довкілля», звернувшись за підтримкою до районної, обласної Ради та до КМУ, за підтвердженням та роз'ясненням [1, 2].

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Степаненко В.С. Источники европейского экологического права. // NB: Международное право. – 2013. – № 4. – С.161– 183. DOI: 10.7256/2306– 9899.2013.4.10072. URL: .
2. Конституція України. Відомості Верховної Ради України, 1996, № 30. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», Відомості Верховної Ради України, 1991, № 41, ст. 546.
3. Статистичний щорічник України за 2007р. – К.: Техніка, 2008. – 528 с.
4. ДСТУ ISO 10381-1: Якість ґрунту. Відбір проб. Частина 1. Настанови щодо складання програм відбору проб.
5. ДСТУ ISO 10381-2:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб.
- Частина 2. Настанови з методів відбирання проб».
6. Методика вимірювання масової частки важких металів атомно-абсорбційним методом (МВВ № 081/12-0726-10, МВВ № 081/12-0012-01, МВВ № 081/12-0164-05, МВВ № 081/12-0292-06).
7. Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10).
8. Шевченко О. А. Санітарно-гігієнічна оцінка потоків промислових відходів індустріальних областей України / Шевченко О. А., Овчинникова В. О., Голубева Г. Г. // Гігієна населених місць. - 2007. - Вип. 49. - Київ, 2007. - С. 89-93.

#### REFERENCES

1. Stepanenko VS Sources of European environmental law. // NB: International Law. - 2013. - № 4. - P.161– 183. DOI: 10.7256 / 2306– 9899.2013.4.10072. URL:..
2. The Constitution of Ukraine. Verkhovna Rada of Ukraine Notices, 1996, No. 30. Law of Ukraine "On Environmental Protection", Verdicts of the Verkhovna Rada of Ukraine, 1991, No. 41, Art. 546.
3. Statistical Yearbook of Ukraine for 2007. - K.: Engineering, 2008. - 528 p.
4. DSTU ISO 10381-1: Soil quality. Sampling. Part 1. Guidelines for the collection of sampling programs.
5. DSTU ISO 10381-2: 2004 Soil quality. Sampling. Part 2. Guidance on sampling methods. "
6. Method of measuring the mass fraction of heavy metals by atomic absorption method (MVV No. 081 / 12-0726-10, MVV No. 081 / 12-0012-01, MVV No. 081 / 12-0164-05, MVV No. 081 / 12-0292 -06).
7. State sanitary rules and rules "Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption" (DSanPiN 2.2.4-171-10).
8. Shevchenko OA Sanitary and hygienic assessment of industrial waste streams in industrial regions of Ukraine / Shevchenko OA, Ovchinnikova VA, Golubeva GG // Hygiene of settlements. - 2007. - Vip. 49. - Kiev, 2007. - P. 89-93.

#### Monitoring of heavy metals content in Radushne village

S. Kiriienko, S. Panova, A. Gaponenko, M. Fedornikova

**Abstract.** The article is devoted to environmental monitoring of heavy metals content in the Radushne village. The studies were conducted at the request of the public and with the aim of attracting a resolution of the CBU "Environmental Impact Assessment" to confirm the excessive influence of the industry of the region on the environmental performance, namely the content of heavy metals. The data obtained indicate that the territory of the settlement should be included in the state system of support of the regions and needs constant environmental monitoring.

**Keywords:** heavy metals, Radushne township, sanitary-chemical research.