

УДК 656.2:[504:502.521:669.018]



*Аспірант
Самарська А. В.*



*Д-р техн. наук
Зеленько Ю. В.*

ЗАКОНОМІРНОСТІ ПОШИРЕННЯ ТА АКУМУЛЯЦІЇ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТАХ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Ключові слова: важкі метали, залізничний транспорт, ґрунти, зона відчуження, екологічний ризик, фактор збагачення

Залізничний транспорт, будучи лідером вантажних перевезень, відіграє важливу роль в економічному розвитку нашої країни, але з іншого боку експлуатація даного виду транспорту призводить до інгредієнтного, біологічного, параметричного, біоценотичного та естетичного забруднення навколишнього середовища. Тому дослідження, пов'язані з вивченням впливу залізничного транспорту на довкілля, є актуальними та потребують детального аналізу. Крім того, з переходом України до сталого (збалансованого) розвитку підвищення рівня екологічної безпеки залізниць є досить важливим завданням для науковців та працівників різних відомств залізниць.

Аналіз існуючих досліджень

Серед найбільш токсичних груп забруднювачів залізничний транспорт сприяє над-

ходженню у ґрунти поліциклічних ароматичних вуглеводнів та важких металів (далі – ВМ) [12, 18]. На даний час в Україні забруднення ґрунтів залізничної інфраструктури є недостатньо вивченим. Хоча у світовій літературі є багато досліджень, що підтверджують значну роль залізниць у контамінації ґрунтів ВМ [3, 4, 7, 8, 10-13, 16-19]. Активно займається вивченням залізничного транспорту, як джерела забруднення ґрунтів ВМ та органічними речовинами, група вчених у Польщі [7, 11, 12, 13, 17, 18]. Відповідно до їх висновків, залізничний транспорт є забруднювачем ґрунтів ВМ.

Нещодавні дослідження, проведені вітчизняним науковцем Н. Ю. Бобриком, свідчать про те, що експлуатація українських залізниць призводить до поширення та акумуляції ВМ у ґрунтах призалізничних територій [1]. Відповідно до цих досліджень на відстанях (0, 25, 50, 100 м) від залізничної колії спостерігається акумуляція сполук нікелю, цинку, свинцю та частково міді. На відстані 250 м (прийнято за контрольну дистанцію) концентрація ВМ зменшується порівняно з іншими ґрунтами, однак все ще відбувається часткова акумуляція сполук Pb, Zn та Ni. За перевищеннями фонових значень ВМ у ґрунтах призалізничних територій можна розташувати у такий ряд: $Zn = Ni > Pb > Cu$. У цій роботі визначено концентрації рухомих форм ВМ.

Результати досліджень російських вчених [3] вказують, що ґрунти смуги відводу контаміновані такими металами як нікель, мідь, хром і кобальт, при цьому переважне забруднення ґрунту забезпечується нікелем. Найбільше вміст нікелю ($K_{Ni} = 125$) припадає на територію станції Сортувальна Казанського напрямлення московської залізниці, поруч з головним ходом (3 м), що в 1,7 разів більше, ніж вміст нікелю по Курському напрямленню ($K_{Ni} = 75$, станція Люблінно-Сортувальне, платформа депо). Тобто, фактична концентрація Ni може перевищувати фонові значення щонайбільше в 125 разів. У той же час, дослідження В. Казанцева [4] доводять, що залізничний транспорт привносить до ґрунтів залізо, мідь, марганець та хром.

Австралійські вчені, на основі проведеного аналізу ґрунтів сіднейської залізниці, встановили, що експлуатація залізничного

транспорту в першу чергу призводить до забруднення залізом (середня концентрація заліза – 73,51 мг/г, фактор збагачення EF – 61,31), друге та третє місця займають нікель та хром [10].

Результати, представлені дослідниками з Китаю [19] демонструють, що з восьми металів V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Cd та Pb, що визначались в ґрунтових зразках відібраних на території тибетської залізниці, найбільші значення концентрацій характерні для Zn, Cd та Pb. Такий показник, як фактор збагачення EF для цих металів коливався від незабрудненого до значного рівня. Найбільш забрудненою є зона в межах 20 метрів від залізничної колії. Коливання вмісту ВМ у ґрунті, при віддалені від колії, показано на рисунку 1. Різниця в горизонтальному розподілі вмісту ВМ

на різних місцях відбору проб може бути пов'язана з особливостями рельєфу та рослинності. При цьому автори відмічають, що завдяки лужності ґрунту та наявності захисних огорожень вплив забрудненого ґрунту на людей та тварин є незначним, але середовище тибетського плато, на якому прокладено залізницю, чутливе та вразливе, тому довгостроковий моніторинг забруднення ґрунту від цієї споруди є важливим завданням [19]. Більш нові результати досліджень китайських вчених [16] вказують, що експлуатація залізниць призводить до забруднення ґрунтів залізничних призм такими ВМ як Cd та Pb. Для цих металів фактор збагачення відповідає категорії «помірний», а потенційний екологічний ризик – категорії «значний» (для більшості ґрунтових зразків).

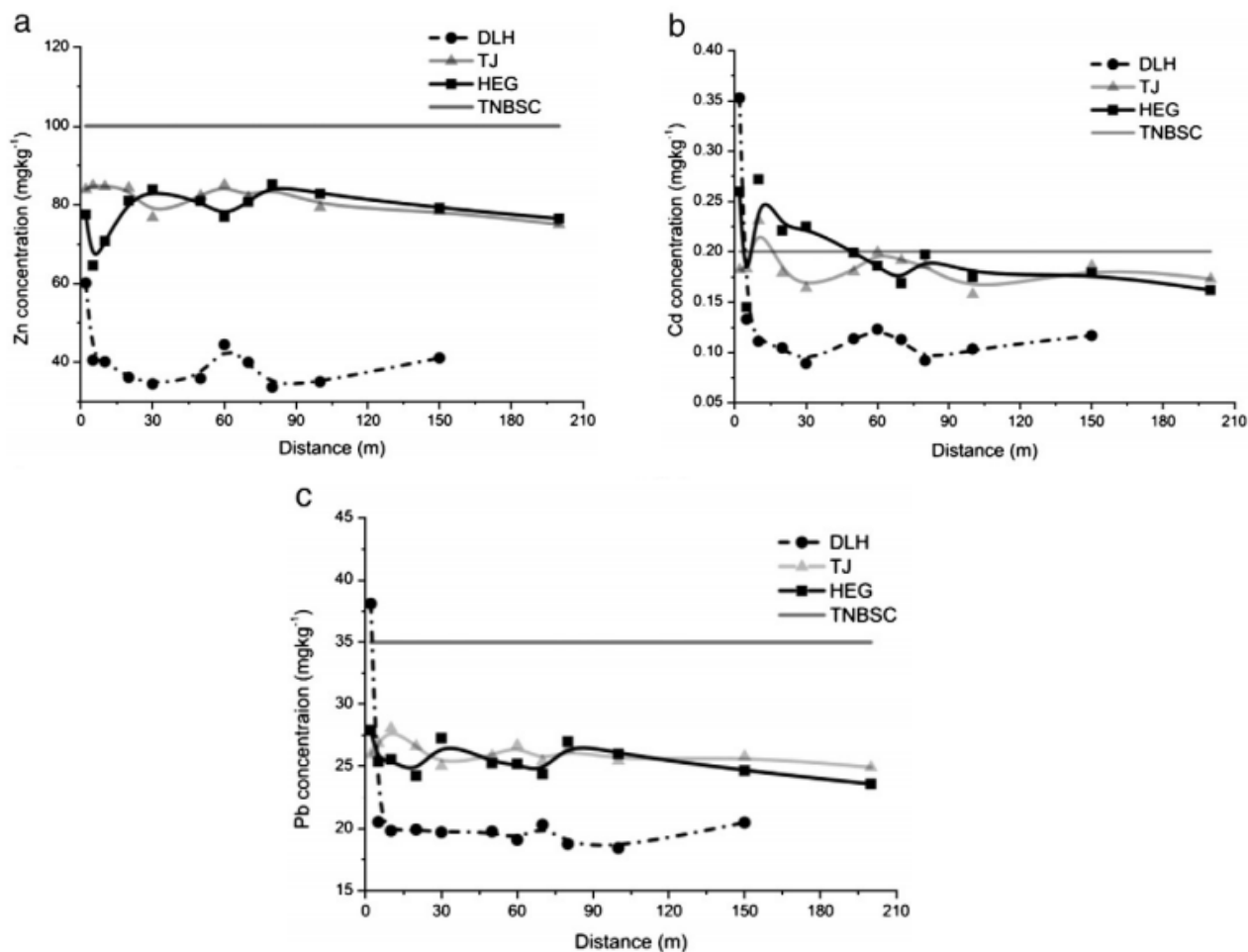


Рис. 1 - Коливання місту важких металів у ґрунті, при віддалені від колії, де: а – концентрація цинку, б – кадмію, с – свинцю, мг/кг;

DLH – Delingha, TJ – Tianjun, HEG – Haergai - назви залізничних станцій;
TNBSC – китайський норматив якості навколишнього середовища для ґрунту
(the Chinese environmental quality standard for soils)

Також важливим аспектом є акумуляція ВМ у рослинах, що зростають на прилеглих до залізниць територіях. У роботі Dzierżanowski K. та Gawroński S. W. [8] визначено вміст ВМ у ґрунтах та в рослинах біля колій. Розглянемо дані щодо вмісту ВМ у рослинах: *Viola arvensis* накопичує приблизно 230 мг/кг Zn, *Vicia cracca* – \approx 30 мг/кг Mo, *Cerastium dubium* – \approx 160 мг/кг Cu, 400 мг/кг Mn, 8 мг/кг Pb, 34000 мг/кг Fe [8], що в свою чергу підтверджує вплив залізничного транспорту на привнесення та акумуляцію ВМ, як у ґрунті прилеглих територій, так і у рослинах, що на них зростають. Вміст ВМ у рослинах може краще відображати рівні забруднення територій, ніж їх вміст у ґрунті. Необхідно зауважити, що фітоценози призалізничних зон також змінюються за рахунок забруднення ґрунту [9].

Для України необхідність вивчення забрудненості ґрунтів обумовлюється тим, що залізничний транспорт є лідером вантажних перевезень. За даними державної служби статистики України [2] у 2017 році цим видом транспорту було перевезено 339,5 млн. т вантажів, у той час як автомобільним – 175,6 млн. т, водним – 5,9 млн. т, трубопровідним – 114,8 млн. т та авіаційним – 0,1 млн. т. При цьому за навантаженням залізницями у 2017 році було перевезено: кам'яного вугілля – 43,9 млн. т, коксу – 5,0 млн. т, нафти і нафтопродуктів – 3,8 млн. т, руди залізної і марганцевої – 64,9 млн. т, чорних металів – 20,8 млн. т, брухту чорних металів – 3,1 млн. т, лісових вантажів – 2,8 млн. т, хімічних і мінеральних добрив – 3,5 млн. т, зерна і продуктів перемелу – 35,7 млн. т, цементу – 5,9 млн. т, будівельних матеріалів – 41,2 млн. т, інших вантажів – 46,7 млн. т. [2].

Загальна кількість втрат при перевезеннях мінеральних добрив насипом у критих вагонах становить до 8%, у піввагонах до 28%. При перевезеннях в універсальних вагонах щорічно втрачається до 7% руди і 3 % цементу [4]. Якщо залізницями було перевезено в універсальних вагонах 5,9 млн. т цементу та 64,9 млн. т залізної і марганцевої руди, то втрати приблизно складають – 177 000 т та 4 543 000 т, відповідно.

Отже, на основі аналізу літературних даних про акумуляцію ВМ у ґрунтах залізничної інфраструктури, необхідність фізико-хімічного аналізу ґрунтів залізниць України на вміст ВМ є очевидною. Актуальність ви-

конання таких робіт полягає в тому, що на основі отриманих даних можлива розробка рекомендацій та порядку встановлення розмірів зони відчуження залізниць, а також розробка заходів щодо підвищення екобезпеки залізниць та їх територій.

Мета статті та її задачі

Основна мета статті – встановлення закономірностей поширення та акумуляції ВМ у ґрунтах смуг відводу залізниць та розробка рекомендацій щодо підвищення рівня екобезпеки даних територій.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні дії:

- 1) обрати ділянку залізниці, де техногенний вплив на довкілля здійснюється тільки за рахунок її експлуатації;
- 2) розробити схему відбору проб ґрунтових зразків;
- 3) провести фізико-хімічний аналіз проб ґрунту;
- 4) обробити результати лабораторних досліджень та побудувати графіки поширення ВМ у ґрунті на різних відстанях від залізничної колії;
- 5) розрахувати потенційний екологічний ризик та фактор збагачення ВМ для ґрунтів прилеглих до залізничних колій.

Методика дослідження

В якості об'єкта досліджень була обрана ділянка залізничної інфраструктури між станціями Вільногірськ та Ерастівка регіональної філії (РФ) «Придніпровська залізниця» ПАТ «Укрзалізниця». На рисунку 2 наведено зону уздовж залізничної колії, на якій проводився відбір проб. Зона та пікети відбору проб були обрані за ознакою значної віддаленості від інших джерел забруднення довкілля, зокрема відсутності автомобільних шляхів, які можуть значно вплинути на результати токсикологічного аналізу. Предметом досліджень було визначення валового вмісту ВМ, а саме Cd, Pb, Zn, Ni, Cu, Mn та Fe.

Відбір проб здійснювався за схемою, представленою на рисунку 3, на відстанях 0, 5, 10, 15, 20, 30, 50 та 100 м від залізничної колії, по обидві сторони, через кожні 100 м. Глибина відбору проб – 0-20 см; вага кожної проби – 250-300 г. Всього відібрано 225 ґрунтових зразків. Загальна площа зони відбору проб складала 15 га.

Визначення концентрацій ВМ проводилося методом атомно-адсорбційної спектроскопії. Валові форми ВМ, згідно діючої методики, екстрагувались азотною кислотою (1:1).



Рис. 2 - Зона відбору проб між залізничними станціями Вільногірськ та Ерастівка (зображення з Google maps)

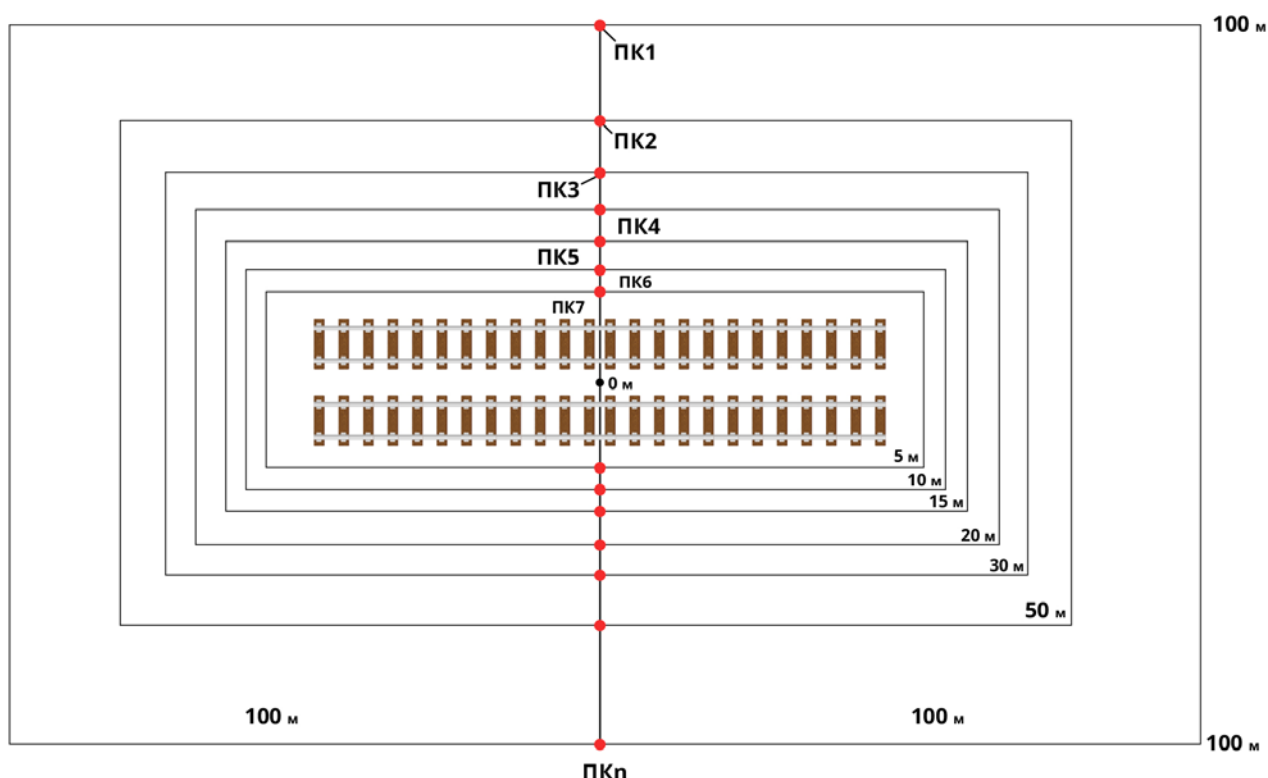


Рис. 3 - Схема відбору проб ґрунтових зразків на залізничному перегоні (без збереження масштабу), де ПК1, ПК2...ПКn – місця відбору проб (пикети)

Розрахунок потенційного екологічного ризику забруднення та фактору збагачення важкими металами прилеглих до залізничної колії ґрунтів

Показник RI – потенційний екологічний ризик забруднення ґрунтів, який визначається за формулою 1 [5, 14, 15], складає:

$$RI = \sum E_i, \quad (1)$$

де E_i – фактор ризику для i -того ВМ.

$$E_i = T_i f_i = T_i \frac{C_i}{S_i}, \quad (2)$$

де: T_i – фактор, що відображає токсичність i -того ВМ та ступінь чутливості

довкілля до цього металу, значення T_i для Hg, Cd, As, Ni, Cu, Pb, Cr, Zn, Mn складає 40, 30, 10, 5, 5, 5, 5, 2, 1 та 1, відповідно;

f_i – відношення фактичної концентрації ВМ C_i до його фонового вмісту S_i [5, 14, 15].

Класифікація потенційних екологічних ризиків представлена в таблиці 1.

Фактор збагачення EF (Enrichment Factor) розраховується за формулою 3:

$$EF = \frac{(C_i / C_r)_{\text{sample}}}{(B_i / B_r)_{\text{background}}}, \quad (3)$$

де: C_i та C_r – концентрації цільового та порівняльного (контрольного, (r-reference)) ВМ в зразках ґрунту;

B_i та B_r – фонова концентрація цільового та порівняльного ВМ в регіоні, де проводяться дослідження.

Значення фактора збагачення $0,5 \leq EF \leq 1,5$ дозволяють припустити, що вміст металів у ґрунті може повністю залежати від природних геолого-кліматичних процесів. Проте, $EF > 1,5$ вказує на те, що ці метали

потрапили у ґрунт від техногенних джерел забруднення [5, 6, 14].

Фактор збагачення має свою класифікацію, наприклад, при $EF < 2$ визначається дефіцит – мінімальне збагачення, при $EF > 40$ - надзвичайно високе збагачення (табл. 2).

Табл. 1 – Градації потенційного екологічного ризику

| E_i | Індивідуальний екоризик для i -го ВМ | RI | Загальний екоризик забруднення ВМ |
|----------------------|--|---------------------|-----------------------------------|
| $E_i \leq 40$ | Низький | $RI \leq 150$ | Низький |
| $40 < E_i \leq 80$ | Середній | $150 < RI \leq 300$ | Середній |
| $80 < E_i \leq 160$ | Значний | $300 < RI \leq 600$ | Значний |
| $160 < E_i \leq 320$ | Високий | $RI > 600$ | Дуже високий |
| $E_i > 320$ | Надзвичайно високий | | |

Табл. 2 – Градації фактору збагачення

| EF | Клас | Рівень збагачення (забруднення) |
|--------|------|---|
| < 1 | 0 | Збагачення (забруднення) відсутнє |
| 1-2 | 1 | Дефіцит – мінімальне збагачення (забруднення) |
| 2-5 | 2 | Помірне збагачення (забруднення) |
| 5-20 | 3 | Значне збагачення (забруднення) |
| 20-40 | 4 | Дуже високе збагачення (забруднення) |
| > 40 | 5 | Надзвичайно високе збагачення (забруднення) |

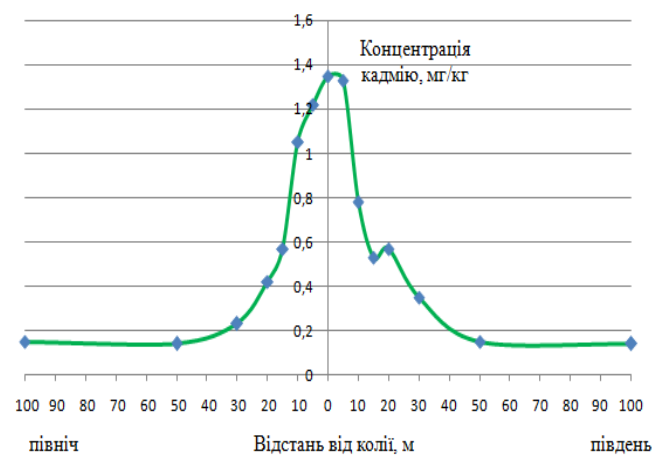
Результати досліджень

За результатами фізико-хімічного аналізу було встановлено наступні залежності поширення різних ВМ у прилеглому ґрунті ділянки залізничної колії РФ «Придніпровська залізниця» ПАТ «Укрзалізниця»:

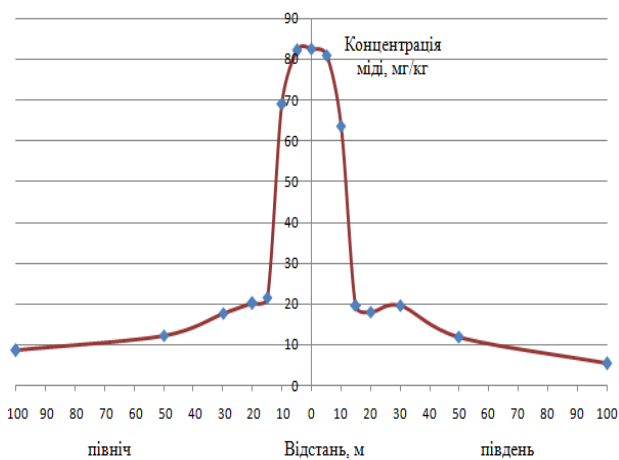
1) **Кадмій.** Для кадмію характерне значне зниження його вмісту на відстані 50 м від колії. Зона від 0 до 10 м у порівнянні з фоновою концентрацією кадмію (1 мг/кг) є найбільш забрудненою, це можливо пов'язати з процесами тертя (кадмій може використовуватись як металеве гальванічне покриття) та процесами перевезення вантажів, що містять цей метал, наприклад вугілля. На рисунку 4а представлено залежність зменшення концентрації кадмію при віддаленні від залізничної колії. Потенційний екологічний ризик забруднення кадмієм ґрунту на відстані 0 м становить 40,4 одиниці, що відповідає категорії «середній», відповідно при віддаленні ризик зменшується. Фактор збагачення EF на відстані 0 м складає 2,45 (помірне збагачення), на відстані 100 м - 0,26 (південна сторона) та 0,28 (північна), що вказує на відсутність антропогенних джерел надходження кадмію.

Роль залізничного транспорту у привнесенні кадмію у ґрунти є незначною.

2) **Мідь.** Основним джерелом надходження міді на залізничному транспорті вважається тертя контактної мережі з пантографом та тертя інших вузлів. На дослідженому перегоні пасажирські та вантажні поїзди прямують на значній швидкості, тому підвищений вміст міді можна пояснити зазначеними процесами. Найбільш забрудненою є зона на відстані 0-10 м, при цьому потенційний екологічний ризик має значення: для відмітки 0 – 20,62; для 5 м – 20,25 (південь) та 20,52 (північ) (рис. 4б). Цей ризик визначається як низький. На відстані 15 м відбувається значне зниження концентрації міді у ґрунті і вона знаходиться у межах фонової концентрації 20 мг/кг. Фактор збагачення для відміток 0 м, 5 м та 10 м – значний (від 7,5 до 5,78 одиниць); для 15 м – менше 2, (тобто мінімальний). Отже, мідь є характерним металом для штатного експлуатаційного процесу на залізничному транспорті.



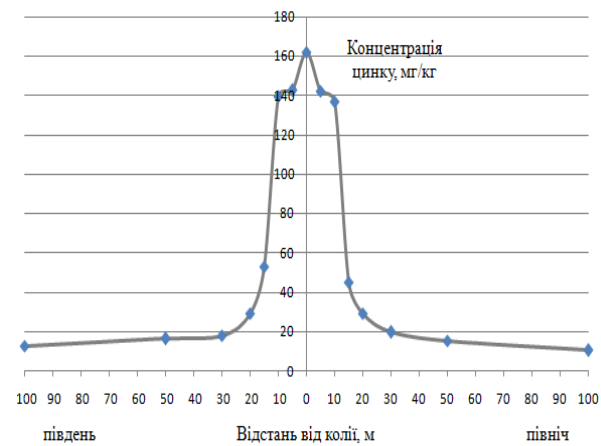
а)



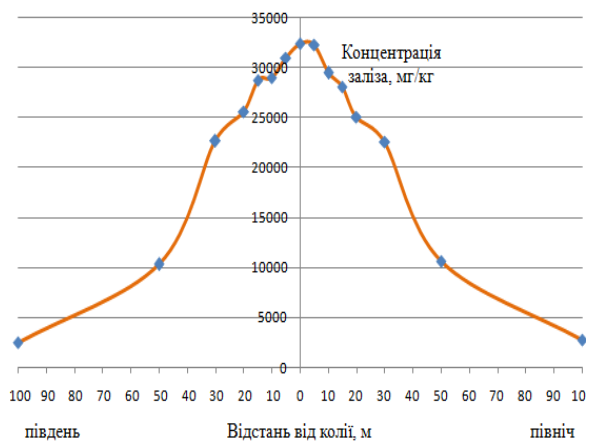
б)

Рис. 4 - Закономірності поширення кадмію (а) та міді (б) у ґрунтах залізничної інфраструктури

3) **Цинк.** Цей метал має найбільшу кількість джерел надходження, а саме при розсипанні та розпиленні вантажу, міститься у баластних матеріалах, залізобетонних шпалах, а також у пестицидах. Крім того, може привноситись у ґрунт при застосуванні гуми для зміцнення схилів та при стиранні ходової частини. Найбільш забрудненою є зона до 20 м від колії, при цьому Ei коливається від 4,56 до 5,4 одиниць (низький), EF від 8,28 до 9,82, тобто в даному випадку роль залізничного транспорту у збагаченні (забрудненні) ґрунту є значною. Інші прилеглі зони (від 20 м до 100 м) характеризуються помірним, мінімальним збагаченням та його відсутністю. На рисунку 5а представлено криві поширення цинку по мірі віддалення від колії.



а)



б)

Рис. 5 - Закономірності поширення цинку (а) та заліза (б) у ґрунтах залізничної інфраструктури

4) **Залізо.** Залізо багатьма дослідниками вважається закономірною забруднюючою речовиною на залізничному транспорті. Надходження заліза у ґрунти є характерним для різних процесів: тертя вузлів деталей і пантографа об контактну мережу, стирання рейок і рейкових переводів, гальмівних колодок. Найбільш забруднена зона вздовж колії - 0-30 м, але при цьому Ei є низьким та EF - помірним. Відстань від колії 50 м характеризується мінімальним збагаченням, а 100 м - його відсутністю.

5) **Марганець.** Потенційний екологічний ризик є низьким для всіх відміток і не перевищує 2 одиниць. Зона від колії 0-10 м відрізняється помірним фактором збагачення, понад 10 м EF є мінімальним або відсутнє. Марганець може надходити у ґрунти за рахунок розсипання та розпилення вантажів, а також при терті вузлів і деталей рухомого складу, коліс об рейки, гальмівних колодок.

Як було зазначено вище, залізна та марганцева руда є основним вантажем, що перевозиться українськими залізницями. Тому забруднення ґрунту залізом і марганцем можна вважати закономірним та характерним для українських залізниць.

6) **Нікель.** Цей метал надходить у ґрунти залізничної інфраструктури за рахунок втрати вантажів та тертя вузлів деталей рухомого складу. Зниження концентрації нікелю до фонового рівня відбувається на відстані 50 м від колії. Потенційний екологічний ризик є низьким, мінімальне значення Ei – 3,6, максимальне – 26,29. Фактор збагачення EF більше 5 одиниць (значний) і є характерним для відміток 0, 5 та 10 м. Подальші відмітки характеризуються помірним та мінімальним EF .

7) **Свинець.** Даний метал вважається характерним для неелектрифікованих ділянок залізничної магістралі, оскільки міститься у вихлопних газах двигунів внутрішнього згорання рухомого складу. Також свинець може потрапляти у довкілля за рахунок опалення вагонів твердопаливними матеріалами, але для даного об'єкту дослідження ці джерела були відсутні. Тому можна припустити, що свинець надходить за рахунок втрат вантажу, що містить цей метал. Крім того, свинець може мігрувати з залізобетонних шпал. Поширення свинцю по мірі віддалення від колії характеризується зменшенням його концентрації в зоні 0-10 м від колії. На відстані 15 м спостерігається різке підвищення вмісту цього металу, але для наступних відміток аналіз демонструє поступове зменшення концентрації до 5,09 мг/кг (відмітка 100 м, північна сторона). Потенційний екологічний ризик на кожній відмітці є низьким, тобто не перевищує 40 одиниць. Фактор збагачення для відміток 0 та 15 м від колії є значним та складає 8,95 та 5,88 одиниць (північна сторона) і 6,06 одиниць (південна). Для пікетів 20 м та 30 м EF – помірний, для 50 м та 100 м – мінімальний або відсутній (відмітка 100 м, північна сторона $EF = 0,93$). Стосовно аномального підвищення вмісту свинцю на пікеті 15 м - це може бути спричинено високою швидкістю вітру під час перевезення вантажів, що містили свинець у значній кількості.

Висновки

Проведені дослідження підтвердили вплив залізничного транспорту, як фактору забруднення важкими металами (ВМ) ґрунтів при-

леглих до залізниць України. За інтенсивністю забруднення ґрунтів залізничний транспорт можливо класифікувати як помірне джерело надходження ВМ, але цей висновок є обґрунтованим тільки для перегонів. Тобто, забруднення ґрунтів на вантажних та вантажопасажирських станціях може значно відрізнятися від зон магістрального руху поїздів.

Основні джерела надходження ВМ у ґрунти поряд з коліями це втрата вантажів, а також стирання металевих конструкцій рухомого складу, елементів колії і контактної мережі. Отримані закономірності поширення та акумуляції ВМ у ґрунті свідчать про поступове зниження вмісту ВМ по мірі віддалення від залізничної колії. Отже, зона 0-30 м від колії є найбільш забрудненою, хоча потенційний екологічний ризик для окремих металів є низьким, синергетичний ефект сукупності виявлених металів може негативно впливати на біогеоценози та популяції організмів різного рівня організації. Рекомендовано - відстань 30 м від залізничної колії вважати зоною відчуження, що виключає проведення будь-якого виду сільськогосподарського господарства на даній території.

Для окремої ділянки РФ «Придніпровська залізниця» проаналізовано (вперше) валовий вміст ВМ у ґрунтах даного відрізка залізниці, визначено закономірності поширення ВМ по мірі віддалення від залізничної колії, розраховано потенційний екологічний ризик та фактор збагачення ВМ ґрунтів залізничної інфраструктури. Визначено безпосередню роль залізничного транспорту у поширенні та акумуляції ВМ у демпферних зонах та зонах експлуатації цієї залізниці. Отримані дані дозволять скорегувати зону відчуження залізниці, підтверджують небезпеку вирощування сільськогосподарської продукції поблизу колій (принаймні на відстані до 30 м) та розробити специфічні заходи з відновлення токсикологічної безпеки ґрунтів призалізничних районів.

В Україні, на відміну від країн ЄС, відсутні затверджені нормативні значення гранично допустимих концентрацій (ГДК) для земель різного цільового призначення. Тому розроблення даних нормативів є важливим завданням в рамках стратегії сталого розвитку країни. При наявності державних ГДК стане можливою розробка заходів з деконтамінації та відновлення ґрунтів, у тому числі і залізничного призначення.

Превентивними методами впровадження екологічно-безпечних заходів щодо запобігання поширенню ВМ у прилеглих ґрунтах залізниць на даному етапі є використання зелених насаджень вздовж колій, які будуть природним бар'єром на шляху поширення ВМ. Також можливе використання захисних екранів, але дані методи є релевантними, якщо вони не будуть призводити до біоценотичного забруднення, тобто не будуть грати роль перепон на шляху міграції тварин або будуть суміщені з біосферними переходами та мостами.

Одним із можливих варіантів підвищення екологічної безпеки є екологоефективна регенерація відпрацьованого щебеню колійного господарства залізниць, оскільки він може виступати вторинним джерелом забруднення довкілля ВМ.

Література

1. Бобрик Н. Ю. Поширення та акумуляція важких металів у ґрунтах призалізничних територій / Н. Ю. Бобрик // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2015. – № 23(2). – С. 183 - 189.

2. Перевезення вантажів залізничним транспортом. Державна служба статистики України / [Інтернет ресурс] – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>

3. Журавлева М. А. Загрязнение полосы отвода железной дороги в юго-восточном округе Москвы / М. А. Журавлева, Н. И. Зубрев // Безопасность жизнедеятельности на транспорте. – 2012. – №4. – С. 80 - 87.

4. Казанцев И. В. Железнодорожный транспорт как источник загрязнения почв тяжелыми металлами / И. В. Казанцев // Самарский научный вестник. – 2015. – № 2(11). – С. 94 - 96.

5. Assessing heavy metal pollution in the surface soils of a region that had undergone three decades of intense industrialization and urbanization / Y. Hu, X. Liu, J. Bai [et. al.] // Environmental Science and Pollution Research. – 2013. – № 20(9). – P. 6150 - 6159.

6. Barbieri M. The Importance of Enrichment Factor (EF) and Geoaccumulation Index (Igeo) to Evaluate the Soil Contamination / M. Barbieri // Journal of Geology & Geophysics. – 2016. – № 5(1). – P. 237 - 240.

7. Does the Function of Railway Infrastructure Determine Qualitative and Quantitative

Composition of Contaminants (PAHs, Heavy Metals) in Soil and Plant Biomass? / M. Mętrak, M. Chmielewska, B. Sudnik-Wójcikowska [et. al.] // Water Air Soil Pollution. – 2015. – № 226(8). – P. 253 - 264.

8. Dzierżanowski K. Heavy metal concentration in plants growing on the vicinity of railroad tracks: a pilot study / K. Dzierżanowski, S. W. Gawroński // Challenges of Modern Technology. – 2012. – № 3(1). – P. 42 - 45.

9. Galera H. Directions of changes in the flora structure in the abandoned railway areas / H. Galera, B. Sudnik-Wójcikowska, M. Wierzbicka, B. Wiłkomirski // Ecological Questions. – 2012. – № 16. – P. 29 - 39.

10. Mohsen M. Particulate matter concentrations and heavy metal contamination levels in the railway transport system of Sydney, Australia / M. Mohsen, M. B. Ahmed, J. L. Zhou // Transportation Research Part D: Transport and Environment. – 2018. – № 62. – P. 112 - 124.

11. Railway Tracks – Habitat Conditions, Contamination, Floristic Settlement – A Review / B. Wiłkomirski, H. Galera, B. Sudnik-Wójcikowska [et. al.] // Environment and Natural Resources Research. – 2012. – № 2(1). – P. 86 - 95.

12. Railway transportation as a serious source of organic and inorganic pollution / B. Wiłkomirski, B. Sudnik-Wójcikowska, H. Galera [et. al.] // Water Air Soil Pollution. – 2011. – № 218(1-4). P. 333 - 345.

13. Soil and plants contamination with selected heavy metals in the area of a railway junction / T. Staszewski, M. Malawska, B. Studnik-Wójcikowska [et. al.] // Archives of Environmental Protection. – 2015. – № 41(1). – P. 35 - 42.

14. Soil Heavy Metal Pollution and Risk Assessment in Shenyang Industrial District, Northeast China / X. Jiao, Y. Teng, Y. Zhan [et. al.] // Plos One. – 2015. – № 10(5). – e0127736.

15. Soliman N. F. Potential ecological risk of heavy metals in sediments from the Mediterranean coast, Egypt / N. F. Soliman, S. M. Nasr, M. A. Okbah // Journal of Environmental Health Science and Engineering. – 2015. – № 13. – P. 70 - 81.

16. The effects of railway transportation on the enrichment of heavy metals in the artificial soil on railway cut slopes / Z. Chen, K. Wang, Y. W. Ai [et. al.] // Environmental Monitoring

and Assessment. – 2013. № 186(2). – P. 1039 - 1049.

17. The selected trace elements in soil of railway stations in north-eastern Poland / B. Wiłkomirski, M. Suska-Malawska, B. Sudnik-Wójcikowska, T. Staszewski // Rocznik Świętokrzyski. Ser. B – 2013. – № 34. – P. 171 - 180.

18. Wierzbicka M. Multidimensional evaluation of soil pollution from railway tracks / M. Wierzbicka, O. Bemowska-Kalabun, B. Gworek // Ecotoxicology. – 2015. – № 24(4). – P. 805 - 822.

19. Zhang H. The effects of the Qinghai–Tibet railway on heavy metals enrichment in soils / H. Zhang, Z. Wang, Y. Zhang, Z. Hu // Science of the Total Environment. – 2012. №. 439. – P. 240 - 248.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРОВ

Самарська Алла Віталіївна,
аспірантка кафедри «Хімія та інженерна екологія» Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна.

Вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, 49010, Україна.

Тел.: +38 097 091 74 51.

E-mail: samarskaya.av@gmail.com.

ORCID 0000-0002-0828-9457.

Зеленько Юлія Володимирівна,

д. т. н., с.н.с., доцент, завідувач кафедри «Хімія та інженерна екологія» Дніпропетровського Національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна.

Вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, 49010, Україна.

Тел.: +38 067 774 04 64.

E-mail: j.v.zelenko@gmail.com.

ORCID 0000-0001-5551-0305.

НОВИНИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ

У другому кварталі 2018 року національним органом стандартизації Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ»), відповідно до ч. 2, ст. 11 Закону України «Про стандартизацію», від 05.06.2014 № 1315-VII, розпорядження Кабінету Міністрів України, від 26.11.2014 № 1163-р, «Про визначення державного підприємства, яке виконує функції національного органу від 13 березня 1992 року», наказом ДП «УкрНДНЦ» від 14 червня 2018 року № 165 прийнято національні нормативні документи, гармонізовані з європейськими нормативними документами, методом підтвердження, з наданням чинності з 15.06.2018 р.:

1. ДСТУ EN 14033-3:2018
(EN 14033-3:2017, IDT)

Залізничний транспорт. Колія. Залізничні конструкції та машини по догляду.

Частина 3. Загальні вимоги щодо безпеки
— на заміну ДСТУ EN 14033-3:2014.

2. Скасовано чинність національного нормативного документу з 15.06.2018 р.:

1. ДСТУ EN 14033-3:2014

Залізничний транспорт. Колія. Залізничні конструкції і машини по догляду.

Частина 3. Загальні вимоги щодо безпеки (EN 14033-3:2009 + A1:2011, IDT).

*Матеріал підготував Татур О. К.,
начальник Відділу технічного регулювання
Департаменту розвитку і технічної політики
ПАТ «Укрзалізниця»*