

## ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНА ОЦІНКА ҐРУНТІВ ДНІПРОДЗЕРЖИНСЬКОГО ПРОМИСЛОВОГО ВУЗЛА

**Бастригіна Т.М., Колябіна І.Л., Марініч О.В., Тищенко О.Ю.**  
*ДУ "Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України"*  
*пр. Палладіна, 34-а, м. Київ-142, 03680, Україна*

Проведено дослідження мікроелементного складу верхнього шару ґрунту в зоні впливу хвостосховищ та техногенних об'єктів Дніпродзержинського промислового вузла. Розглянуто геохімічні та санітарно-гігієнічні показники ґрунтів досліджуваних ділянок. Встановлено, що вміст Ni, Cu та Pb у ґрунтах селитебної зони перевищує 2ГДК, а у зоні впливу хвостосховищ – 4ГДК. Підвищений вміст Се у верхньому шарі "техногенного" ґрунту території узла є предметом більш детальних досліджень.

*Ключові слова:* Дніпродзержинський промисловий вузол, хвостосховища, техногенні ґрунти, мікроелементи, важкі метали, геохімічні показники забруднення ґрунту.

**Вступ.** Проблема забруднення навколишнього середовища промислових районів Донецько-Придніпровського регіону залишається актуальною. Регіон має один із найвищих показників регіонального коефіцієнта ноосферної концентрації – 1175 на 1 км<sup>2</sup> та відрізняється за регіональними модулями коефіцієнтів ноосферної концентрації для окремих промислових районів у 300 разів [3]. За даними моніторингових спостережень, за викидами шкідливих речовин в атмосферу серед областей України на першому місці знаходилась Донецька область (тис. т. за рік) – 2403,5, на другому Дніпропетровська – 1750, на третьому Луганська область – 987,8 [2]. Перевищення гігієнічних нормативів за вмістом важких металів у ґрунтах та породах в десятки разів було зареєстровано в містах Донецьк, Маріуполь, Алчевськ, Кривий Ріг, Запоріжжя, Дніпропетровськ, Дніпродзержинськ [2, 5]. Встановлено, що в районі гірничозбагачувальних комбінатів у верхньому шарі ґрунту важких металів відносно геохімічного фону більше: Pb – у 10 разів, Zn – у 4,5, Cu – у 5,5 разів, а на території комбінату в

відкладах хвостосховищ концентрація важких металів сягає значень, мг/кг: Pb – 3000, Zn – 15000, Cu – 2000 [5].

Для моніторингу навколишнього середовища в цій зоні діють пункти спостереження за вмістом забруднювальних речовин у атмосферному повітрі, пилу, твердих та рідких опадах, поверхневих водах, донних відкладах, породах, ґрунтах і рослинах. Узагальнення отриманих результатів досліджень показало, що існує суттєва диференціація регіонального геохімічного фону [2, 3, 5].

Таким чином, у регіонах з розвинутою переробною та добувною промисловістю гостро постає питання вивчення впливу техногенних об'єктів на навколишнє середовище. Еколого-геохімічні методи дозволяють не тільки встановити закономірності розсіювання хімічних елементів у навколишньому природному середовищі, але і оцінити вплив техногенних об'єктів на окремі компоненти ландшафту.

**Мета дослідження** – встановити особливості мікроелементного складу ґрунтів у зоні впливу об'єктів Дніпродзержинського промислового вузла.

**Об'єкт досліджень** – ґрунти в зоні впливу об'єктів Дніпродзержинського промислового вузла.

© Бастригіна Т.М., Колябіна І.Л., Марініч О.В., Тищенко О.Ю., 2015

**Предмет досліджень** – вміст мікроелементів у ґрунтах.

Досліджувана територія належить до найстаріших геолого-промислових районів України. У межах м. Дніпродзержинськ та на його околицях знаходяться сім хвостосховищ та два сховища відходів виробництва колишнього виробничого об'єднання “Придніпровський хімічний завод” (ВО “ПХЗ”), а також шламонакопичувачі та відвали коксохімічного заводу (ДКХЗ), золонкопичувач металургійного заводу (ДМК) та ін. До них примикають інші промислові та селітебні зони міста. Потужні промислові підприємства міста мають значний антропогенний вплив на навколишнє середовище. Еколого-геохімічні дослідження стану ґрунтів у зоні впливу техногенних об'єктів міста є основою для визначення санітарно-гігієнічних показників забруднення ґрунту.

**Методи досліджень.** Мікроелементний склад зразків “техногенних” та міських ґрунтів визначали за допомогою методу атомно-емісійного спектрального аналізу (Інститут геохімії, мінералогії і рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України). Побудова карт-схем розподілу елементів у ґрунтах в зоні впливу техногенних об'єктів виконана за допомогою програмного пакету *ArcGIS*.

Виконано розрахунки таких геохімічних показників: кларків концентрації елементів відносно кларків та середніх значень вмісту елементів у ґрунтах. Геохімічні коефіцієнти мікроелементів нормовані за показниками ГДК у ґрунтах і кларків міських ґрунтів. Для еколого-геохімічної оцінки ступеня забруднення ґрунтів на території Дніпродзержинського промислового вузла техногенними елементами було обчислено:

- кларки концентрації (КК) – співвідношення концентрації елементів ( $C_{ел}$ ) в зразках до їх кларків у ґрунтах ( $K_{ел}$ );
- коефіцієнт концентрації (КФ) – співвідношення концентрації елементів ( $C_{ел}$ ) у ґрунтах до геохімічного фону ( $C_{ф}$ );
- кларки концентрації міських ґрунтів ( $K_{КМГ}$ ) – співвідношення концентрації елементів ( $C_{ел}$ ) у ґрунтах до кларку міських ґрунтів ( $K_{елМГ}$ );
- коефіцієнт КГДК – співвідношення концентрації елементів ( $C_{ел}$ ) в зразках до їх гранично допустимих концентрацій (ГДК $_{ел}$ ) в ґрунтах.

Дніпродзержинський промисловий вузол розташований у степовій ландшафтно-геохімічній зоні Українського щита та охоплює частину підзони північного степу. Осадкові породи – кайнозойські утворення, які представлені відкладами

палеогенового, неогенового віку та континентальними утвореннями четвертинного віку [8]. Загальна потужність утворень сягає 100 метрів, вони приурочені до долин річок, глибоких балок і ярів. За даними ландшафтно-геохімічного районування зона має два типи ландшафтів: 1) кальцієвий; 2) кальцієвий та кальцієво-натрієвий.

Як вже зазначено, в м. Дніпродзержинськ промзони примикають до селітебних районів міста. Техногенне навантаження на ґрунтовий покрив селітебних зон міста визначено кумулятивним впливом промислових виробництв різного типу. Виходячи з цього, ґрунти міста не відповідають за своїми фізико-хімічними властивостями природним ґрунтам даної географічної зони. Тому для порівняння екологічних показників міських ґрунтів аналітичні величини вмісту елементів були пронормовані за кларками міських ґрунтів, рекомендованими для еколого-геохімічних досліджень урболандшафтів [1].

**Результати та обговорення.** Проведено дослідження валового вмісту хімічних елементів та визначено їхні геохімічні коефіцієнти у ґрунтах дослідної ділянки (табл. 1, 2). Інформація щодо кларків елементів для ґрунтів є дуже різноманітною і з часом оновлюється. Наприклад, за Виноградовим, кларк свинцю в ґрунті складає 10 мг/кг, за Боуеном – 35 мг/кг [4, 8], за Кабата-Пендіас [7] – 25 мг/кг, а за Івановим [6] – 40 мг/кг. Кларки окремих елементів відрізняються в різних країнах за типами ґрунтів [4, 7, 8]. Виходячи з цих розбіжностей, ми під час інтерпретації отриманих нами даних, враховували тип породи та ґрунту за результатами попередніх досліджень.

Особливістю осадових порід території є наявність у їх складі значної частки карбонатних порід – мергелів, глин і піщаників київської світи. Ґрунтоутворювальними породами є леси та лесовидні суглинки різного механічного складу. Вміст мікроелементів у породах нижчий за кларки у літосфері. Ґрунти цієї зони достатньо забезпечені мікроелементами, а на деяких ділянках встановлений їх підвищений вміст [8]. У результаті ландшафтно-геохімічних досліджень степової зони за даними побудови рядів геохімічної асоціації природних елементів встановлено, що Mn, Co, Cu є елементами накопичення, а Mo, Ag, Sc – елементами виносу. Асоціації елементів техногенного походження є інакшими, ніж асоціації до геохімічного фону даного ландшафту. Зокрема, техногенними елементами накопичення є Cr, Mn, Ba, Be [3, 5]. Це є однією з геохімічних особливостей зони.

Таблиця 1. Коефіцієнти концентрації елементів відносно кларку ґрунтів (КК) у ґрунтах Дніпродзержинського промислового вузла

Номер проби	Пункт опробування	Ti	Mn	Ba	Zr	Sc	Y	La	Yb	Ni	Cu	Pb	Co	Cr	Bi
Територія в зоні впливу хвостосховищ															
1//14	Хвостосховища Західне	3,2	1,1	2,1	2,0	4,4	2,9	1,1	2,3	1,7	5,4	1,1	0,8	1,4	7,5
2/14-1	Хвостосховища Центральний Яр	2,5	1,1	2,1	2,1	3,1	2,0	0,6	1,7	1,3	4,2	0,9	0,8	1,1	5,0
2/14-2		2,5	1,1	2,1	2,0	3,8	1,8	1,0	2,3	2,3	5,0	2,5	0,8	1,6	10,0
3/14-1	Хвостосховища Південно-Східне	1,8	0,8	0,8	1,3	3,8	1,8	0,8	1,7	0,5	1,8	0,8	0,3	0,5	5,0
3/14-2		3,6	0,8	2,1	1,6	2,5	1,8	1,3	1,7	0,8	4,2	0,5	0,7	1,2	5,0
5/14-1	Хвостосховища Дніпровське біля моста на р. Коноплянка	3,0	1,8	1,8	3,2	2,5	5,0	0,5	1,7	1,8	5,5	1,9	2,0	2,9	5,0
5/14-2		4,0	1,7	2,1	3,2	2,5	1,8	5,0	1,7	2,1	5,0	0,8	1,0	1,6	5,0
9//14	Хвостосховища Сухачівка-1	1,8	0,9	2,1	1,8	10,0	10,0	1,5	2,0	1,7	7,1	0,8	0,5	1,0	5,0
10/14-1	Хвостосховища Сухачівка-2	0,6	0,8	0,8	2,0	5,6	6,0	1,3	1,7	0,7	2,2	1,6	0,3	0,3	5,0
10/14-2		0,7	1,1	0,8	2,7	5,6	2,1	1,0	2,0	1,2	2,9	1,6	0,4	0,7	5,0
11//14	Хвостосховища Сухачівка-2 (тіло)	0,8	27,6	1,4	47,8	н/в	30,0	25,0	2,7	0,5	5,5	0,6	1,5	1,4	10,0
12/14-1	Хвостосховища База С	0,7	1,1	1,0	1,7	5,6	2,5	1,5	2,0	1,2	10,9	2,0	0,4	0,7	5,0
12/14-2		2,1	1,1	2,1	2,0	5,0	2,1	1,5	2,0	2,1	3,3	1,3	0,7	2,0	10,0
13/14-1	Хвостосховища Сухачівка, на місці пульпопроводу	1,8	1,1	2,1	2,0	3,8	1,8	2,0	1,7	2,1	3,3	1,0	0,8	1,6	10,0
13/14-2		0,6	1,1	2,1	2,0	3,8	1,8	1,5	1,7	2,5	5,0	1,3	0,8	2,0	5,0
Промислова зона м. Дніпродзержинськ															
4//14	Залізнична станція “Правда”, біля р. Коноплянка	2,1	1,1	2,1	2,0	2,5	1,8	0,8	2,0	2,1	8,3	0,8	0,8	1,0	10,0
6/14-1	Адмінзона МЧС поблизу р. Коноплянка	2,5	2,3	2,3	4,0	2,0	4,0	0,8	1,3	2,7	4,5	3,1	2,5	2,4	5,0
6/14-2		1,0	1,2	1,4	2,0	0,8	2,0	1,0	1,0	0,5	0,9	0,6	н/в	0,5	5,0
7//14	АК “Демос”, впадіння р. Коноплянка в затоку р. Дніпро	2,5	1,8	2,3	3,2	6,0	4,0	0,5	1,7	3,6	4,5	1,3	2,0	2,4	5,0
8//14	Промзона поблизу затоки р. Коноплянка	2,5	2,3	2,3	4,0	6,0	5,0	0,8	2,0	2,7	4,5	1,3	2,0	1,9	5,0
14/14-1		1,4	1,1	2,1	2,0	5,0	1,8	1,3	2,0	1,7	3,3	0,5	0,7	1,6	5,0
14/14-2	У межах санітарної зони ЛЕП	2,1	1,1	1,7	2,0	6,3	1,8	1,3	2,0	2,1	4,2	0,8	0,8	2,0	10,0
15/14	У районі залізничного вокзалу	0,4	2,7	0,8	6,7	2,5	2,1	0,8	1,7	1,0	2,9	3,2	0,4	2,7	10,0
21/14	У межах санітарної зони заводу “Дніпроазот”	2,1	3,2	1,7	12,0	2,5	1,8	н/в	2,0	2,5	6,7	2,0	0,8	1,6	5,0
23/14	У межах санітарної зони заводу “КАРБАМІД-1”	3,2	1,3	2,1	4,8	3,8	2,1	1,0	2,0	2,1	4,2	1,3	1,0	1,6	5,0
26/14	Поблизу траси Т0417	2,1	0,7	0,8	4,4	5,6	2,9	1,0	2,7	1,4	2,2	2,0	0,5	0,7	10,0
Селитебна зона м. Дніпродзержинськ															
16/14	Вул. Дорожна	1,4	0,8	1,0	2,0	2,0	2,1	1,1	1,7	1,0	1,8	1,2	0,4	0,7	10,0
17/14	Пр-т Конституції	1,4	1,1	0,8	2,7	2,7	2,1	1,1	1,7	1,0	1,5	0,8	0,3	0,7	10,0
18/14	Вул. Чернігівська	0,6	0,8	0,8	2,0	2,0	2,1	1,1	2,0	1,2	1,8	1,2	0,4	0,7	10,0
19/14	Вул. Вторая Пятилетка (Карнаухівка)	0,6	0,7	0,8	1,7	1,7	2,1	1,1	2,0	1,0	1,8	2,4	0,3	0,7	10,0
20/14	Затока р. Дніпро Карнаухівка	0,6	1,4	н/в	2,4	2,4	0,3	н/в	н/в	7,3	18,2	0,4	4,0	0,5	н/в
22/14	Вул. Республіканська (гаражний кооператив)	3,2	2,3	2,3	4,0	4,0	6,0	0,5	2,7	4,5	5,5	2,5	2,0	4,8	5,0
24/14	Вул. Гайова (Таромське)	2,1	1,2	1,7	4,4	4,4	1,8	0,8	2,0	2,5	4,2	0,5	1,0	1,6	10,0
25/14	Магазин “АТБ”	3,2	0,7	0,8	4,0	4,0	1,8	0,8	2,0	1,2	2,9	1,2	0,5	0,7	10,0
27/14	Балка р. Суха Сура, з'їзд з траси	2,1	0,7	0,8	4,0	4,0	2,1	1,0	2,0	1,4	2,2	1,2	0,5	0,7	5,0
28/14	Селище Орджонікідзе	3,2	0,7	0,6	4,0	4,0	2,5	1,3	2,0	1,4	2,2	2,4	0,5	0,5	5,0
29/14	Зона відпочинку, озеро	1,4	0,6	1,0	3,6	3,6	2,1	0,8	1,7	1,4	2,2	1,6	0,5	0,7	5,0
30/14	Селище Долинське	3,2	1,7	2,1	6,4	6,4	1,8	1,0	2,0	3,3	6,7	1,5	3,3	1,6	10,0

Примітка: н/в – не виявлено.

Таблиця 2. Коефіцієнти концентрації елементів відносно кларку міських ґрунтів (КК<sub>МГ</sub>)

Промислова зона м. Дніпродзержинськ									
Номер проби	Пункт опробування	Mn	Zr	Sc	Y	La	Yb	Ni	Cu
4//14	Залізнична станція “Правда”, біля р. Коноплянка	0,7	<b>2,0</b>	1,0	<b>2,1</b>	0,9	<b>2,5</b>	1,5	<b>2,6</b>
6/14-1		0,7	<b>4,0</b>	0,5	1,7	0,9	1,7	0,9	1,3
6/14-2	Адмінзона МЧС поблизу р. Коноплянка	0,3	<b>2,0</b>	0,5	0,9	1,2	1,3	0,2	0,3
7//14	АК “Демос”, впадіння р. Коноплянка в затоку р. Дніпро	0,6	<b>3,2</b>	1,4	1,7	0,6	<b>2,1</b>	1,2	1,3
8//14	Промзона поблизу затоки р. Коноплянка	0,7	<b>4,0</b>	1,4	<b>2,1</b>	0,9	<b>2,5</b>	0,9	1,3
14/14-1		0,7	<b>2,0</b>	1,9	<b>2,1</b>	<b>1,5</b>	<b>2,5</b>	1,2	1,0
14/14-2	У межах санітарної зони ЛЕП	0,7	<b>2,0</b>	<b>2,4</b>	<b>2,1</b>	<b>1,5</b>	<b>2,5</b>	1,5	1,3
15/14	У районі залізничного вокзалу	<b>2,7</b>	<b>6,7</b>	1,0	<b>2,1</b>	0,9	<b>2,1</b>	1,2	<b>2,1</b>
21/14	У межах санітарної зони заводу “Дніпроазот”	<b>2,1</b>	<b>12,0</b>	1,0	<b>2,1</b>	н/в	<b>2,5</b>	1,8	<b>2,1</b>
23/14	У межах санітарної зони заводу “КАРБАМІД-1”	0,8	<b>4,8</b>	1,4	<b>2,6</b>	1,2	<b>2,5</b>	1,5	1,3
26/14	Поблизу траси Т0417	0,8	<b>4,4</b>	1,9	<b>3,4</b>	1,2	<b>3,3</b>	1,8	1,5
Селитебна зона м. Дніпродзержинськ									
16/14	Вул. Дорожна		<b>2,4</b>	1,9	<b>2,1</b>	1,2	<b>2,1</b>	1,2	1,3
17/14	Пр-т Конституції		<b>3,1</b>	1,4	<b>2,1</b>	1,2	<b>2,1</b>	1,2	1,0
18/14	Вул. Чернігівська		<b>2,4</b>	1,4	<b>2,1</b>	1,2	<b>2,5</b>	1,5	1,3
19/14	Вул. Вторая Пятилетка (с. Карнаухівка)		<b>2,0</b>	1,9	<b>2,1</b>	1,2	<b>2,5</b>	1,2	1,3
20/14	Затока р. Дніпро Карнаухівка		1,2	н/в	0,1	н/в	н/в	<b>2,4</b>	<b>5,1</b>
22/14	Вул. Республіканська (гаражний кооператив)		<b>2,0</b>	1,4	<b>2,6</b>	0,6	<b>3,3</b>	1,5	1,5
24/14	Вул. Гайова (с. Таромське)		<b>2,2</b>	1,4	<b>2,1</b>	0,9	<b>2,5</b>	1,8	1,3
25/14	Магазин «АТБ»		<b>2,0</b>	1,4	<b>2,1</b>	0,9	<b>2,5</b>	1,5	<b>2,1</b>
27/14	В межах з'їзду з траси, балка р. Суха Сура		<b>2,0</b>	1,4	<b>2,1</b>	1,2	<b>2,5</b>	1,8	1,5
28/14	Селище Орджонікідзе		<b>2,0</b>	1,9	<b>2,6</b>	1,5	<b>2,5</b>	1,8	1,5
29/14	Зона відпочинку, озеро		1,8	1,0	<b>2,1</b>	0,9	<b>2,1</b>	1,8	1,5
30/14	Селище Долинське		<b>3,1</b>	1,9	<b>2,1</b>	1,2	<b>2,5</b>	<b>2,4</b>	<b>2,1</b>

Примітка: півжирним шрифтом виділені значення (КК<sub>МГ</sub>), вищі від кларку міських ґрунтів [7]; н/в – не виявлено.

Досліджувані зразки ґрунту, відібрані в зоні впливу хвостосховищ, за складом є полімінеральною речовиною. До її складу переважно входять відходи уранопереробної промисловості, а також вона вміщує породи та ґрунти цієї території, якими відходи хвостосховища перекривалися внаслідок рекультивацийних робіт. Ці породи представлені суглинками та супісками дрібнозернистого складу. Таким чином, після закінчення експлуатації хвостосховищ (понад 30 років), на їхній поверхні утворився специфічний за своїм мікроелементним складом “техногенний” ґрунт.

Питання екологічної оцінки впливу хвостосховищ на навколишнє середовище набуло особливої актуальності після того, як стало очевидним, що розміщення цих об'єктів у природних геологічних структурах (балках, ярах та ін.) може мати негативний вплив на ґрунтові та підземні водоносні горизонти, які залягають поблизу до секцій хвостосховищ [10].

На даному етапі еколого-геохімічних досліджень нами встановлено опосередкований вплив хвостосховищ на компоненти ландшафту, в якому вони розташовані і експлуатувалися тривалий час (понад 60 років). Із табл. 1 видно, що геохімічні коефіцієнти відносно кларків для більшості зразків “техногенного” ґрунту перевищено. Ці відмінності в перерозподілі та накопиченні елементів у природних і “техногенних” ґрунтах вірогідно зумовлені розтошуванням присутністю на території досліджень хвостосховищ.

За геохімічними показниками виділяється зона, розташована поблизу хвостосховищ. Встановлено, що у зразках ґрунту, відібраних уздовж р. Коноплянка, на хвостосховищах “Сухачівка-2”, “База-С” та місці колишнього пульпопроводу (на шляху до хвостосховища “Сухачівка-2”) наявний рідкісноземельний елемент – церій. У зразках, відібраних поблизу секцій хвостосховища “Сухачівське”, геохімічні показники перевищені

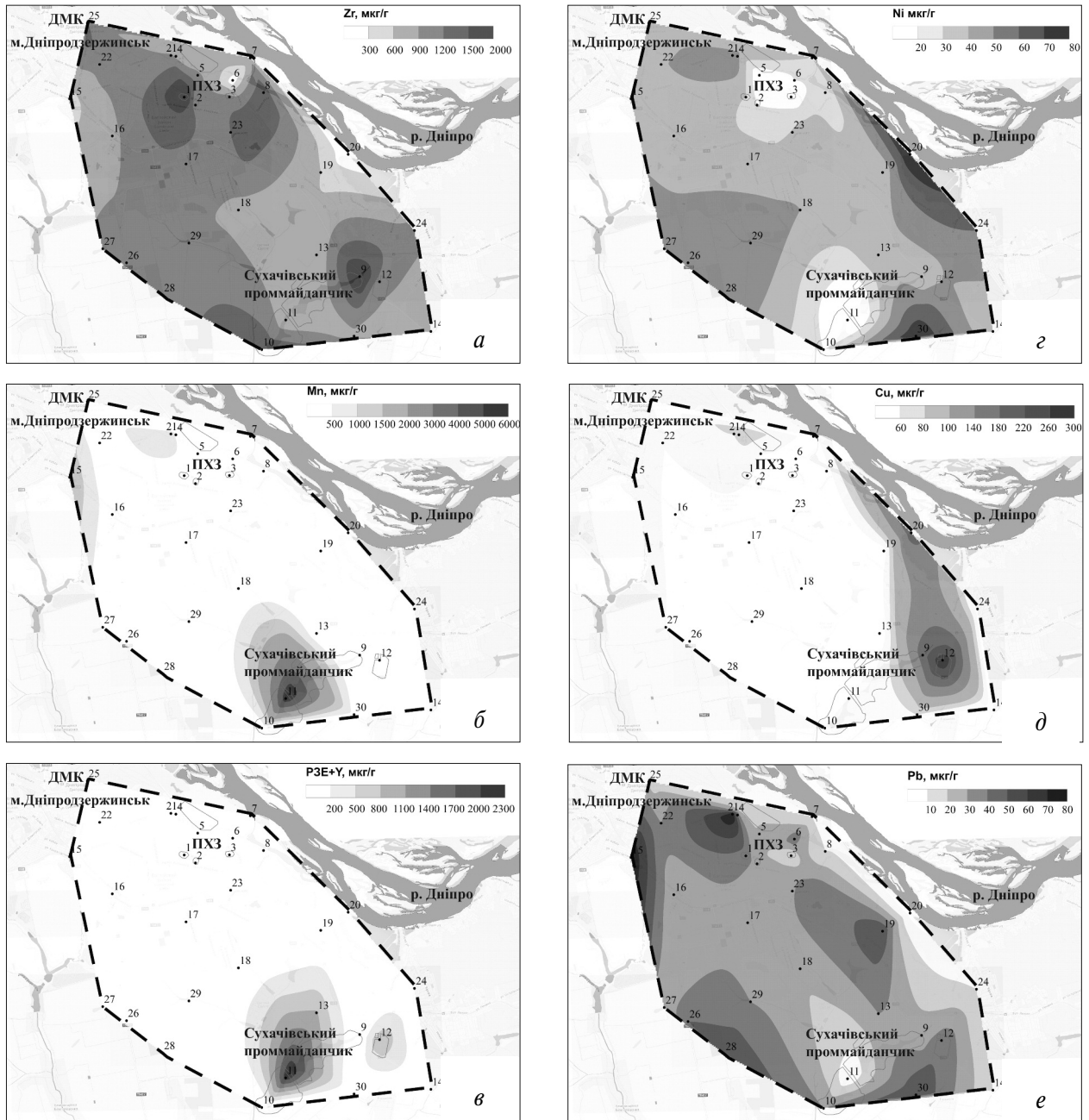


Рис. 1. Карта-схема розподілу мікроелементів у ґрунтах Дніпродзержинського промислового вузла: а – Zr; б – Mn; в – PZЕ + Y; г – Ni; д – Cu; е – Pb. Штриховою лінією позначено зону опробування; розташування місць відбору зразків вказано пронумерованими точками (див. табл. 1). ДМК – Публічне акціонерне товариство “Дніпровський металургійний комбінат імені Ф.Е. Дзержинського”; ПХЗ – колишнє виробниче об’єднання “Придніпровський хімічний завод”

відносно кларку у 2, 10 і більше разів для Се, Mn, Zr, Sc, Y, La, Yb, Ni, Cu. “Техногенні” ґрунти біля хвостосховища “База С” мають дещо нижчі показники, але подібний набір елементів: Се, Sc, La, Y, Cu, Pb. Присутність Се та інших елементів, які є нетиповими для ґрунтів даної зони, може вказувати на їх техногенну природу. Можна припустити, що у відходах хвостосховищ, які були створені для зберігання відходів збагачення ура-

нопереробної промисловості, ці елементи знаходилися у формах та концентраціях, що зумовили їх міграцію в навколишнє середовище і, як наслідок, акумуляцію у ґрунті.

Геохімічні властивості рідкісноземельних елементів (PZЕ) у верхніх шарах ґрунту вивчено недостатньо. Загалом концентрації PZЕ у ґрунтах різного типу мало розрізняються. Головною відмінністю PZЕ є те, що елементи з парним атомним

номером (наприклад, Се–58) більш розповсюджені та концентруються переважно у глинистих осадах (до 80 мг/кг) [7]. Ця тенденція прослідковується для зразків “техногенного” ґрунту, який складається з ґрунтів чорноземного або суглинного типу (вміст Се до 1000 мг/кг). Перевищення вмісту церію відносно середніх значень становить 20 умовних одиниць.

Варто наголосити, що найбільш контрастною за розподілом отриманих геохімічних коефіцієнтів елементів є зона впливу хвостосховищ. Особливу увагу привертають зразки, відібрані на двох секціях хвостосховища “Сухачівське”, де виявлено значне перевищення кларків для Zr, Mn, Ce, La, Y (більш ніж у 20 разів). Зокрема, вміст цирконію перевищує кларк майже в 50 разів, ітрію – в 30 разів. Цей висновок добре ілюструється картою-схемою розподілу зазначених елементів (рис. 1). Проте отримані дані потребують уточнення та доповнення результатами подальших еколого-геохімічних досліджень, зокрема з точки зору перспективи можливого вилучення елементів із матеріалів хвостосховища.

Доцільним є також більш детальне дослідження полімінеральної речовини зразків на об’єктах хвостосховищ з метою уточнення вмісту та природи Се та інших РЗЕ.

Вміст титану, цирконію, скандію в більшості зразків перевищує кларки ґрунтів (табл. 2). Найбільш значні перевищення спостерігаються в зразках, відібраних у зоні впливу хвостосховища “Сухачівське”, біля підприємства “Дніпроазот”. Вміст лантану в усіх проаналізованих зразках знаходиться на рівні кларкового за винятком зразка, відібраного в тілі хвостосховища “Сухачівка-2”, де його вміст у 25 разів перевищує кларк.

Встановлені геохімічні показники вмісту ітрію для більшості проаналізованих зразків ґрунту вище кларку, за винятком ділянки піщаного ґрунту в с. Карнаухівка поблизу затоки р. Дніпро. Особливо значні перевищення елементу встановлені для зразків, відібраних на хвостосховищах “Сухачівка-1” та “Сухачівка-2”.

Вміст марганцю в усіх відібраних зразках знаходиться на рівні кларків природних ґрунтів, за винятком зразка, відібраного на хвостосховищі “Сухачівка-2”.

Вміст Ni, Cu, Pb для більшості проаналізованих зразків – на рівні кларків. Найбільше перевищення кларків встановлене для зразків, відібраних біля заводу “Дніпроазот”, гаражного кооперативу, затоки р. Дніпро, хвостосховищ “Сухачів-

ка-2”, “База-С” і с. Карнаухівка. Вміст Co, Cr, Ba значно нижчий за кларк ґрунтів, винятком є зразки, відібрані на березі р. Коноплянка та в заплаві р. Дніпро, на хвостосховищі “Сухачівка-2”, в с. Долинське та біля гаражного кооперативу.

На геохімічному фоні досліджуваного району позначився тривалий вплив техногенної компоненти (хвостосховища, промислові об’єкти, інфраструктура). Це є причиною незначної варіації коефіцієнтів концентрації хімічних елементів відносно фону для всіх трьох виділених промзон, а в промисловій та селитебній КФ  $\leq 3$ .

Таким чином, результати досліджень показали, що значних перевищень за геохімічним коефіцієнтом фону не встановлено. За показником кларків концентрації виділяються зразки, відібрані на тілі хвостосховища та в зоні їх впливу, а також промислових об’єктів, де КК  $\geq 10$ .

**Еколого-геохімічні показники.** Вміст елементів у ґрунтах промислової та селитебної зон пронормовано за геохімічним фоном, кларками ґрунтів, кларками міських ґрунтів, та гранично допустимими концентраціями елементів (ГДК) (табл. 1, 2). Для “техногенних” ґрунтів у зоні впливу хвостосховищ еколого-геохімічна оцінка проведена за геохімічним фоном, кларками і ГДК [9]. Отримані розрахункові дані свідчать про те, що для всіх еколого-геохімічних показників розподілу елементів у ґрунтах найбільш контрастною і мозаїчною є зона хвостосховищ.

Зафіксовано перевищення вмісту хімічних елементів у ґрунтах промислової та селитебної зони міста за КК<sub>МГ</sub> (табл. 2). Ґрунти цих двох зон міста мають перевищення за КК<sub>МГ</sub> таких елементів: у селитебній зоні – Mn, Zr, Y, Yb, Ni, Cu утричі рази; в промисловій зоні – Zr, Y, Yb – у чотири

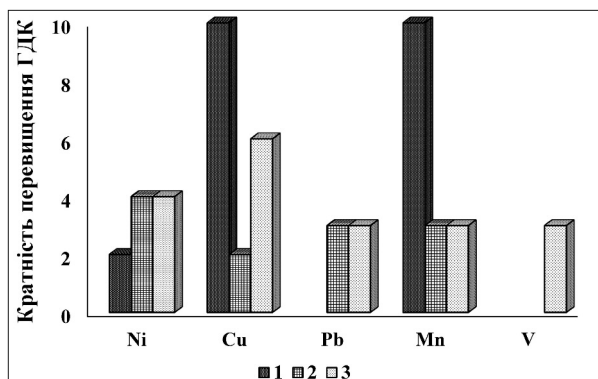


Рис. 2. Перевищення ГДК важких металів у ґрунтах Дніпродзержинського промислового вузла: 1 – у межах хвостосховищ, 2 – у межах промислової зони, 3 – у межах селитебної зони

рази. Порівняно з “техногенними” ґрунтами, у міських ґрунтах спостерігається менша строка-тість за вмістом елементів.

Валовий вміст більшості розглянутих вище елементів у ґрунтах не регламентується загально-прийнятими санітарними нормами та нормативними документами. ГДК елементів у ґрунтах встановлені для нікелю, кобальту, міді, цинку, свинцю, арсену, кадмію, ртуті та хрому [9]. Відсутні нормативи для Ti, Zr, Ga, La, Nb та інших. В методичних рекомендаціях з еколого-геохімічних досліджень навколишнього середовища наводяться допустимі концентрації Ni, Cu, Pb та Zn для різних типів ґрунту [1, 4]. Враховуючи викладене, ми визначили перевищення вмісту Mn, Ni, Cu, Pb відносно ГДК в зразках, відібраних у зоні впливу хвостосховищ та промзоні (рис. 2).

Діапазон коливання показника КГДК<sub>Mn</sub> у межах 2–10 зафіксовано у зразках, відібраних у районі залізничного вокзалу м. Дніпродзержинськ, заводу “Дніпроазот”, на тилі хвостосховища “Сухачівка-2”. Вміст Ni, Cu, Pb перевищує ГДК у зразках, відібраних на березі р. Коноплянка, яка протікає в безпосередній близькості до хвостосховищ “Центальний Яр”, “Дніпровське”, “Західне” та “Південно-Східне”. ГДК міді перевищено у шість разів у районі хвостосховищ “Сухачівка” (1 та 2 секції), “База-С”, затоці р. Дніпро в с. Карнаухівка. Ці дані дозволяють припустити наявність міграції зазначених елементів із хвостосховищ з підземними водами та їх акумуляцію поблизу річки [10]. У зразках, відібраних біля заводу “Дніпроазот”, гаражного комплексу на вул. Республіканська встановлено перевищення ГДК за вмістом Ni, Cu та Pb. Треба зазначити, що

Ni та Cu належать до II класу групи наднебезпечних хімічних елементів (ГОСТ 17.4.02-83), а за визначених геохімічних умов середовища можуть бути токсичними по відношенню до живих організмів і віднесені до дуже токсичних елементів.

**Висновки.** Таким чином, характер розподілу мікроелементів у ґрунтах Дніпродзержинського промислового вузла визначається комплексним впливом хвостосховищ та промислових об’єктів різного типу виробництва. Зафіксоване значне перевищення геохімічних показників деяких елементів у досліджених ґрунтах вказує на доцільність проведення більш детального вивчення цих ґрунтів. Особливу увагу треба звернути на уточнення вмісту та походження Се та РЗЕ в полімінеральній речовині хвостосховищ.

Встановлено перевищення показників ГДК Ni та Cu у зразках, відібраних на березі р. Коноплянка, яка протікає в безпосередній близькості до хвостосховищ “Центальний Яр”, “Дніпровське”, “Західне” та “Південно-Східне”, що дозволяє припустити наявність міграції зазначених елементів з хвостосховищ з підземними водами та їх акумуляцію поблизу річки.

Для обґрунтованого висновку щодо екологічного стану ґрунтів необхідно виконати додаткові дослідження із визначення вмісту рухомих форм важких металів у ґрунтах.

*Дослідження проведені в рамках виконання робіт за темою “Розробка та випробування нових технічних засобів та методик комплексного радіо-геохімічного моніторингу типових об’єктів видобування та переробки уранової сировини” (№ 0113U005188).*

#### Література

1. Алексеев В.А., Алексеев А.В. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов. — Ростов н/Д : Изд-во Южн. Федеральн. ун-та, 2013. — 388 с.
2. Губский Ю.И., Долго-Сабуров В.Б., Храпак В.В. Химические катастрофы и экология. — К. : Здоров’я, 1993.— 224 с.
3. Глазовская М.А., Касимов Н.С., Теплицкая Т.А. Ландшафтно-геохимические основы фонового мониторинга природной среды.— М. : Наука, 1989.— 264 с.
4. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. — М. : АCADEMIA, 2003. — 397 с.
5. Жовинский Э.Я., Кураева И.В., Маничев В.И., Островская Г.П. Минералого-геохимические особенности почв заповедных зон Украины в условиях техногенеза // Минерал. журн. — 2000.— 22, № 4.— С. 54–57.
6. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов. — М. : Экология, 1996. — Кн. 4: Редкие d-элементы. — 524 с.
7. Кабата-Пендиас И., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. — М. : Мир, 1989. — 439 с.
8. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. — М. : Наука, 1985. — 263 с.
9. Санитарные нормы СанПиН 42-128-4433-87 “Санитарные нормы допустимых концентраций химических веществ в почве”.
10. Швайко В.Г., Лисиченко Г.В., Верховцев В.Г., Білокопитова Н.А. Використання геоінформаційних технологій для вивчення техногенно-екологічного впливу на водне середовище хвостосховищ уранового виробництва на базі колишнього Придніпровського хімічного заводу // 36. наук. праць ІГНС — Вип. 20. — К., 2012.— С. 86–97.

*Бастрыгіна Т.М., Колябіна І.Л., Мариніч О.В., Тищенко О.Ю.*

**Эколого-геохимическая оценка почв Днепродзержинского промышленного узла.**

Проведено дослідження мікроелементного складу верхнього шару ґрунту в зоні впливу хвостохранилищ і техногенних об'єктів Дніпродзержинського промислового вузла. Розглянуті геохімічні та санітарно-гігієнічні показники ґрунтів досліджуваних ділянок. Встановлено двукратне перевищення ПДК по вмісту Ni, Cu і Pb в ґрунтах селітебної зони і чотирикратне – в зоні впливу хвостохранилищ. Підвищене вміст цезію в верхньому шарі «техногенного» ґрунту території вузла становить предмет більш детальних досліджень.

*Ключевые слова:* Днепродзержинский промышленный узел, хвостохранилища, техногенные ґрунти, мікроелементи, важкі метали, геохімічні показники забруднення ґрунту.

*Bastrygina T.M., Koliabina I.L., Marinich O.V., Tyshchenko O.Yu.*

**Ecological and geochemical assessment of soils of Dniprodzerzhynsk industrial region.**

In regions with well-developed mining and processing industries, investigation of technogenic facilities effect on the environment is necessary. In Dniprodzerzhynsk region, there are seven uranium mill tailing dams and two industrial waste storages of the former production association “Prydniprovsky chemical plant” as well as sludge dumps and heaps of the coking plant (Public company “EVRAZ Dneprodzerzhynsk coking plant), an ash dump of the metallurgical plant (Public company “F. E. Dzerzhynsky Dneprodzerzhynsk metallurgical plant) etc. Other industrial and settlement areas are adjacent to those facilities. Powerful industrial plants have significant anthropogenic influence on the environment. Ecological and geochemical methods provide not only determination of principles of elements distribution in the environment but also estimation of technogenic facilities effect on the separate landscape components. Analysis of microelement composition of the upper soil in the area affected by tailing dumps and technogenic objects of Dniprodzerzhynsk industrial region as well as schematic maps of Zr, Mn, REE+Y, Ni, Cu, Pb have been carried out. Litho-geochemical and sanitary data for the soils on the areas under study are discussed. Trace elemental analysis of “technogenic” and urban soils was carried out using atomic emission spectrometry. The mapping of elements distribution in soils affected by technogenic facilities was performed using ArcGIS software package. Following geochemical indices was calculated: clarkes of concentration of elements relative to those in soils and to mean value of elements content. Geochemical coefficients of trace elements was normalized to maximum permissible concentration in soils and to clarkes in urban soils. The exceeding of Ni and Cu maximum permissible concentrations was determined in samples from the waterside of the Konoplyanka River flowing in the immediate vicinity of the tailing dams “Tsentrалnyi Yar”, “Dniprovske”, “Zakhidne” and “Pivdenno-Skhidne”. It suggests that the migration of these elements from tailings and their accumulation in riverside soils takes place. It was determined that the content of Ni, Cu and Pb in the soil of the settlement zone is twice as large as the maximum permissible concentration, and in soils affected by tailings it is four times higher. The elevated concentration of Ce in the upper layer of “technogenic” soil of the area studied is the subject of detailed investigation. *Key words:* Dniprodzerzhynsk industrial region, tailings dumps, technogenic soils, trace elements, heavy metals, geochemical indices of soil contamination.

*Надійшла 10.05.2015.*