

# ЕКОЛОГІЯ ПЕДОСФЕРИ

УДК 631.4:669.184.16

<sup>1</sup>Кармазиненко С.П., <sup>2</sup>Кураєва І.В., <sup>2</sup>Войтюк Ю.Ю., <sup>3</sup>Манічев В.Й.

<sup>1</sup> Інститут географії НАН України;

<sup>2</sup> Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення  
ім. М.П. Семененка НАН України;

<sup>3</sup> Інститут геохімії навколишнього середовища НАН та МНС України

## ГРУНТОВО-ГЕОХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДКЛАДІВ, ЩО ЗНАХОДЯТЬСЯ ПІД ВПЛИВОМ ВИКИДІВ КОМБІНАТІВ ЧОРНОЇ МЕТАЛУРГІЇ

У статті висвітлено результати польових і камеральних досліджень сучасних ґрунтів, на які впливають викиди підприємств чорної металургії. Відзначено, що ґрунти піддаються суттєвому техногенному навантаженню, що підтверджується наявністю у їх макро- і мікробудові значної кількості часточок шлаку, вугілля, скла тощо. Вивчено особливості геохімічного розподілу і форми знаходження важких металів у ґрунтах, що перебувають під впливом комбінату чорної металургії. Встановлено, що досліджені ґрунти забруднені важкими металами, в основному свинцем, цинком та оловом з перевищенням фонових значень у 6-10 разів.

**Ключові слова:** ґрунти, морфо-, мікоморфологія, поллютанти, важкі метали.

В статье показаны результаты полевых и камеральных исследований современных почв которые поддаются влиянию выбросов предприятий черной металлургии. Отмечено, что почвы поддаются существенной техногенной нагрузке, что подтверждается наличием в их макро- и микростроении значительного количества частиц шлака, угля, стекла и т.д. Изучены особенности геохимического распределения и формы нахождения тяжелых металлов в почвах, находящихся под влиянием комбината черной металлургии. Установлено, что исследованные почвы загрязнены тяжелыми металлами, в основном свинцом, цинком и оловом с превышением фоновых значений в 6-10 раз.

**Ключевые слова:** почвы, морфо-, микроморфология, поллютанты, тяжелые металлы.

The results of empirical and cameral investigations of modern soils under the influence of plants of ferrous metal industry are cleared up in the article. It is noted that soils are under the influence of technological activities of people. It confirmed that there are many pieces of slag, coal and glass in the micromorphological structure of soils. We have studied distribution and forms of heavy metals content in the soils under the influence of iron and steel plants. It is established that the investigated soils contaminated with heavy metals, predominantly lead, zinc, and tin and excess of 6-10 times background values.

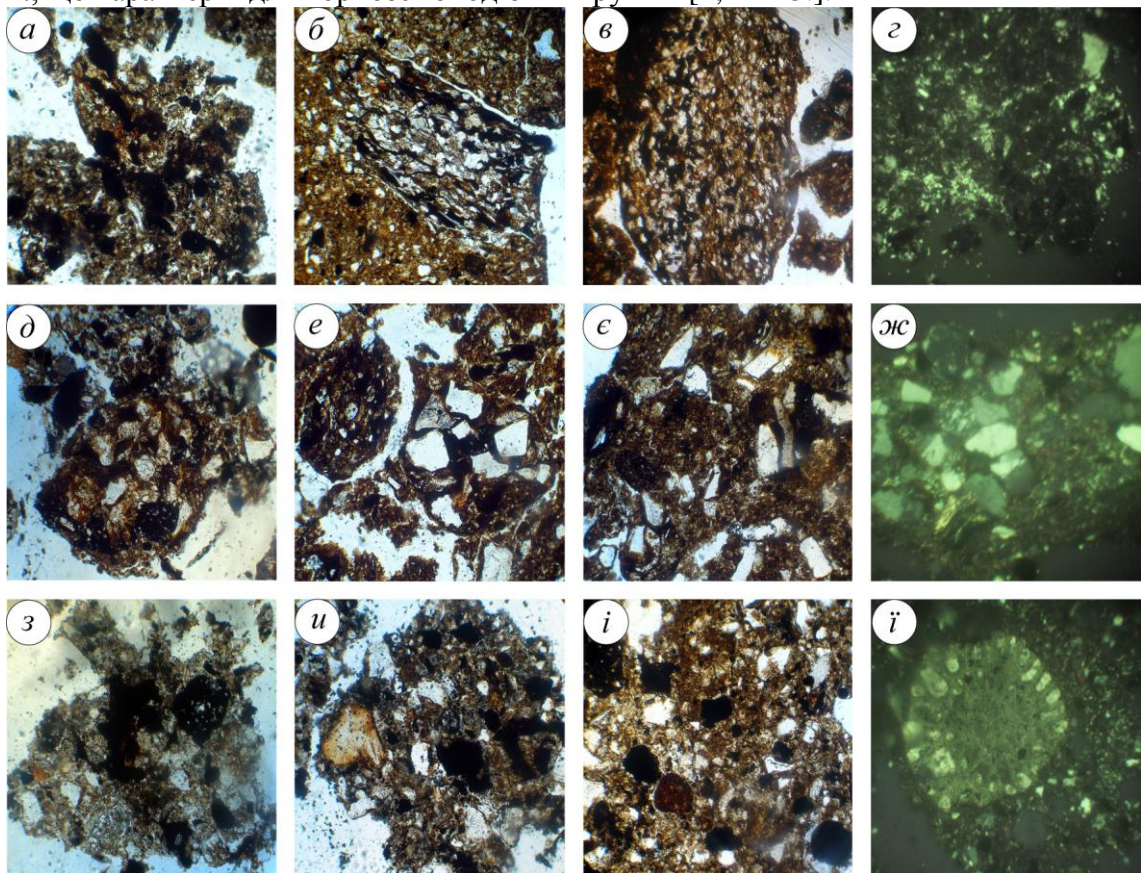
**Keywords:** soils, morpho-, micromorphology, pollutants, heavy metals.

**Актуальність проблеми та історія її вивченості.** На сьогоднішній день основним забруднювачем довкілля у багатьох містах України є техногенні викиди підприємств чорної металургії, серед яких перше місце займають іони важких металів. Оскільки ґрунти є індикатором забруднення навколишнього середовища, тому виникла потреба в аналізі вмісту поллютантів та їх впливові на особливості макро- і мікоморфологічної будови ґрунтів. З метою оцінки стану забрудненості ґрунтів іонами важких металів під впливом викидів підприємств чорної металургії були проведені ґрунтово-геохімічні дослідження сучасних відкладів трьох розрізів м. Алчевська (входить у п'ятірку найбільш забруднених міст України) з використанням мікоморфологічного (з'ясування генезису і типу відкладів) і спектрального (оцінки вмісту іонів важких металів) аналізів. Вивченню питань гео-

хімії полютантів, морфо- і мікроморфологічним особливостям ґрунтів і відкладів, що піддаються впливові викидів промислових підприємств присвячений ряд робіт [1-20].

**Аналіз отриманих результатів.** Наведемо результати польових (морфологічний опис) і камеральних (мікроморфологічний, мінералогічний і спектральний аналіз) робіт кожної розчистки, які знаходяться на відстані 400-600 м від Алчевського металургійного комбінату. Найбільш типові ознаки мікробудови ґрунтів і відкладів відображені на рис. 1.

Ґрунти першого і другого розрізів характеризуються такими морфологічними ознаками як темно-сірий колір профілю, грудкувата структура, поступовий перехід між генетичними горизонтами (Н/к, Нрк, Ph(k), P), реакція з 10% розчином соляної кислоти і є найбільш подібними до чорноземів малопотужних (0,50 м), що залягають на елювії щільних безкарбонатних порід алевролітистих сланців палеогенового часу. Внаслідок забрудненості викидами металургійного комбінату у ґрунтах відсутні, або слабо проявляються такі морфо- і мікроморфологічні ознаки, як наявність кротовин, складних мікроагрегатів, пор та ін., що характерні для чорноземоподібних ґрунтів [4, 11-13.].



**Рис. 1. Мікробудова сучасних ґрунтів і відкладів:**

- **розчистка №1:** **Н/к:** *a* – органо-глиниста плазма та часточки шлаку сферичної форми; **Нрк:** *б* – техногенний матеріал у вигляді металічних лусочок і шариків; **Ph(k):** *в* – техногенний матеріал; *г* – концентрація мікро- і дрібнокристалічного кальциту у порах та плазмі;

- **розчистка №2:** **Н/к:** *д* – часточки шлаку; **Нрк:** *е* – зерна мінерального скелету (переважно кварцу) оточені залізисто-глинистою речовиною і матеріалом техногенного характеру; **Ph(k):** *є* – мікроділянки із рівномірним просоченням плазми органо-залізисто-глинистою речовиною та часточки техногенного матеріалу; *ж* – мікроділянки просочені мікрокристалічним кальцитом на фоні плазмово-піщаної мікробудови;

- **розчистка №3:** **Н<sub>техн.</sub>:** *з* – техногенний матеріал; **Н/к:** *и* – плазма просочена органо-глинистою речовиною та техногенний матеріал; **Нрк:** *и* – уламки техногенного матеріалу і вугілля на фоні органо-глинистої плазми; **Ph(k):** *ї* – пилувато-плазмозна мікробудова і концентрація мікро- і дрібнокристалічного кальциту у порі;

(а – в, д – е, з – і – нік. II, з, ж, і – нік. +, збільшення 100)

Для матеріалу із гумусових (Н/к) горизонтів (розріз 1, 2) характерним є наявність значної кількості техногенного матеріалу (від 15-20% – розчистка №1 до 25-35% – розчистка №2 площі шліфа). Внаслідок чого мікроділянки шліфа із складними мікроагрегатами I-II порядку розділених звивистими порами є поодинокими (завуальовані часточками шлаків). Техногенні викиди представлені переважно утвореннями сферичної форми (стекляні шарики), а також часточками шлаків неправильної форми і металу різного розміру (алевритового і дрібнопилюватого) на фоні органо-глинистої плазми. Для верхніх перехідних горизонтів двох розчисток характерна також наявність слідів техногенних викидів, але їх масштаби прояву значно менші. У Нрк горизонті розчистки №1 техногенний матеріал викидів металургійного комбінату спостерігається у вигляді поодиноких утворень (шарики, металічні лусочки). Часто на ділянках між зернами теригенного кварцу (розчистка №2) відзначаються включення чорного кольору (металічні утворення), які є техногенним матеріалом. Нижні перехідні горизонти (Ph(k)) обох розчисток відзначаються поодинокими включеннями техногенного матеріалу.

Відклади третього розрізу представляють собою антропогенні утворення, коли внаслідок діяльності людини (будівництво дороги, прокладання трубопроводу) природній механічно перемішаний чорноземоподібний ґрунт, що залягає на безкарбонатних сланцях, перетворився на техногенний. Матеріал ґрунту морфо- мікроморфологічно представляє собою помітну суміш природного і техногенного матеріалу. Наявність включень техногенного матеріалу (уламки шлаків, вугілля та ін. – до 30-40% всього об'єму площі шліфа) є свідченням природної порушеності ґрунтових горизонтів.

У відібраних зразках ґрунтів і пилових випадіннях був визначений валовий вміст важких металів. Результати спектрального аналізу представлені у таблиці 1. На основі валового вмісту іонів важких металів у ґрунтах і пилових випадіннях були встановлені максимальні значення їх коефіцієнтів відносно фонового значення: Zn – 10,9; Sn – 6,6; Pb – 6,2; Cu – 3,8; Ni – 3,5; Cr – 2,5. Всі перелічені елементи, крім Sn, відносяться до першого і другого класу небезпеки. Також була розрахована техногенність ряду елементів (таблиця 2). З таблиці видно, що найбільш техногенними металами, що перебувають під впливом Алчевського комбінату є Zn (86,1% у розрізі №2), Sn (83,3% у розрізі №2), Pb і Cu (79,2% і 79,1% у розрізах № 1 і № 2 відповідно), Cr (75% у розрізі № 3). Це найбільш техногенні метали у ґрунтах.

На основі середніх значень техногенності елементів у ґрунтах м. Алчевська поблизу комбінату чорної металургії утворюють ряд: Pb > Zn > Sn > Cr > Cu. Для цих елементів були побудовані графіки їх розподілу по дослідженим ґрунтовим розрізам (рис. 2).

При цьому слід пам'ятати, що кожне промислове місто має свою техно-геохімічну спеціалізацію [16]. Із наших даних слідує, що в м. Алчевськ домінує свинцево-цинкове забруднення ґрунтів.

Таблиця 1

**Валовий вміст важких металів у ґрунтах і пилових випадіннях м. Алчевськ, мг/кг**

Горизонт	Глибина, см	Mn	Ni	Co	V	Cr	Mo	Cu	Pb	Zn	Sn
		<b>Фонові значення для ґрунтів:</b>									
		322	23	8	90	80	2	21	13	55	3
<b>Розріз № 1</b>											
<b>Пилові випадіння:</b>		4000	50	7	100	200	4	70	100	600	15
Н/к	0-5	4000	50	6	150	100	4	60	80	600	10
	5-10	4000	50	5	200	100	3	60	60	500	10
Нрк	10-20	1500	40	5	150	60	5	40	20	200	4
	20-30	1000	60	6	150	80	10	50	30	200	6
Ph(k)	30-40	1500	40	5	100	50	20	30	20	200	6
P	40-50	2000	50	5	100	50	8	30	20	200	5

Розріз № 2											
<b>Пилові випадіння:</b>		2000	60	6	80	100	4	40	200	600	20
Н <sub>техн.</sub>	0-5	2000	50	4	200	100	2	40	60	600	20
	5-10	2000	80	5	200	100	2	40	40	200	8
Н/к	10-20	2000	50	4	100	80	5	50	20	200	8
	20-30	3000	80	5	100	100	4	40	30	100	5
Н <sub>рк</sub>	30-40	1500	100	6	100	100	2	50	20	100	5
	40-50	300	100	5	100	100	3	10	20	100	4
Ph(k)	50-60	1000	100	5	100	100	2	10	20	100	4
Розріз № 3											
<b>Пилові випадіння:</b>		4000	30	5	60	300	2	200	60	500	8
Н <sub>техн.</sub>	0-10	5000	30	4	100	200	3	80	60	200	6
	30-40	2500	40	3	100	40	5	60	40	100	8
Н/к	40-60	3000	50	5	100	50	5	300	50	200	8
Н <sub>рк</sub>	60-70	6000	60	5	100	40	6	200	200	200	10
Phk	70-80	1000	50	5	100	60	3	40	30	100	5
P	80-110	2000	100	8	150	60	10	40	20	100	5

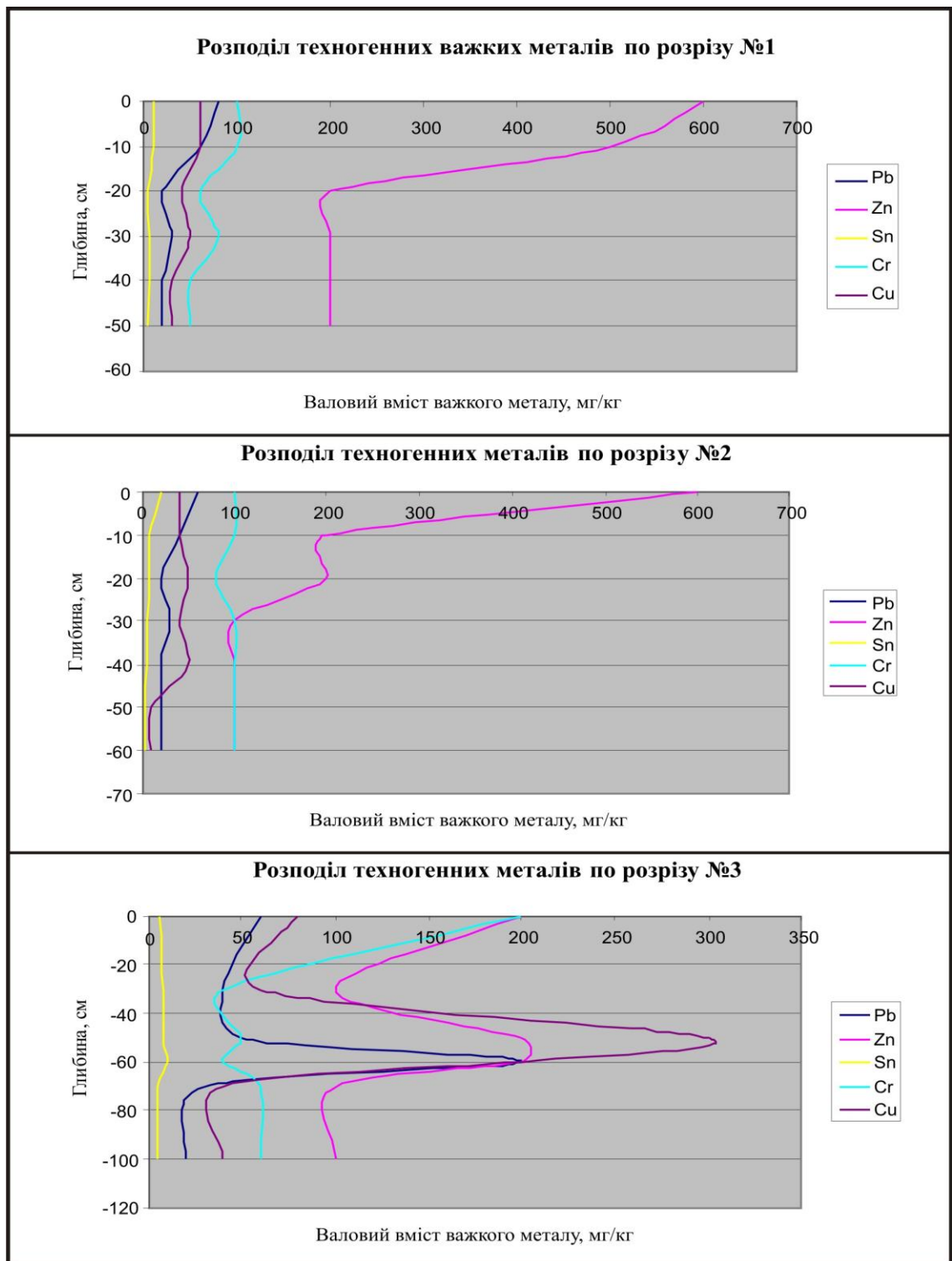
Таблиця 2

## Відсоток техногенності важких металів у ґрунті, %

	Територія:	Ni	Co	V	Cr	Mo	Cu	Pb	Zn	Sn
1	Розріз №1	н	н	н	58,3	н	58,3	79,2	72,2	58,3
2	Розріз №2	н	н	н	н	н	79,1	72,2	86,1	83,3
3	Розріз №3	н	н	н	75	н	58,3	72,2	58,3	н

Примітка. н – низька (недостовірна) техногенність елемента.

Проведені ґрунтово-геохімічні дослідження дозволяють зробити наступні **висновки**. Ґрунти (розчистки № 1, 2) і ґрунтові відклади (розчистка №3) вертикальних розрізів несуть сліди значного техногенного навантаження на їх профілі, що відображається в їх морфо- і мікроморфологічних ознаках. Мікроморфологічно це підтверджується наявністю значної кількості видимих під мікроскопом часточок шлаку, вугілля, скла та ін. Ґрунти і відклади, що знаходиться під впливом викидів металургійного комбінату, забруднені в основному такими іонами важких металів як свинець, цинк, олово та іншими поллютантами у результаті аеротехногенного випадіння металів з газопиловими випадіннями (Zn – 600, Pb – 200, Sn – 20 ). Максимальні значення коефіцієнтів концентрації іонів важких металів відносно фонового вмісту у ґрунтах і відкладах становить для Zn – 10,9; Sn – 6,6; Pb – 6,2; Cu – 3,8; Ni – 3,5; Cr – 2,5мг/кг і перевищують фонові у 6 – 10 раз. Всі перелічені елементи, крім Sn, відносяться до першого і другого класу небезпеки. Техногенність важких металів у ґрунтах, що визначалася профільним методом, досягає високого рівня: Zn (86,1%), Sn (83,3%), Pb і Cu (79,2% і 79,1%), Cr (75%). За середніми значеннями техногенності елементів у ґрунтах можна сформувані їх наступний ряд Pb > Zn > Sn > Cr > Cu, що свідчить про домінування свинцево-цинкового забруднення відкладів.



**Рис. 2. Розподіл техногенних важких металів по розрізах №1-3 ґрунтів під впливом АМК**

### Література

1. Белова Н.А. Экология, микроморфология, антропогенез лесных почв степной зоны Украины / Н.А.Белова. – Днепропетровск: Изд-во ДГУ, 1997. – 264 с.
2. Важкі метали у ґрунтах заповідних зон України / За ред. Е.Я. Жовинського. К.: «Логос», 2005. – 104 с.
3. Водяницький Ю.Н. Тяжелые и сверхтяжелые металлы и металлоиды в загрязненных почвах / Ю.Н. Водяницький. - М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2009. – 95 с.

4. Войтюк Ю.Ю. Оцінка стану забрудненості ґрунтів м. Маріуполя важкими металами./ Ю.Ю. Войтюк, І.В.Кураєва, С.П.Кармазиненко, В.Й.Манічев. – Київ. – 2011. – Т.2. – С.123-127.
5. Гармаш Г.А. Накопление тяжелых металлов в почвах и растениях вокруг металлургических предприятий: Автореф. дис. канд. биол. наук./ Г.А.Гармаш. – Новосибирск, 1985. – 16 с.
6. Глазовская М.А. Теория природных и техногенных ландшафтов СССР. / М.А.Глазовская. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. – 327 с.
7. Грищенко С.В. Комплексная гигиеническая оценка загрязнения почв населенных мест Донецкой области / С.В.Грищенко, М.Г.Степанова, В.П. Коровина, Е.В. Шамрай, О.Н. Ганенко // Вестник гигиены и эпидемиологии Том 5, №2, ДонДМУ 2001 – С. 168-171.
8. Добровольский Г.В. Микроморфология антропогенно-измененных почв: Сборник научных трудов АН СССР/ Г.В.Добровольский. – М.: Наука, 1988 – 215 с.
9. Жовинский Э.Я. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины./ Э.Я. Жовинский, И.В. Кураева – К.: Наук. думка, 2002. – 213 с.
10. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. / В.Б. Ильин. - Новосибирск: Наука. Сиб. Отд-ние. 1991. – 151 с.
11. Кармазиненко С.П. Мікрморфологічні дослідження викопних і сучасних ґрунтів України / С.П.Кармазиненко – К.: Наук. думка. – 2010 – 120 с.
12. Кармазиненко С.П., Манічев В.Й. Результати мікрморфологічного дослідження сучасного ґрунтового покриву в районі колишніх розробок поліметалічних руд біля с. Нагольна-Тарасівка // Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції «Суспільно-, фізико-географічні та геоекологічні проблеми старопромислових районів» – Луганськ – 2011. С.164-168.
13. Кармазиненко С.П., Кураєва І.В., Манічев В.І., Войтюк Ю.Ю. Экологическое состояние окружающей среды г. Мариуполя // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Экологические аспекты регионального развития» – Ярославль. – 2011 – С. 330-337.
14. Кузнецов В.А. Метод постадийных вытяжек при геохимических исследованиях. / В.А. Кузнецов, Г.А. Шимко. - Минск: Наука и техника, – 1990. – 65 с.
15. Кураєва І. Екологічний стан ґрунтів м. Києва // Географія. Економіка. Екологія. Туризм: регіональні студії / І. Кураєва, А. Самчук, С. Кармазиненко. – Ніжин» – 2011 – Вип.5. – С.131-137.
16. Перельман А.И. Геохимия./А.И.Перельман. - М.: Высшая школа, 1989. – 528 с.
17. Саєт Ю.Е. Геохимия окружающей среды./ Ю.Е. Саєт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. - М.: Недра, 1990. – 325 с.
18. Самчук А.И. Физико-химические условия образования мобильных форм токсичных металлов в почвах/ А.И. Самчук, Г.Н. Бондаренко, В.В. Долин и др. // Мінералогічний журнал – 1998, № 2. – С.48-59.
19. Baron S., Carignan J., Ploquin A. Dispersion of heavy metals (metalloids) in soils from 800-year old pollution (Mont-Lozere, France) // Environ. Sci. Technol. 2006. V. 40. P. 5319-5326.
20. Kabata-Pendias A., Pendias H. Trace elements in Soils and Plants. Third Edition. CRC Press, 2001. – 412 p.

*Поступила в редакцію 24 квітня 2012 р.*