

## ОСОБЛИВОСТІ ПРОСТОРОВОГО РОЗПОДІЛУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТАХ М. ДНІПРОДЗЕРЖИНСЬКА

Досліджено вплив геоморфологічних особливостей ландшафту на розподіл важких металів, вивчено особливості внутрішньопрофільного розподілу важких металів у ґрунтах міста Дніпродзержинська.

Исследовано влияние геоморфологических особенностей ландшафта на распределение тяжелых металлов, изучены особенности внутрипрофильного распределения тяжелых металлов в почвах города Днепродзержинска.

The influence of geomorphological features of the landscape on the distribution of heavy metals studied the characteristics of profile distribution of heavy metals in the soils of the city Dneprodzerzhinsk.

**Вступ.** Високе антропогенне навантаження в містах зі значною щільністю населення пов'язане з великою кількістю промислових, комунально-побутових підприємств, автотранспорту. Потужні техногенні потоки поллютантів забруднюють компоненти урбоєкосистем.

Для розробки заходів щодо поліпшення стану міського середовища необхідно мати дані про вміст і розподіл забруднюючих речовин у всіх компонентах міських екосистем, зокрема в ґрунтах. Це обумовлено рядом особливостей самого ґрунту, як складної багатокомпонентної системи, яка виконує функції біогеохімічного бар'єру [1]. Актуальним питанням сьогодення є значне забруднення міських ґрунтів важкими металами (ВМ).

Верхні гумусовані горизонти ґрунтів є важливим депо накопичення забруднюючих речовин. Саме тут створюється біогеохімічний бар'єр, дія якого заснована на тому, що Pb, Zn, Cd, As, Cr, Cu, B, V, Mo і ряд інших елементів утворюють слабкорухливі сполуки з органічною речовиною [2].

У дослідженнях особливостей розподілу важких металів у ґрунтах, в тому числі і міських, слід обов'язково враховувати їхнє ландшафтне положення, адже відомо, що воно впливає на розподіл елементів у ґрунтах [3].

**Метою даної роботи** було вивчення впливу геоморфологічних особливостей ландшафту на розподіл важких металів, а також особливостей їх внутрішньопрофільного розподілу у ґрунтах міста Дніпродзержинська.

**Об'єкт і методи.** Для вивчення особливостей латерального розподілу вмісту ВМ у функціональних урбосистемах (промислових, селитебних, транспортних, рекреаційних) відбиралися змішані зразки ґрунтів. Їх відбір і обробка проводилися за загальноприйнятою методикою [4]. Проби відбиралися з глибини 0–10 см способом конверта з площі 20 м<sup>2</sup>. Для дослідження вертикального розподілу ВМ зразки відбиралися за допомогою ґрунтового буру на глибину ґрунтового профілю.

Уміст валових ВМ визначався методом атомно-абсорбційного аналізу в полум'ї ацетилен–повітря. Отримані дані оброблялися з застосуванням методів математичної статистики.

### **Результати дослідження.**

Неоднорідність розподілу важких металів у ґрунтах може бути спричинена впливом як природних, так і антропогенних факторів (особливо в урбанізованих територіях). Нерівномірність розподілу металів особливо проявляється у ґрунтах балочних рельєфів. Балка Водяна розташована на межі Східної і Центральної зон міста, де сконцентровані майже всі підприємства міста, що обумовлює значні обсяги надходження до її ґрунтів поліютантів, в тому числі і важких металів. Балка Самишина розташована в Західній зоні міста, де рівень техногенних навантажень відносно низький (в ній розташоване лише одне підприємство – Дніпродзержинський автомобільний завод).

Розподіл важких металів у ґрунтах обох балок (рис. 1–4) відбувається під впливом процесів інтенсивної міграції речовин із схилів та внутрішньогрунтовым стоком. В ґрунтах тальвегів спостерігається акумуляція важких металів, в них в середньому міститься: 1213 (б. Водяна) і 973 мг/кг (б. Самишина) марганцю, 143,3 і 45,22 мг/кг відповідно міді, 542 і 324 мг/кг відповідно цинку, 30,8 і 23,9 мг/кг відповідно нікелю, 111,8 і 108,3 мг/кг відповідно свинцю, 4,726 і 1,762 мг/кг відповідно кадмію. Звертає на себе увагу підвищений вміст свинцю у ґрунтах тальвегу балки Самишиної. Причиною цього явища з одного боку є золошлаковідвали, що накопичувалися у балці як відходи міської ТЕЦ, а з іншого – процеси його вимивання з асфальтного покриття автошляхів і міграція із зливовими водами до ґрунтів балки.

Характер розподілу важких металів у ґрунтах схилів в обох балках достатньо складний. Загалом, в ґрунтах схилів, відносно тальвегу, визначались менші концентрації елементів, за винятком марганцю в верхній третині схилу західної експозиції, кадмію у нижній третині схилу західної експозиції та нікелю в середній третині східної експозиції балки Самишиної.

Високотехнофільні цинк, свинець і кадмій характеризуються синхронним розподілом у ґрунтах балки Водяної. В ґрунтах середньої третини схилу північно-західної експозиції цієї балки визначається підвищений вміст вищеназваних металів. Це обумовлено надзвичайною засміченістю цього схилу, тобто такі локальні підвищення кількості технофільних елементів мають, окрім атмогенного, вейстогенне походження. Варіювання вмісту всіх металів, дещо більше виражене в ґрунтах схилів, ніж тальвегів.

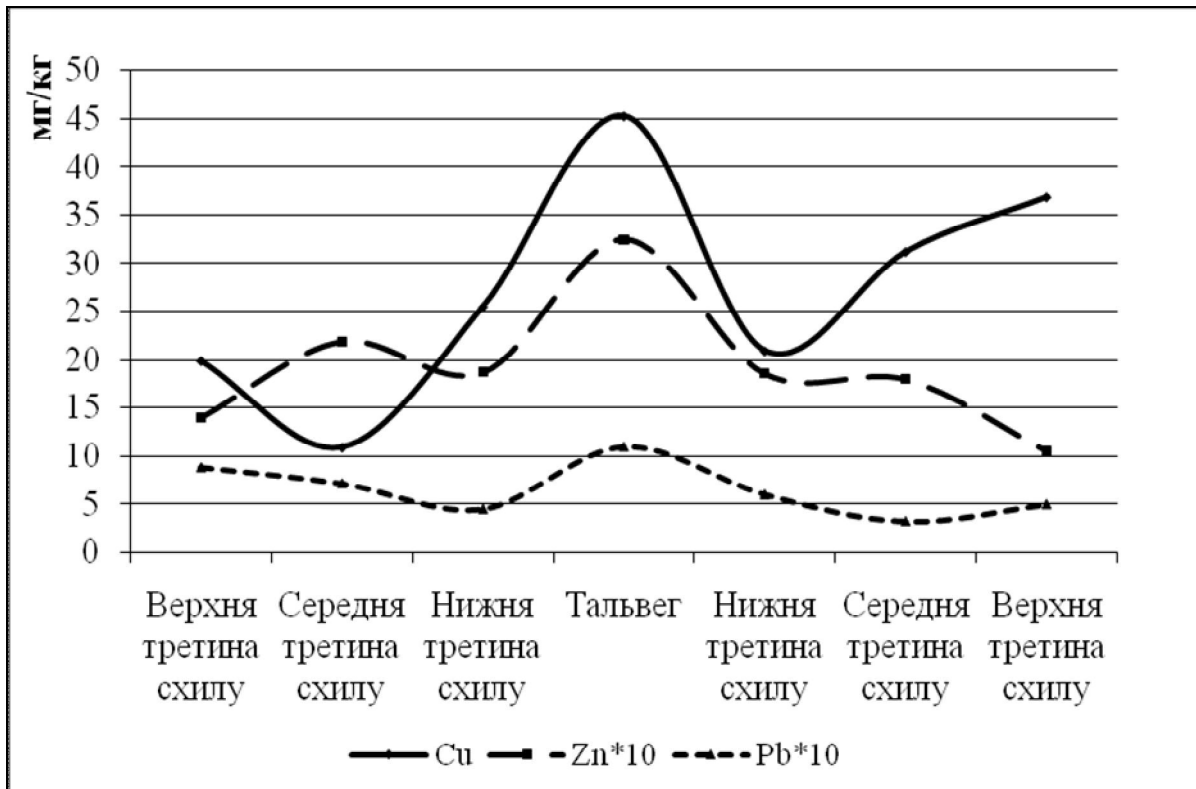


Рис. 1. Розподіл свинцю ( $n*10$ ), міді та цинку ( $n*10$ ) у ґрунтах в профілі балки Самишиної (захід – схід)

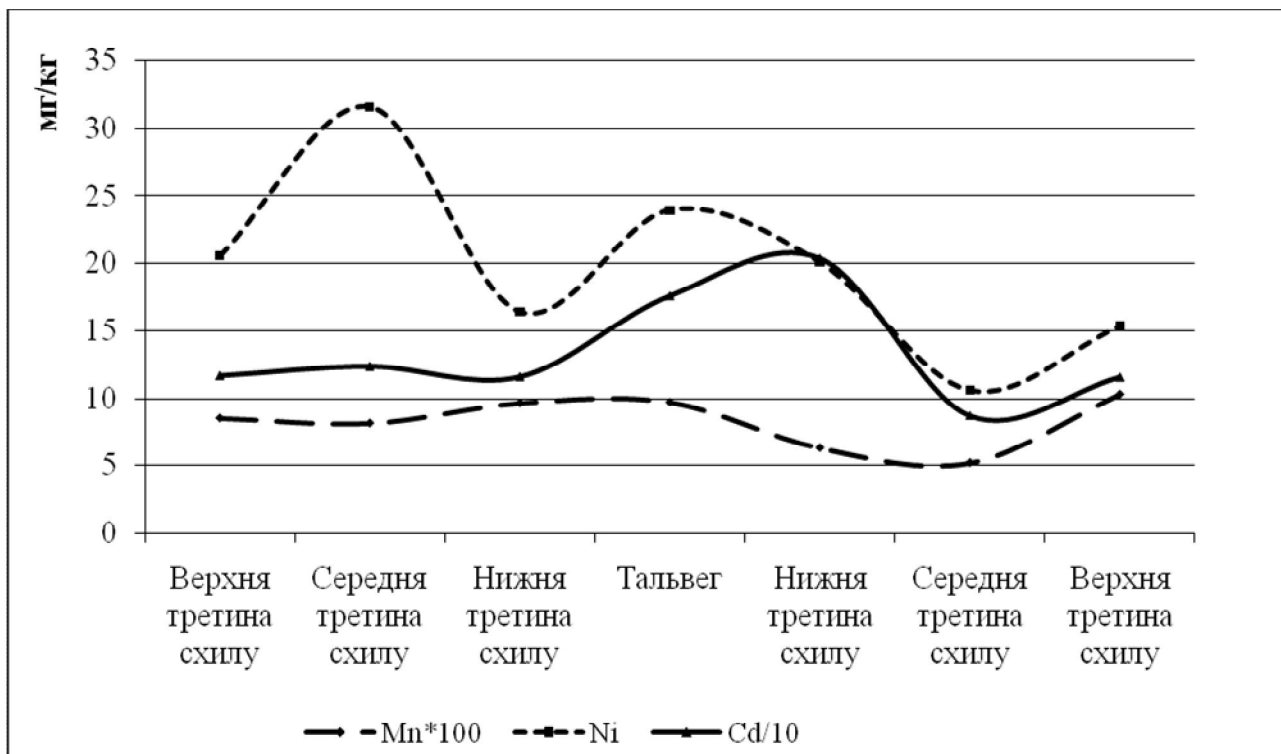


Рис. 2. Розподіл марганцю ( $n*10^2$ ), нікелю та кадмію ( $n*10^{-1}$ ) у ґрунтах в профілі балки Самишиної (захід – схід)

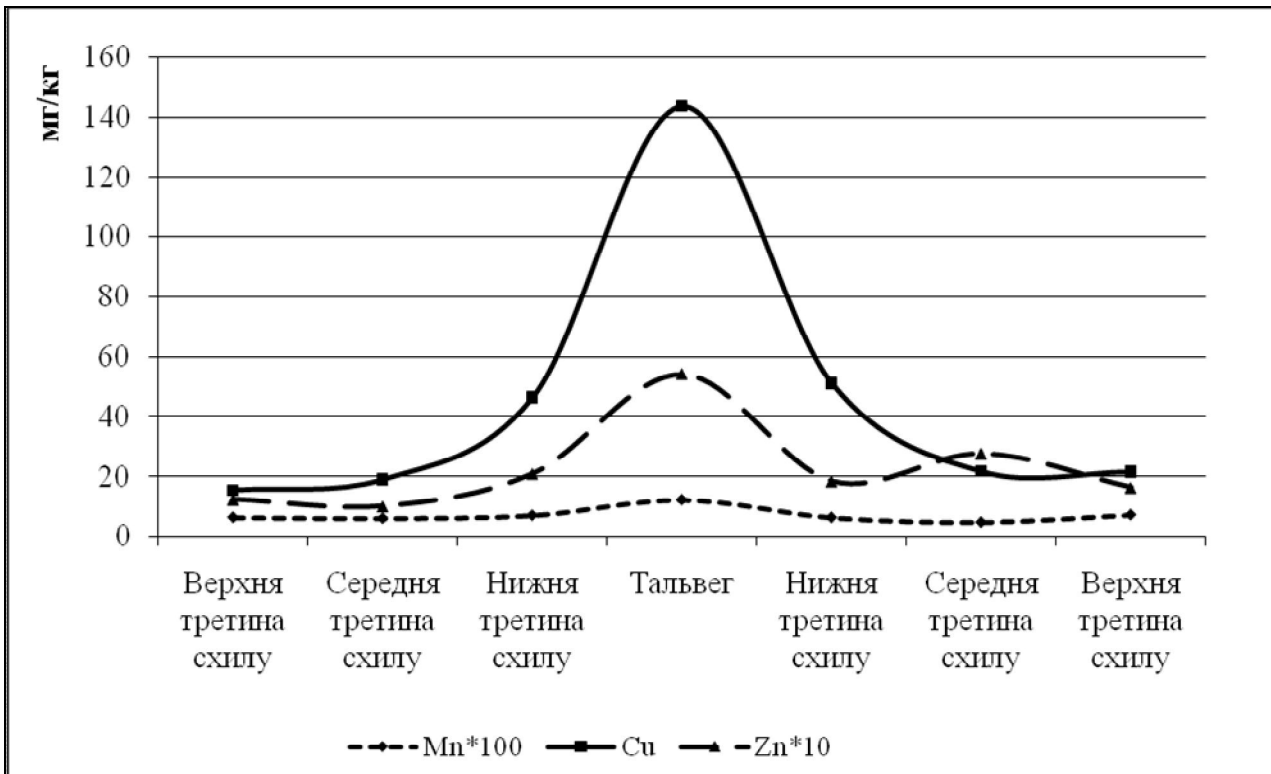


Рис. 3. Розподіл марганцю ( $n \cdot 10^2$ ), міді та цинку ( $n \cdot 10$ ) у ґрунтах в профілі балки Водяної (північний захід – південний схід)

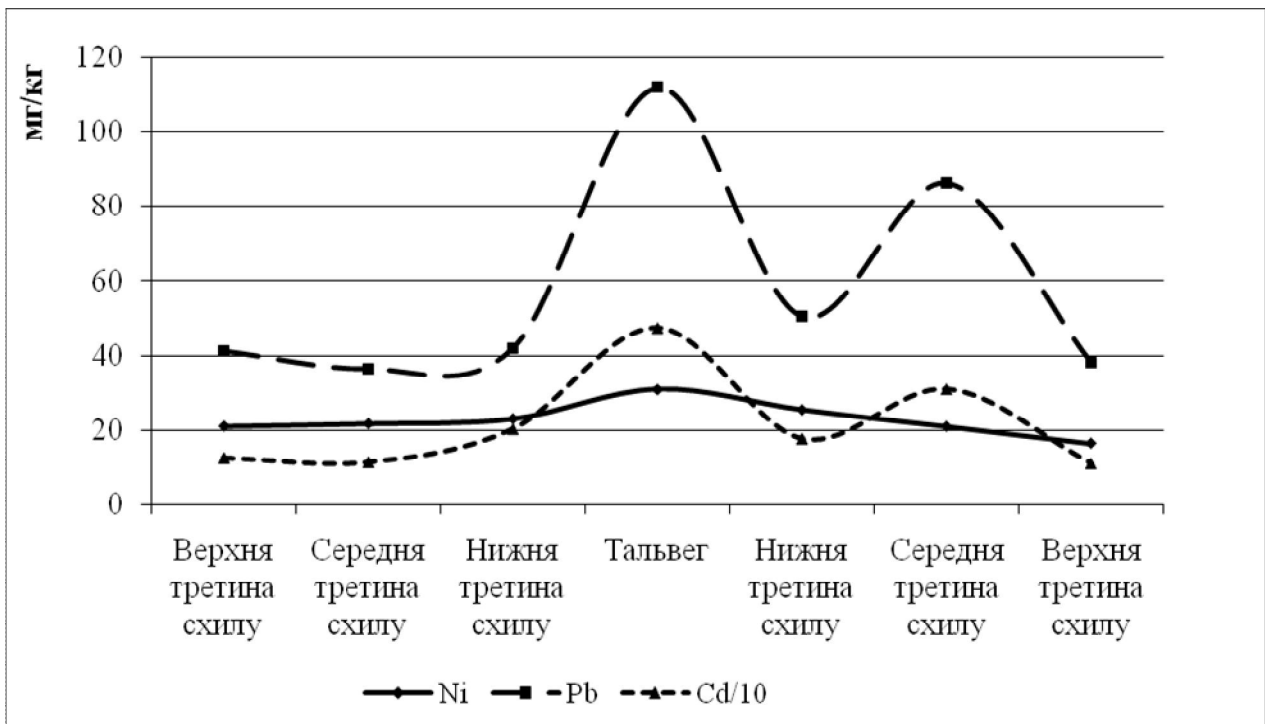


Рис. 4. Розподіл свинцю, нікелю та кадмію ( $n \cdot 10^{-1}$ ) у ґрунтах в профілі балки Водяної (північний захід – південний схід)

Характер розподілу важких металів у профілі ґрунтів залежить від природи самого елемента (наприклад, ступені його мобільності), масштабів його над-

ходження з антропогенними викидами, а також від ґрунтових властивостей. Більшість авторів стверджує, що важкі метали, які надходять до ґрунтів у складі забруднень, фіксуються переважно в верхніх горизонтах на глибині до 10–20 см [3, 4], хоча за деяких умов спостерігається більш глибоке проникнення елементів-забруднювачів. Майже у всіх досліджуваних ґрунтах міста підвищені кількості металів визначались у верхніх корененасичених горизонтах, однак їх розподіл саме в цих шарах в деяких ґрунтах відрізнявся.

Найбільш повно картину внутрішньопрофільного розподілу можна розглянути на прикладі двох металів – цинку, який є відносно мобільним біофільним елементом, і свинцю, мобільність якого серед металів, які вивчались, є найменшою. В цілому можна зробити висновок, що на процеси вертикального перерозподілу у ґрунтах міста в основному впливає напрямок та інтенсивність антропогенних перетворень. На рис. 5–9 відображено найбільш характерні типи вертикального розподілу цинку та свинцю в ґрунтах міста. Слід зазначити, що розподіл, аналогічний до цинку, спостерігався і для марганцю, міді та кадмію, розподіл нікелю в цілому близький до свинцю.

В ґрунтах, які не зазнають механічних втручань, або ж вони мінімальні, спостерігається поступове зниження вмісту металів у ґрунтового профілі (рис. 5), якщо ж ці втручання мають постійний характер (ремонтні роботи в підземних комунікаціях, підсипка газонів тощо), то горизонти з підвищеними концентраціями цих елементів можуть змінюватися горизонтами з їх істотно меншими кількостями (рис. 8). Використання піщано-сольової суміші для боротьби з ожеледями взимку також змінює характер вертикального розподілу – верхні горизонти ґрунтів транспортних урбосистем істотно збагачені піщаними фракціями, тобто, з одного боку, відбувається „розбавлення” забруднень, а з іншого, вимивання важких металів в нижчі горизонти і там визначаються більш високі їхні кількості (рис. 6). Визначені особливості у ґрунтах транспортних урбосистем слід обов’язково враховувати при проведенні ґрунтово-хімічних моніторингових досліджень.

На території промислових підприємств або поряд з ними глибина проникнення металів техногенного походження у ґрунтах збільшується до 50-60 см, там спостерігався монотонний високий вміст важких металів (рис. 7). В житлових масивах Лівобережної зони міста, будівництво яких відбувалось на намівних пісках, замість ґрунтів – поверхнево-гумусовані штучні утворення, в яких верхні горизонти (потужністю не більше 50 см) сформовані привезеними ґрунтами. На глибині 40-50 см в цих ґрунтах спостерігається різке зниження вмісту важких металів (рис. 9).

Загалом на характер вертикального розподілу важких металів впливають гранулометричний склад ґрунтів і вміст у них гумусових речовин. Як вже було сказано, максимум акумуляції металів визначався у верхніх гумусованих горизонтах. Однак, внаслідок того, що ґрунти містять переважно низькі кількості органічних речовин, розподіл важких металів в верхніх горизонтах більш тісно пов’язаний з умістом фракцій фізичної глини ( $r = 0,83$ ).

На глибину проникнення металів техногенного походження також впливає мобільність самих металів – підвищений вміст цинку, міді та кадмію визначався на більшій глибині, ніж свинцю та нікелю.

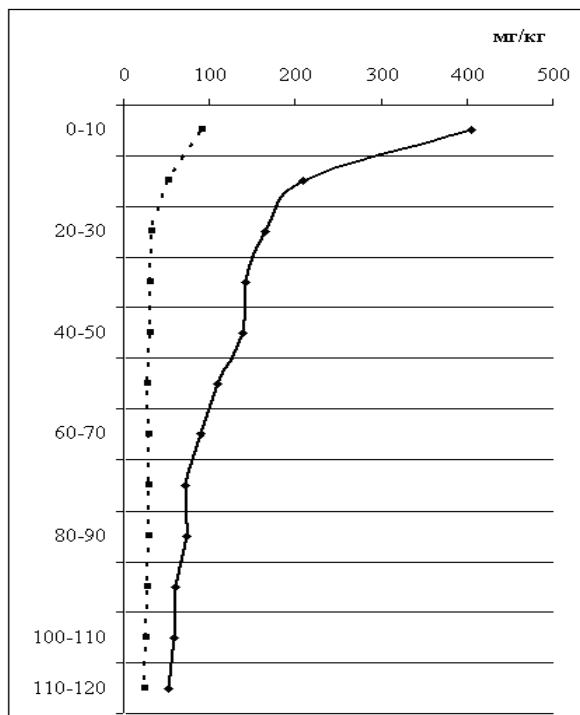


Рис. 5. Вертикальний розподіл цинку (суцільна лінія) і свинцю (пунктирна лінія) у ґрунтах штучної рекреаційної урбосистеми (міський парк)

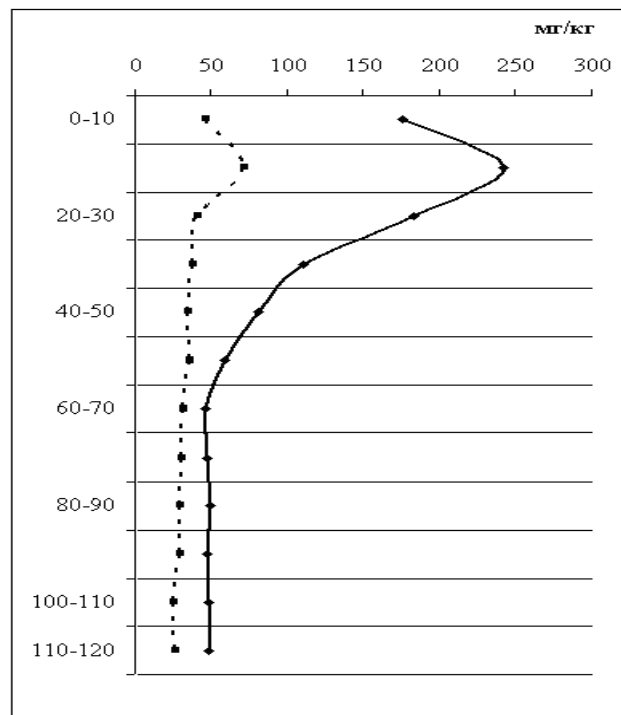


Рис. 6. Вертикальний розподіл цинку (суцільна лінія) і свинцю (пунктирна лінія) у ґрунтах автотранспортної урбосистеми

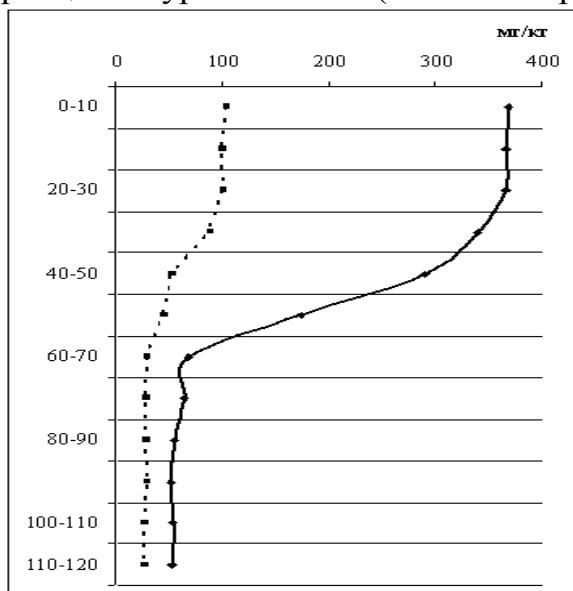


Рис. 7. Вертикальний розподіл цинку (суцільна лінія) і свинцю (пунктирна лінія) у ґрунтах промислової урбосистеми (поряд з ВАТ «Дніпро-Азот»)

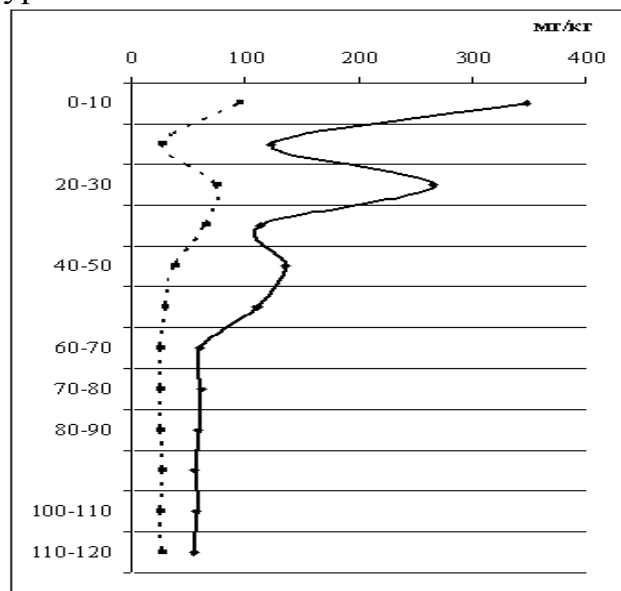
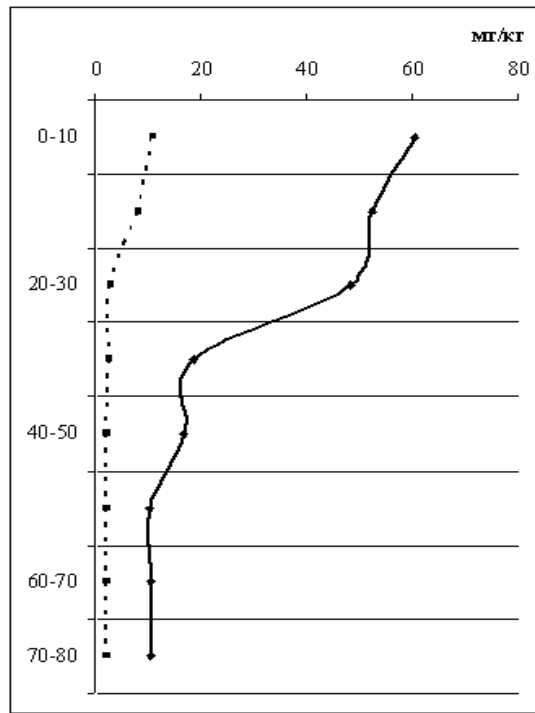


Рис. 8. Вертикальний розподіл цинку (суцільна лінія) і свинцю (пунктирна лінія) у ґрунтах селитебної урбосистеми в зоні старої забудови (центр міста)



*Рис. 9.* Вертикальний розподіл цинку (суцільна лінія) і свинцю (пунктирна лінія) у ґрунтах селитебної урбосистеми в зоні нової забудови (лівобережні райони міста)

**Висновки.** Встановлено, що в підпорядкованих елементарних геохімічних ландшафтах відбувається переважно накопичення досліджуваних важких металів в ґрунтах акумулювативних елементарних геохімічних ландшафтів і збіднення вмісту цих металів у ґрунтах транселювіальних елементарних геохімічних ландшафтів. Виявлено, що характер розподілу валових форм важких металів у профілі ґрунтів залежить від напрямку та інтенсивності антропогенних перетворень ґрунтів, а також від гранулометричного складу ґрунтів. Підвищені кількості всіх досліджуваних металів в ґрунтах всіх урбосистем (за винятком деяких автотранспортних) визначались у верхніх корененасичених горизонтах. Виявлено схожість характеру розподілу у профілі ґрунтів цинку, марганцю, міді та кадмію, розподіл нікелю у профілі, близький до розподілу свинцю.

#### Список літератури

1. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов. – М.: Высшая школа, 1988. – 328 с.
2. Мотузова Т.В. Принципы и методы почвенно-химического мониторинга. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 101 с.
3. Касимов Н.С., Перельман А.И. О геохимии почв // Почвоведение. – 1992. – № 2. – С. 9–26.
4. Вертинская Г.К., Малахов С.Г., Махонько Э.П. Методика отбора проб почвы при контроле загрязнения окружающей среды металлами // Тр. ИЭМ «Загрязнение почв и сопредельных сред токсикантами промышленного и сельскохозяйственного происхождения». – 1983. – Вып. 11 (97). – С. 94–100.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Зберовським О.В.  
Надійшла до редакції 20.10.2012*