

ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНА ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ М. ЧЕРКАСИ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ**Н. М. Корнелюк, О. М. Хоменко, О. О. Мислюк**Черкаський державний технологічний університет,
бул. Шевченко, 460, м. Черкаси, 18006, Україна.

E-mail: nkornelyuk@ukr.net, homenko@uch.net, omyslyuk13@gmail.com

Аналіз просторової гетерогенності металонавантаження в межах різнофункціональних зон м. Черкаси свідчить, про різнонаправленість впливу ґрунтових факторів на міграційну здатність важких металів. З переходом Черкаської ТЕЦ на вугілля як пріоритетне паливо спостерігається зростання вмісту валових форм Pb і Zn. Тенденції до зростання вмісту рухомих форм важких металів не відстежується, що, імовірно, пов'язано із зміною кислотності ґрунтів в бік залуження. Кількісні і якісні відмінності зон геохімічних асоціацій важких металів є наслідком специфіки виробничої діяльності підприємств, збільшенням та інтенсивністю транспортного навантаження, фізико-хімічними властивостями ґрунтів. Значні перевищення вмісту встановлено для свинцю (64% проб з перевищенням ГДК). На другому місці цинк (53% проб з перевищенням ГДК). Найбільш несприятлива ситуація щодо вмісту важких металів спостерігається в межах південної технозони міста. Їх концентрація перевищує фонові значення в 1,5-18,5 рази (сумарний показник забруднення коливається в межах $Z_c = 16,9-33,5$). Значного техногенного впливу зазнає зона житлової забудови центру міста ($Z_c = 13,5-15,9$) та мікрорайону щільної житлової забудови «Митниця» ($Z_c = 11,1-13,4$). Формуванню геохімічних асоціацій цих територій сприяють пануючі південно-східний і південно-західний напрямки вітру, які сприяють перенесенню забруднюючих речовини від південної та східної технозон, бризові вітри Кременчуцького водосховища.

Ключові слова: ґрунти, важки метали, аеротехногенне забруднення, геохімічні асоціації**ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ Г. ЧЕРКАССЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ****Н. Н. Корнелюк, Е. М. Хоменко, О. А. Мислюк**Черкасский государственный технологический университет,
бул. Шевченко, 460, г. Черкассы, 18006, Украина.

E-mail: nkornelyuk@ukr.net, homenko@uch.net, omyslyuk13@gmail.com

Анализ пространственной гетерогенности металлопрессинга в пределах разно функциональных зон г. Черкассы свидетельствует, о разнонаправленности влияния ґрунтовых факторов на миграционную способность тяжелых металлов. С переходом Черкасской ТЭЦ на уголь как приоритетное топливо наблюдается рост содержимого валовых форм Pb, Zn. Тенденции к росту подвижных форм тяжелых металлов не отслеживаются, что, вероятно, связано с изменением кислотности почв в сторону защелачивания. Количественные и качественные отличия зон геохимических ассоциаций тяжелых металлов являются следствием специфики производственной деятельности предприятий, увеличением и интенсивностью транспортной нагрузки, физико-химическими свойствами почвенного покрова. Значительные превышения содержания установлены для свинца (64 пробы с превышением ПДК). На втором месте цинк (53 пробы с превышением ПДК). Наиболее неблагоприятная ситуация относительно содержимого тяжелых металлов наблюдается в пределах южной технозоны города. Их концентрация превышает фоновые значения в 1,5-18,5 раза (суммарный показатель загрязнения колеблется в пределах $Z_c = 16,9-33,5$). Значительное техногенное влияние испытывает зона жилищной застройки центра города ($Z_c = 13,5-15,9$) и микрорайона плотной жилищной застройки "Мытница" ($Z_c = 11,1-13,4$). Формированию геохимических ассоциаций на этих территориях способствуют господствующие юго-восточное и юго-западное направления ветра, которые переносят загрязняющие вещества от южной и восточной технозон, бризовые ветра Кременчугского водохранилища.

Ключевые слова: почвы, тяжелые металлы, аеротехногенное загрязнение, геохимические ассоциации

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Ґрунт є складовою природних екосистем і знаходиться в динамічній рівновазі з усіма іншими компонентами біосфери. Він виконує ряд найважливіших загальнобіосферних і біогеоценотичних функцій. Будучи системою, більш стійкою, ніж вода і повітря, ґрунт здатний чинити опір забрудненню. Але, коли зовнішній вплив долає цей опір, ґрунт значно довше, ніж вода, повітря, залишається в забрудненому стані і перетворюється на джерело негативного впливу. Саме тому, ґрунтовий покрив є оптимальним об'єктом для оцінки трансформації екосистем. Забруднення ґрунту важкими металами,

більша частина рухомих форм яких закріплюється у ґрунтово-вбирному комплексі тобто верхній частині профілю, є індикатором глибоких функціональних порушень ґрунтів, наслідком тривалого промислово-транспортного забруднення міського середовища [1].

За оцінками Європейського агентства з навколишнього середовища, за 200 років індустріалізації в країнах ЄС виявлено приблизно 250 тис. ділянок землі різної площі, що містяться забруднені ґрунти, та потребують відновлення. Через промислову діяльність у Європі забруднене більше ніж 60 % ґрунтів. Серед найбільш

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

поширених шкідливих речовин важкі метали (35 %) [2-3].

Техногенне навантаження на ґрунтовий покрив міст носить переважно локальний характер його максимум припадає на території, розміщені в радіусі (20–25 км) від підприємств. Вздовж автомагістралей найбільше забруднені ґрунті фіксується на відстані 10–15 м від автошляху [4].

Забруднення ґрунтів гальмує процес ґрунтоутворення, знижує продуктивність ґрунтів, викликає накопичення фітотоксикантів у рослинах. Під впливом металів знижується здатність ґрунтів фіксувати азот, знижується активність ферментів, змінюється склад обмінних катіонів Ca^{2+} і Mg^{2+} , послаблюються процеси самоочищення ґрунтів тощо [5, 6].

Тема є актуальною для м. Черкаси, урболандшафти якого зазнають значного аеротехногенного навантаження [7], внаслідок чого відбувається їх трансформація, порушується функціонування біогеоценозів [8].

Метою роботи є встановлення основних закономірностей розподілу важких металів на техногенно забруднених і умовно чистих територіях м. Черкаси.

МАТЕРІАЛИ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Місто Черкаси має мозаїчну структуру розміщення промисловості, але можна виділити два промвузли, які чинять найбільший вплив на екологічну ситуацію у місті – південний та східний. При такому їх розташуванні відносно районів міської забудови, забруднюючий факел від південного промвузла орієнтований при вітрах 160–250 град. впливає на центральну частину міста 130–150 град., на мікрорайон “Перемога”. Забруднюючий факел від східного промвузла впливає на мікрорайон “Дніпровський”, “Перемога” при напрямку вітру 120-150 град., напрямком 50-60 град. та 230–240 град. об’єднує викиди обох промвузлів. Протягом року переважають вітри північно-західного напрямку. В холодні місяці вітри східного та південно-західного напрямку, з червня по жовтень – північного, північно-західного. В регіоні переважають процеси накопичення забруднюючих речовин, над їх розсіюванням, що й спричиняє аеротехногенне забруднення урболандшафтів [9].

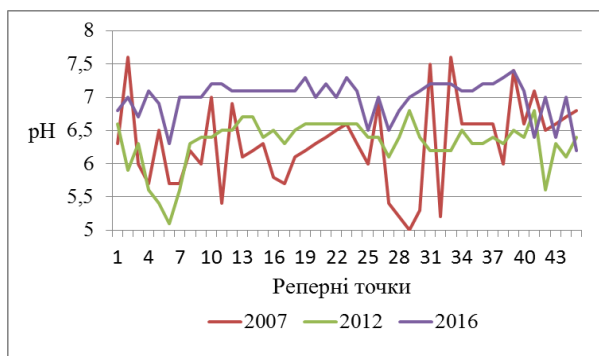


Рисунок 1 – Кислотність ґрунтів

Аналіз фізико-хімічних властивостей ґрунту [10] показав, що він переважно підзолистий і дерново-підзолистий легкого складу, з малим вмістом гумусу

(0,8–4,3%), має реакцію від слабо кислої до лужної ($pH=5,6-8,1$). В останні роки спостерігається тенденція до підлуження ґрунту (рис. 1). Так, в 2007, 2012 рр. – $pH_{ср.} = 6,3$, в 2016 р. – $pH_{ср.} = 7,0$.

Факт алкалізації ґрунтового покриву міста – цілком закономірний наслідок антропогенних процесів. Аналіз джерел забруднення м. Черкаси довів, що головним забруднювачами урболандшафтів важкими металами, що надходять аеротехногенним шляхом, є ПАТ Черкаська ТЕЦ, у викидах якої містяться Cu, Zn, Pb, Hg, Ni, V, Cr, Al, ПАТ «Фотоприлад» (Cu, Cr), ТОВ «Лакофарбовий завод «Аврора» (Zn, Pb, Cr), ПАТ «Азот» (Ni, Cr), автотранспорт [11]. Особливе місце за своєю значимістю та ступенем впливу на довкілля займає ПАТ Черкаська ТЕЦ і автотранспорт [12,13,14]. При переході Черкаської ТЕЦ з природного газу на вугілля як основне паливо зросло аеротехногенне навантаження на урболандшафти. За 15 років викиди SO_2 збільшилися у 4-12 разів (залежно від вмісту сірки у вугіллі), NO_x – в 7,4, Cr – в 20, Zn – в 19, Pb – в 15 разів (рис. 2).

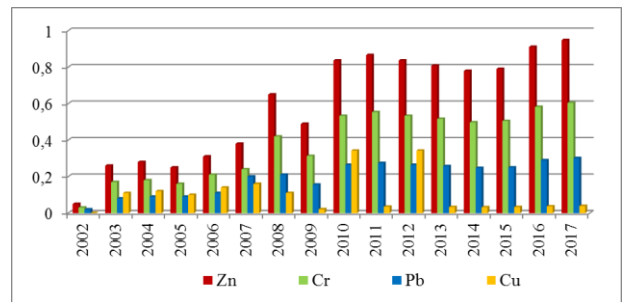


Рисунок 2 – Динаміка викидів важких металів за 2ТП-повітря ПАТ Черкаська ТЕЦ, т/рік

Зростання аеротехногенного навантаження зумовило зниження кислотно-основної буферної ємності ґрунту, що і стало причиною його залуження. Як показали дослідження [12], ступінь буферної ємності ґрунту в кислотному і лужному інтервалах варіює в межах 27-98% (від низької до дуже високої) і 31-81% (від середньої до дуже високої) відповідно. Домінують ґрунти, що мають середній ступінь кислотно-основної буферної ємності (36,7% проб) в кислотному інтервалі і середній (52,2,0% проб) і високий (43,3% проб) – в лужному інтервалі. 12,2% проб ґрунту мають в кислотному інтервалі низький ступінь кислотно-основної буферної ємності.

З метою виявлення зон ризику підвищення вмісту важких металів в урболандшафтах міста був проаналізований вміст їх валових і рухомих форм у ґрунті. Вміст важких металів у ґрунтах визначався методом атомно-абсорбційної спектрометрії за загальноприйнятими методиками. Об’єднана проба утворювалась за методом конверту з стороною 5–10 м, глибиною до 20 см. Дослідження ґрунтів проводились у лабораторії Черкаського обласного державного проектно-технологічного центру охорони родючості ґрунтів і якості продукції та лабораторії Черкаського обласного гідрометеоцентру. Статистичну обробку отриманих

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

геохімічних результатів виконано за допомогою пакету MS Excel.

За даними Черкаського обласного гідрометеоцентру за період 2012-2016рр. спостерігається зростання кількості проб з перевищенням ГДК валових форм таких металів як Pb, Zn і Cd (рис. 3).

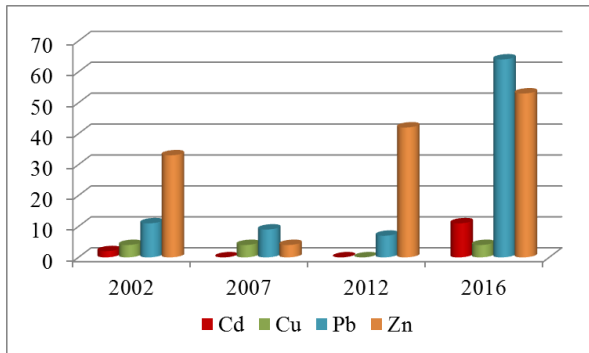


Рисунок 3 – Відсоток проб ґрунту з перевищенням ГДК валових форм важких металів

Збільшення валового вмісту важких металів за певних умов може супроводжуватися зростанням кількості рухомих форм даних елементів, що підвищує їх небезпеку для біоти. Узагальнення результатів численних досліджень свідчить про те, що найбільш агресивними для вищих рослин є Hg, Cu, Ni, Pb, Co, Cd [15]. Важкі метали відносять до групи неконсервативних елементів, їх вміст у ґрунті залежить від температури, солевмісту, наявності неорганічних та органічних комплексоутворювачів, біологічної активності, пори року, величини рН. Техногенна речовина, що транспортується повітряними масами, здатна акумулюватися гумусовим горизонтом, який вважається найбільш потужними геохімічними бар'єром, але в урбоґрунтах його вміст незначний. Значну роль в перерозподілі металів відіграє механічний склад та хімічні властивості ґрунтів. Ґрунти, що багаті на глини і гумус, акумулюють важкі метали. При цьому глинисті компоненти адсорбують їх, а гумінові кислоти утворюють з цими елементами гумати та комплексні сполуки, які легко засвоюються рослинами. В ґрунтах легкого складу, кислих і бідних на гумус, процеси міграції посилюються [16, 17, 18]. Потрапляючи до екосистем, важкі метали постійно трансформуються, переходячи з однієї форми в інші. Виділяються такі системи транслокації важких металів: повітря-ґрунт, ґрунт-вода, ґрунт-рослина, ґрунт-рослина-тварина, ґрунт-тварина-рослина-людина, ґрунт-рослина-людина.

Характерною рисою розповсюдження важких металів в природних середовищах – досить значні коливання їх концентрацій. Існують суттєві відмінності щодо природного вмісту важких металів у регіональних ґрунтах. Встановлено, що навіть у ґрунтах одного регіону вміст важких металів може варіювати в межах 2-3 порядків, локально перевищуючи ГДК в 5-10 разів. Досить сильно

відрізняється фоновий вміст важких металів в різних регіонах земної кулі.

У місті Черкаси відмічається значне коливання концентрацій валових форм важких металів у межах невеликої території і їх значне зростання в останні роки (рис. 3). Високі концентрації валових форм ВМ у 2016р. спостерігалися у зразках ґрунту, відібраних на ділянках біля ТОВ «Черкаський лакофарбовий завод «Аврора», заводу «Темп», ПАТ "Приладобудівний завод», ДП "Автоскладальний завод автомобільної компанії Богдан-Моторс», Черкаська ТЕЦ, ПАТ «Азот».

Найбільш забруднені ґрунти свинцем (64% проб з перевищенням ГДК). Свинець (2 клас небезпеки) – один з найпоширеніших токсичних важких металів у ґрунтового покриві міст. Свинець проявляє сильну сумісність з органічними лігандами, формування таких комплексів може збільшувати мобільність свинцю в ґрунтах. Найбільша розчинність всіх його сполук спостерігається при низьких значеннях рН, отже, найбільша рухомість характерна для кислих дерново-підзолистих ґрунтів. При збільшенні рН концентрація рухомих форм свинцю різко зменшується. За рН 6,5-9 основною формою стає $PbCO_3$ (до 90 %), який є нерозчинним. [19-22]. Підвищений рівень забруднення свинцем повітряного басейну і ґрунтів зазвичай пов'язують з автотранспортним навантаженням і викидами металургійних підприємств [23-24].

Педогеохімічна мозаїчність в накопиченні свинцю в ґрунтах міста Черкаси (від 0,4 до 6,7 ГДК) є результатом, в першу чергу, територіальної неоднорідності атмотехногенного його надходження як від автотранспорту, так і від ДП «Черкаська ТЕЦ», яке є потужним джерелом емісії свинцю. Відбувається накладання техногенних ареалів підприємства за напрямом пануючих вітрів і транспортних потоків. Високий вміст Pb зафіксований біля ТОВ «Черкаський лакофарбовий завод «Аврора» (до 6,7 ГДК), заводу «Темп» (до 4,8 ГДК), ПАТ «Юрія» (до 3,5 ГДК), ПАТ «Приладобудівний завод» (до 2,9 ГДК), Черкаська ТЕЦ (до 2,6 ГДК), ДП "Автоскладальний завод автомобільної компанії Богдан-Моторс» (до 2,2 ГДК), що узгоджується з літературними даними. Відомо [25-29], що у ґрунтового покриві найбільш потужні потоки важких металів виникають навколо теплових електростанцій, що працюють на вугіллі, і підприємств металургії, автотранспорту, причому більше 95% їх надходить в ґрунти у вигляді техногенного пилу, більша частина – у вигляді сухих осаджень, а 15-25% – з атмосферними опадами.

Друге місце за поширеністю у ґрунтах м. Черкаси займає цинк, який відноситься до I класу небезпеки. Розчинність цинку підвищується в кислих умовах та в присутності значної кількості низькомолекулярних органічних ліганд. Осадження його органічними сполуками відбувається при рН=3-6, оскільки в цих умовах присутні важкорозчинні гумати і фульвати, які розчиняються в більш кислому та лужному середовищі. Цинк гідролізується при $pH \geq 7,7$ і ці гідролізовані сполуки

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

інтенсивно сорбуються поверхнею ґрунтів [21]. У лужному середовищі утворюються нерозчинний гідроксид $Zn(OH)_2$ і $ZnCO_3$, у сильно лужному середовищі цинк знову стає рухомих у складі гідроксокомплексу $Zn(OH)_2^{2-}$ [19].

Вміст валових форм цинку у ґрунті м. Черкаси перевищував ГДК у 53 % проб. Аналізуючи дані за просторовим ареалом забруднення ґрунтів цинком, можна зробити висновок: перевищення ГДК від 1,7 до 2,8 разів спостерігаються переважно в районі розташування тих самих підприємств-забруднювачів, що і у випадку свинцю. Zn має слабку фітотоксичність, що проявляється тільки при значному його вмісту у ґрунті. Надлишок цинку у ґрунті сприяє виникненню хлорозу, особливо у молодих листків та гальмуванню ростових реакцій рослин.

Також токсичним є елемент техногенного походження кадмій (1 клас небезпеки). Фонові концентрації Cd не перевищують 0,5 мкг/кг. Найбільш рухомий він у кислих ґрунтах при pH в інтервалі від 4,5 до 5,5, при pH > 7 стає малорухомим. Зниженню вмісту кадмію в ґрунтових розчинах сприяє значна концентрація кальцію і магнію. По кадмію відсоток проб з перевищенням ГДК у м. Черкаси у 2016р. склав 11%. Найбільш забрудненим є територія, що розташовані в зоні впливу автомагістралей з інтенсивним рухом транспортних засобів.

Проведені нами дослідження вмісту рухомих форм важких металів показали, що вони характеризуються високою територіальною варіабельністю. Пояснюється даний факт тим, що окультурені ґрунти часто формуються на насипному шарі з домішками будівельного сміття, на якому тільки починається формування нового ґрунтового профілю. Технічна та технологічна діяльність в межах міста є потужним антропогенним фактором, під впливом якого виникають антропогенні екоотопи в яких, дані щодо вмісту важких металів складно порівнюються. Основний вплив на розподіл важких металів у ґрунтах поблизу транспортних магістралей має організація та інтенсивність транспортного потоку.

Тенденції до зростання вмісту рухомих форм важких металів, які притаманні валовим формам, не відстежується. Імовірно це пов'язане із зміною кислотності ґрунтів в бік залуження. Вміст рухомих форм важких металів у ґрунтах різних функціональних зон м. Черкаси представлений в табл. 1.

Геохімічну структуру забруднення територія міста співвідносили з інтервалами геометричної прогресії СПК (Z_c) важких металів у пробах, що дозволяє виокремити антропогенні екоотопи за категорією забруднення (Смирнова, Ревич 1989). [30].

В різних зонах впливу було виділено декілька ґрунтово-геохімічних асоціацій, що сформувались під дією шкідливих викидів підприємств і автотранспорту. В цілому, геохімічний ряд акумулювання важких металів урбаноземами територій різних функціональних зон має якісно

подібний вигляд. Кількісні і якісні відмінності є наслідком специфіки технологічних циклів підприємств, організації та інтенсивності транспортного навантаження, статусом і станом доріг. Найбільш несприятлива ситуація спостерігалась в межах південної технозони. Концентрація важких металів перевищувала фонові значення в 1,5-18,5 рази (сумарний показник забруднення $Z_c = 16,9-33,5$). Територія центру міста також зазнає значного техногенного впливу ($Z_c = 13,5-15,9$). Формуванню геохімічних асоціацій сприяє пануючий південно-східний та південно-західний напрямок вітру, що забезпечує надходження забруднюючих речовин від південної та східної технозон, та невідповідність між інтенсивністю транспортних потоків і станом транспортних розв'язок. На території дослідної ділянки ДД-3 «Митниця» ($Z_c = 11,1-13,4$) ускладнюють ситуацію бризові вітри, які змінюють свій напрямок двічі на добу, що зумовлює подвійне аеротехногенне навантаження на прибережну зону.

Дослідна ділянка ДД-6, на якій сформувалася ґрунтово-геохімічна асоціація Cu – Cd – Pb – Zn, знаходиться у передмісті в межах незначного пониження рельєфу та впливу транспортної магістралі регіонального значення з інтенсивним рухом автотранспорту.

Перевищення граничнодопустимих концентрацій рухомих форм металів у ґрунтах різнофункціональних зон коливалася: Pb в діапазоні 4,4-9,3 ГДК; Zn – 1,3-4,3 ГДК; Cu – 2,4-16,7 ГДК.

ВИСНОВКИ.

1. Ґрунти м. Черкаси характеризуються високою варіабельністю вмісту валових і рухомих форм важких металів.

2. Педогеохімічна мозаїчність в накопиченні важких металів в ґрунтах є результатом як територіальної неоднорідності атмотехногенного його надходження від підприємств і автотранспорту, так і різними фізико-хімічними властивостями ґрунтів.

3. Сформованим на території Черкаської агломерації ґрунтово-геохімічним асоціаціям притаманна асинхронність проявів високих концентрацій, що зумовлене особливостями їх формування. Кількісні і якісні відмінності є наслідком специфіки технологічних циклів підприємств, організації та інтенсивності транспортного навантаження, статусом і станом доріг.

4. Спостерігається тенденція до зростання вмісту валових форм важких металів, зокрема Pb і Zn, що зумовлено переходом ПАТ Черкаська ТЕЦ на вугілля як пріоритетне паливо.

5. З огляду на високу потенційну небезпеку забруднення міського середовища важкими металами, для запобігання формування вогнищ високого хімічного забруднення доцільно в подальшому розширити систему пунктів ґрунтово-геохімічного моніторингу урбаноземів з більш рівномірним охопленням територія міста.

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

Таблиця 1 – Вміст важких металів (рухома форма) у ґрунтах різних функціональних зон м Черкаси

Функціональні зони	Cu		Zn		Pb		Cd		Z _c	Ґрунтово-геохімічні асоціації
	С, мг/кг	К _c	С, мг/кг	К _c	С, мг/кг	К _c	С, мг/кг	К _c		
ДД – 1 дослідна ділянка південна технозона										
Промислова: ПАТ «Черкаська ТЕЦ»	42,2±0,7	15,6	78,1±1,3	10,0	16,6±0,5	2,6	0,35±0,02	2,1	27,4	Cu _{15,6} – Zn _{10,0} – Pb _{2,6} – Cd _{2,1}
Промислова: ПАТ «Азот»	25,0±0,4	9,2	98,1±0,7	12,6	15,5±0,4	2,5	0,37 ±0,01	2,2	23,6	Zn _{12,6} – Cu _{9,2} – Pb _{2,5} – Cd _{2,2}
	24,3±0,4	9,0	82,3±0,4	10,5	12,9±0,4	2,1	0,26±0,01	1,5	20,1	Zn _{10,5} – Cu _{9,0} – Pb _{2,1} – Cd _{1,5}
Рекреаційна	17,8±0,4	6,6	74,0±0,6	9,4	13,3±0,6	2,1	0,32±0,02	1,8	16,9	Zn _{9,4} – Cu _{6,6} – Pb _{2,1} – Cd _{1,8}
Автомагістраль	50,0±0,6	18,5	99,2±0,7	12,7	18,5±0,4	3,0	0,40±0,02	2,3	33,5	Cu _{18,5} – Zn _{12,7} – Pb _{3,0} – Cd _{2,3}
ДД – 2 дослідна ділянка східна технозона										
Промислова ПАТ «Темп»	12,5±0,2	4,6	39,3±0,4	5,0	15,5±0,4	2,5	0,23 ±0,01	1,3	10,4	Zn _{5,0} – Cu _{4,6} – Pb _{2,5} – Cd _{1,3}
Промислова ПАТ «Хімреактив», ТОВ «Аврора»	16,4±0,8	6,1	32,4±0,9	4,1	9,2 ±0,3	1,5	0,30 ±0,02	1,7	10,4	Cu _{6,1} – Zn _{4,1} – Cd _{1,7} – Pb _{1,5}
Селітебна	12,9±0,5	4,7	34,2±0,7	4,4	11,4±0,5	1,8	0,25±0,01	1,5	9,4	Cu _{4,7} – Zn _{4,4} – Pb _{1,8} – Cd _{1,5}
Рекреаційна	10,6±0,3	3,9	32,9±0,3	4,2	11,6±0,2	1,9	0,25±0,02	1,5	8,5	Zn _{4,2} – Cu _{3,9} – Pb _{1,9} – Cd _{1,5}
Автомагістраль	19,6±0,7	7,2	40,6±0,5	5,2	16,2±0,3	2,6	0,34±0,02	2,0	14,0	Cu _{7,2} – Zn _{5,2} – Pb _{2,6} – Cd _{2,0}
ДД – 3 дослідна ділянка «Митниця»										
Селітебна	17,2±0,4	6,4	37,1±0,3	4,7	11,2±0,4	1,8	0,20 ±0,01	1,2	11,1	Cu _{6,4} – Zn _{4,7} – Pb _{1,8} – Cd _{1,2}
Рекреаційна	20,0±0,6	7,4	38,8±0,4	4,9	11,7±0,2	1,8	0,20 ±0,01	1,2	12,3	Cu _{7,4} – Zn _{4,9} – Pb _{1,8} – Cd _{1,2}
Автомагістраль	21,4±0,5	7,9	40,2±0,4	5,1	12,1±0,1	1,9	0,25±0,02	1,5	13,4	Cu _{7,9} – Zn _{5,1} – Pb _{1,9} – Cd _{1,5}
ДД – 4 дослідна ділянка «Центр»										
Селітебна	21,6±0,5	8,0	40,0±0,6	5,1	13,0±0,2	2,1	0,23±0,01	1,4	13,5	Cu _{8,0} – Zn _{5,1} – Pb _{2,1} – Cd _{1,4}
Рекреаційна	24,7±0,6	9,1	43,7±0,4	5,6	13,8±0,4	2,2	0,24±0,02	1,4	15,3	Cu _{9,1} – Zn _{5,6} – Pb _{2,2} – Cd _{1,4}
Автомагістраль	25,0±0,4	9,2	44,2±0,2	5,6	14,1±0,5	2,3	0,30±0,02	1,8	15,9	Cu _{9,2} – Zn _{5,6} – Pb _{2,3} – Cd _{1,8}
ДД – 5 дослідна ділянка Південно-західна технозона										
Промислова: ПАТ «Ротор», ПАТ «Приладобудівний з-д»	12,1±0,7	4,5	29,1±0,6	3,7	14,0±0,5	2,2	0,23±0,01	1,3	8,7	Cu _{4,5} – Zn _{3,7} – Pb _{2,2} – Cd _{1,3}
Промислова: ПАТ «ЗТА»	13,0±0,2	4,8	18,8±0,5	2,4	16,7±0,4	2,7	0,34 ±0,02	2,0	8,9	Cu _{4,8} – Pb _{2,7} – Zn _{2,4} – Cd _{2,0}
Селітебна	12,6±0,4	4,6	18,3±0,6	2,3	14,6±0,3	2,3	0,25±0,02	1,5	7,7	Cu _{4,6} – Pb _{2,3} – Zn _{2,3} – Cd _{1,5}
Рекреаційна	12,2±0,4	4,5	16,4±0,1	2,1	13,3±0,4	2,1	0,20±0,01	1,2	6,9	Cu _{4,5} – Pb _{2,1} – Zn _{2,1} – Cd _{1,2}
Автомагістраль	20,2±0,5	7,5	38,2±0,5	4,9	18,1±0,2	2,9	0,40±0,02	2,3	14,6	Cu _{7,5} – Zn _{4,9} – Pb _{2,9} – Cd _{2,3}
ДД – 6 дослідна ділянка північно-західний район «Соснівка»										
Селітебна	5,8±0,1	2,1	8,3 ±0,3	1,1	8,8 ±0,2	1,4	0,23 ±0,01	1,4	3,0	Cu _{2,1} – Pb _{1,4} – Cd _{1,4} – Zn _{1,1}
Автомагістраль	7,1±0,4	2,6	8,9±0,3	1,1	9,0±0,4	1,4	0,25±0,02	1,5	3,6	Cu _{2,6} – Cd _{1,5} – Pb _{1,4} – Zn _{1,1}
Рекреаційна (фонова)	2,7±0,2	1,0	7,8 ±0,4	1,0	6,2 ±0,1	1,0	0,17±0,01	1,0	1,0	

ЛІТЕРАТУРА

1. Добровольський Г.В. Никитин Е.Д. Экология почв. Учение об экологических функциях почв. М: Изд-во МГУ, 2012. 412 с.
2. Soil contamination: impacts on human health. In-depth report. – Bristol: *Science Communication Unit*, University of the West of England. 2013. – 29 p.
3. Grigalavičienė I., Rutkoviėnė V., Marozas V. The Accumulation of Heavy Metals Pb, Cu and Cd at Roadside Forest. *Soil Polish. Journal of Environmental Studies*. Vol. 14, No. 1 (2005), 109-115.
4. Бузіна І.М. Дослідження стану ґрунтів в умовах установки техногенезу. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2012. № 2(1). С. 232-240.
5. Albert Maxhuni, Fatmir Faiku, Musaj Pacarizi, Melos Zeka and Valbone Mehmeti. Determination of Lead in Soil along the Highways of Kosova. *American Journal of Environmental Sciences* 2011. 7 (6): 531-533,
6. Rafał Strachel, Jadwiga Wyszowska, Małgorzata Baćmaga. The Influence of Nitrogen on the Biological Properties of Soil Contaminated with Zinc. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2017. Volume 98, Issue 3, pp 426–432.
7. Мислюк О.О., Мислюк Є.В., Соломка Л.М. Оцінка впливу викидів Черкаської ТЕЦ на стан урболандшафтів. *Вісник ОНУ. Хімія*. 2010. Т. 15, Вип. 12-13. С. 47-53.
8. Hovorun A., Myslyuk O. Acid-base properties of urban soils in Cherkassy: Proceedings of the 19th Conference of Junior Researchers “*Science – Future of Lithuania*” *Environmental Protection Engineering*. – Vilnius Gediminas Technical University. 2016. pp. 58-66.
9. Корнелюк Н.М., Мислюк О.О. Природні фактори аеротехногенного забруднення м. Черкаси важкими металами. *Вісник Національного університету» Львівська політехніка*. 2007. №590. С. 260-269.
10. Movsesian D., Myslyuk O. Assessment of acid-base buffering properties of soils of city Cherkasy: Proceedings of the 20th Conference of Junior Researchers “*Science – Future of Lithuania*” *Environmental Protection Engineering*. – Vilnius: Technika. 2017. S. 76-81.
11. Корнелюк Н.М., Мислюк О.О. Антропогенні фактори аеротехногенного забруднення м. Черкаси важкими металами *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. Київ. 2007. № 4 (40). С. 48 – 54.
12. Корнелюк Н.М., Мислюк О.О. Аналіз геохімічних чинників стійкості урболандшафтів м. Черкаси щодо забруднення важкими металами. *Питання типового лісознавства та лісової рекультивуації земель*. Випуск 38, 2009. С.144-152.
13. Шейкіна О.Ю., Мислюк О.О. Екологічна оцінка забруднення міських ґрунтів важкими металами вздовж основних транспортних магістралей міста Черкаси. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2008. В.1. С.61-65.
14. Корнелюк Н.М., Хоменко О.М. Особливості біоаккумуляції важких металів деревною рослинністю в зоні локальної дії Черкаської теплоелектроцентрالی (на прикладі м. Черкаси). *Український журнал екології*. 8(1), 2018. С. 953-960.
15. Глухов О. З., Сафонов А. І., Хижняк Н. А. Фітоіндикація металопресингу в антропогенно трансформованому середовищі. Донецьк: «Норд-Пресс», 2006. 360 с.
16. Krzysztof Fijalkowski, Małgorzata Kasprzak, Anna Grobelak, Agnieszka Placek. The influence of selected soil parameters on the mobility of heavy metals in soil. *Inżynieria i Ochrona Środowiska*. 2012. t. 15, no 1, s. 81-92
17. Nadezhda Nikolova. Investigation of heavy metal concentration in the soils of “Bulgarka” *Nature Park for background geochemical monitoring purposes*. *Silva Balcanica*, 19(1). 2018. S. 57-71
18. Корнелюк Н. М., Конякін С. М., Гродзинська Г. А. Вміст важких металів у листках *Tilia cordata* Mill та ґрунті урбоекосистем м. Черкаси *Агроекологічний журнал*. 2016. № 3. С. 24-32.
19. Буц Ю.В., Крайнюк О.В. Геохімічна трансформація міграційних властивостей важких металів під впливом техногенного навантаження пірогенного походження. *Екологічна безпека..* 2017 № 2(24). С. 95-100
20. Крюченко Н.О., Жовинський Е.Я., Андрієвська О.А. Форми хімічних елементів-індикаторів у поверхневих відкладах над рудопроявами поліметалів. *Мінералогічний журнал*. 2016. 38, № 2 С. 82-87.
21. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: справочник. М.: Недра, 1996. 352 с.
22. Макаренко Н. А. Рухомість свинцю у різних типах ґрунтів України під впливом природних та антропогенних чинників. *Агроекологічний журнал*. 2007. № 3. С.34–39.
23. Саєт Ю. Е. Город как техногенный субрегион атмосферы. Москва: Наука, 1985. С. 133-165.
24. Войтюк Ю.Ю. Еколого-геохімічна оцінка рівня забруднення ґрунтів у районах функціонування металургійних підприємств *Науковий вісник Національного гірничого університету*. 2014. № 4. С.45-51.
25. Hughes M.K. Aerial heavy metal pollution and terrestrial ecosystems. *Adv. Ecol. Res.* 1980. 11. P. 217.
26. Koptsik G.N. Heavy metal pollution of forest soils by atmospheric emissions of Pecheneganikel smelter *Eurasian Soil Science*. 1998. 31 (8). P. 896-903.
27. Хакимов Ф.І., Дєєва Н.П., Ільїна А.О. Почвы промышленного города: трансформация и загрязнение. *Екологія та ноосферологія*. 2006. Т. 17, № 1–2. С. 24-40.
28. Гомонай В.І., Богоста А.С., Лобко В.Ю. Забруднення ґрунтів деяких населених пунктів Закарпатської області. *Науковий вісник УжНУ*. 2010. Серія «Хімія». Випуск 23. С. 73-76.
29. Харитонов М.М., Тітаренко О.В., Хлопова В.М. Оцінка аеротехногенного забруднення

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

грунтів в зоні дії індустріальних підприємств міста
Павлоград. *Екологічна безпека*. Кременчук: КрНУ
№ 1/2015 (19). С. 37-40.

30. Смирнова Р.С., Ревич Б.А., Биохимические
методы при изучении окружающей среды. М.:
Изд-во МГУ, 1989. С. 117-123.

ENVIRONMENTAL GEOCHEMICAL EVALUATION OF SOIL POLLUTION G. CHERKASSY BY
HEAVY METALS

N. Kornelyuk, O. Khomenko, O. Myslyuk

Cherkassy State Technological University
blvd. Shevchenko, 460, Cherkassy, 18006, Ukraine.
E-mail: nkornelyuk@ukr.net, homenko@uch.net, omyslyuk13@gmail.com.

Purpose. In order to make decisions on improving the ecological condition of the city of Cherkassy, minimization of the impact of the functioning of industrial objects, transport infrastructure, communications is necessary for a complex of geochemical studies to establish the fundamental laws of accumulation and distribution of heavy metals as priority pollutants of territories with different levels of anthropogenic load. **Methodology.** The monitoring of ecological and geochemical soil quality was carried out during 2002 - 2016 on the areas of various functional zones of Cherkasy. The presented analytical material was obtained using physical and chemical methods: the atomic absorption method was used to determine the gross and moving forms of heavy metals. In order to evaluate the level of soil contamination by heavy metals, a total pollution concentration index is used, which determines the additive amount of excess content above the background level of all chemical elements that are part of the contamination. **Results.** The primary sources of pollution of the Cherkasy Urbosystem were established: TEPS, road transport, industrial enterprises. Determine the degree of contamination of multifunctional zones and geochemical anomalies around human-made objects. It is shown that the main geochemical factors that determine the ecological stability of soils are the physical and chemical composition of soils, the sorption capacity of the soil-absorption complex, buffering, the degree of mobility of heavy metals, pH and the content of organic matter. **Originality.** Increased levels of heavy metal content in certain functional areas of the city of Cherkasy reflect the activity of the migration processes of moving forms. There is a direct relationship between the formation within the city of local sources of pollution associated with the activities of enterprises and linear, which are formed along the transport lines. **Practical value.** The results of the research can be used by environmental and sanitary services to improve the system of measures to improve the ecological situation in Cherkasy. The obtained indicators concerning the total concentration of heavy metals, the location of their geochemical associations, can be used as a criterion in the integrated assessment of the ecological and geochemical quality of the urban environment. Soil analysis can be useful for services involved in gardening in the city.

References 30, tables 1, figures 3.

Key words: soils, heavy metals, aerotechnogenic pollution, geochemical anomalies

REFERENCES

1. Dobrovolskiy G.V. Nikitin E.D (2012), "Ekologiya pochv. Uchenie ob ekologicheskikh funktsiyah pochv" Moskva: Yzdatelstvo MGU. 412 p.
2. "Soil contamination: impacts on human health. Indepth report" (2013), Bristol: *Science Communication Unit*, University of the West of England. pp. 29.
3. Grigalavičienė I., Rutkoviėnė V., Marozas V. (2005), "The Accumulation of Heavy Metals Pb, Cu and Cd at Roadside Forest. Soil Polish". *Journal of Environmental Studies*. Vol. 14, no. 1. pp. 109-115.
4. Buzina I.M (2012). "Doslidzhennia stanu gruntiv v umovakh ustanovky tekhnohenezu". [Research of the state of soils is in the conditions of setting of technogenesis] *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu*. no. 2(1). pp. 232-240. (in Ukrainian).
5. Albert Maxhuni, Fatmir Faiku, Musaj Pacarizi, Melos Zeka and Valbone Mehmeti (2011), Determination of Lead in Soil along the Highways of Kosova. *American Journal of Environmental Sciences* 7 (6): pp. 531-533 USA
6. Rafał Strachel, Jadwiga Wyszowska, Małgorzata Baćmaga (2017). The Influence of Nitrogen on the Biological Properties of Soil Contaminated with Zinc. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. Vol. 98, no. 3, pp. 426-432.
7. Mysliuk O.O., Mysliuk Ye.V., Solomka L.M (2010), Otsinka vplyvu vykydiv Cherkaskoyi TETS na stan urbolandshaftiv. [An estimation of influence of extrass of Cherkassy Heat Power Station is on the state of municipal landscape] *Odesa National University Herald. Chemistry*, 15, 12-13, pp. 47-53.
8. Hovorun A., Myslyuk O. (2016). Acid-base properties of urban soils in Cherkassy: Proceedings of the 19th Conference of Junior Researchers "Science – Future of Lithuania" *Environmental Protection Engineering. Vilnius Gediminas Technical University*. pp. 58-66.
9. Korneliuk N.M., Mysliuk O.O. (2007). "Pryrodni i antropohenni faktory aerotekhnohennoho zabrudnennya m. Cherkassy vazhkymy metalamy". [Natural and anthropogenic factors of airtechnical pollution of Cherkassy sity by heavy metals]. *Visnyk natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnik»* [Bulletin of the National University «Lviv Polytechnic»], no 590, pp. 260–269. (in Ukrainian).
10. Movsesian D., Myslyuk O. (2017). Assessment of acid-base buffering properties of soils of city Cherkasy: Proceedings of the 20th Conference of Junior Researchers "Science – Future of Lithuania"

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

- Environmental Protection Engineering*. Vilnius: Technika. pp. 76-81.
11. Kornelyuk N.M., Mysliuk O.O. (2007). "Antropohenni faktory aerotekhnogenoho zabrudnennia m. Cherkassy vazhkomy metalamy" [Anthropogenic factors of aerotechnogenic contamination are Cherkassy by heavy metals] *Ekolohiia dovkillia ta bezpeka zhyttiediialnosti*. [Bulletin of Kyiv]. no 4 (40). pp. 48 – 54. (in Ukraine).
12. Kornelyuk N.M., Mysliuk O.O. (2009). "Analiz heokhimichnykh chynnykiv stiikosti urbolandshaftiv m. Cherkasy shchodo zabrudnennia vazhkomy metalamy". [An analysis of geochemical factors of firmness municipal landscape Cherkassy in relation to contamination heavy metals]. *Pytannia typovoho lisoznavstva ta lisovoi rekultyvatsii zemel*. no. 38, pp.144-152. (in Ukraine).
13. Sheikina O.Y., Mysliuk O.O. (2008). "Ekolohichna otsinka zabrudnennia miskykh gruntiv vazhkomy metalamy vzdovzh osnovnykh transportnykh mahistralei mista Cherkassy". [Ecological estimation of contamination of municipal soils by heavy metals along basic transpor highways of citi Cherkassy] *Ekolohiia dovkillia ta bezpeka zhyttiediialnosti*. no 1. pp.61-65. (in Ukraine).
14. Kornelyuk N.M., Khomenko O.M. (2018). "Osoblyvosti bioakumulatsii vazhkykh metaliv derevnoiu roslynnistiu v zoni lokalnoi dii Cherkaskoi teploelektrotsentrali (na prykladi m. Cherkasy)". [Features of bioaccumulation of heavy metals by woody vegetation in the zone of local impact of the Cherkassy thermal power plant (on the example of the city of Cherkassy)]. *Ukrainskyi zhurnal ekologii*. no. 8(1). pp. 953-960. (in Ukraine).
15. Hlukhov O. Z., Safonov A. I., Khyzhniak N. A. (2006). "Fitoindykatsiia metalopresynhu v antropohenno transformovanomu seredovyshchi". [Indication of the technogenous environment state using plant morphologic variation]. Donetsk. «Nord-Press». 360 p. (in Ukraine).
16. Krzysztof Fijalkowski, Malgorzata Kacprzak, Anna Grobelak, Agnieszka Placek (2012). The influence of selected soil parameters on the mobility of heavy metals in soil. *Inżynieria i Ochrona Środowiska*. t. 15, no 1, pp. 81-92.
17. Nadezhda Nikolova (2018). Investigation of heavy metal concentration in the soils of "Bulgarka" Nature Park for background geochemical monitoring purposes. *Silva Balcanica*. 19(1). pp. 57-71
18. Korneliuk N., Koniakin S., Hrodzynska A. (2016), "Vmist vazhkykh metaliv u lystkakh *Tilia cordata* Mill. ta grunti urboekosystem m. Cherkasy". [The content of heavy metals in the leaves of *Tilia cordata* Mill. and in the soils of urban ecosystems of Cherkasy city]. *Ahroekolohichnyy zhurnal* [Agroecological journal]. no. 3. – pp. 24–32. (in Ukraine).
19. Buts Yu., Kraunyk O. (2017). "Geochemical transformation of migration properties of heavy metals under the influence of the technogenic load of pyrogen origin". *Ecological safety*. no. 2 (24). pp. 95-100. (in Ukraine).
20. Kryuchenko N.O., Zhovinsky E.Ya., Andrievska O.A. (2016). "The forms of chemical indicator elements of salt halos of polymetallic ore occurrences". *Mineral Journ*. 38. no 2. pp. 82-87. (in Ukraine).
21. Yvanov V.V (1996). "Экологическая геохимия элементов: справочник". [Ecological geochemistry of elements: reference book.] Moskva: Nedra. 352p.
22. Makarenko N. A. (2007). "Rukhomist svyntsiu u riznykh typakh gruntiv Ukrainy pid vplyvom pryrodnykh ta antropohennykh chynnykiv". *Agroecological journal* [Agroecological journal]. no. 3. pp. 34 –39. (in Ukraine).
23. Saet Yu. E. (1985). "Horod kak tekhnogennyi subrehyon atmosfery" [City as technogenic subregion of atmosphere]. Moskva. "Nauka". pp. 133-165.
24. Voitiuk Y. Y. (2014). "Ekoloho-heokhimichna otsinka rivnia zabrudnennia gruntiv u raionakh funktsionuvannia metalurhiinykh pidpriemstv". [Ecological and geochemical assessment of the soil contamination levels in the areas of metallurgical enterprises operation]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho hirnychoho universytetu* [National Mining University] Dnipropetrovsk, pp. 45-51. (in Ukraine).
25. Hughes M.K. (1980). Aerial heavy metal pollution and terrestrial ecosystems. *Adv. Ecol. Res.* no 11. pp. 217.
26. Koptsik G.N. (1998). Heavy metal pollution of forest soils by atmospheric emissions of Pecheneganikel smelter *Eurasian Soil Science*. 31 (8). pp. 896-903.
27. Khakymov F.I., Dieieva N.P., Iilina A.O. (2006). "Pochvi promishlennoho goroda: transformatsiia y zahriaznenye". [Soils of industrial city: transformation and pollution] *Ekolohiia ta noosferolohiia*. T. 17, no. 1–2. pp. 24-40.
28. Homonai V.I., Bohosta A.S., Lobko V.Y. (2010). "Zabrudnennia gruntiv deiaknykh naselenykh punktiv Zakarpatskoi oblasti". [Dynamics of changes of pollution of soil of some settlements of the zakarpatye area] *Naukovyi visnyk UzhNU. Seriya «Chimiya»*. no. 23. pp. 73-76.
29. Kharytonov M.M., Titarenko O.V., Khlopova V.M. (2015). "Assessment of aerotechnogenic pollution of soils in area of industrial enterprises activity of Pavlograd city" [Assessment of aerotechnogenic pollution of soils in area of industrial enterprises activity of Pavlograd city]. *Scientific journal "Ecological Safety"*. no. 1. pp. 37-40.
30. Smyrnova R.S., Revych B.A. (1989). "Byokhymicheskiye metody pry yzuchenyy okruzhaiushchei sredy". [Biochemical methods in the study of the environment]. Moskva. MGU. pp. 117-123.