

УДК 504.5 : 546.4 : (631.4 + 911.5)

І.В. Кураєва, А.І. Самчук, Л.Ю. Сорокіна, О.Г. Голубцов, Ю.Ю. Войтюк

РОЗПОДІЛ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТАХ ПІВДЕННОПОЛІСЬКИХ ЛАНДШАФТІВ КИЄВА ТА ПРИМІСЬКОЇ ЗОНИ

Наведено результати дослідження вмісту забруднювальних речовин у ґрунтах ландшафтів, урбанізованих та таких, де збережені основні природні властивості. Стійкість ландшафтів розглядається як їхня здатність до самоочищення, збереження і відновлення умов екорівноваги в результаті перебігу природних процесів. Як показник стійкості ландшафтів до техногенного впливу розглянуто геохімічні параметри ґрунтів — сорбційну ємність ґрунтового поглинального комплексу, значення рН, буферність. Проаналізовано геохімічні характеристики, зокрема значення коефіцієнта буферності ґрунтів і рівні забруднення південнополіських ландшафтів у межах м. Київ та його приміської зони. З використанням методів ландшафтних досліджень, аналітичних та картографічних методів отримано та проаналізовано дані щодо валового вмісту та вмісту рухомих форм хімічних елементів (Ni, Co, Zn, V, Pb, Cr, Cu). Встановлено залежності стійкості ландшафтів до техногенних забруднень від рівня збереження природних геохімічних параметрів ґрунтів, ступеня їхньої антропогенної перетвореності та рівня надходження речовин-забруднювачів (важких металів).

E-mail: sorokina_geo@ukr.net

Вступ. Забруднення навколишнього природного середовища розуміють як надходження або утворення в ньому нових, не властивих йому фізичних, хімічних, біотичних, інформаційних агентів, що спричиняють зміни складу і властивостей компонентів природи, коли рівень таких змін може негативно впливати на умови життя людини (Н.Ф. Реймерс, 1990). Залежно від рівня та характеру забруднення, значною мірою від ландшафтних умов території, відбувається їх вторинний перерозподіл у довкіллі. Міграція забруднювачів відбувається за тими самими законами, що міграція природних речовин, відміна полягає лише у походженні та хімічному складі [4]. Поєднання природних властивостей ландшафтів, характеру їх господарського використання, рівня перетворення складають передумови міграційних процесів. Важливою характеристикою ландшафтів, що визначає їхню реакцію на техногенний вплив, зокрема на забруднення, є стійкість. Визначення стійкості ландшафтів, сформульовані в роботах О.Д. Арманда, М.А. Глазовської,

М.Д. Гродзинського, Н.П. Солнцевої та інших дослідників, полягають у розумінні її як здатності до самовідновлення, самоочищення, інших властивостей, що свідчать про можливість зберігати або відтворювати природну структуру після збурень, задовольняти певним умовам існування біотичних видів тощо.

Очевидно, що універсальний показник стійкості ландшафтів відсутній. Тому доцільно визначати стійкість по відношенню до конкретних видів навантаження на ландшафти. Розглядаючи проблеми реакції природного середовища на техногенний вплив, М.А. Глазовська звертає увагу на неоднозначну, іноді протилежну роль окремих компонентів, процесів, властивостей ландшафту в формуванні його станів, стійких до певних навантажень [5]. У здатності ландшафтів до самоочищення, яка оцінюється за інтенсивністю процесів розкладу, детоксикації, утилізації, зокрема закріплення забруднювачів на ландшафтно-геохімічних бар'єрах, винесення та розсіювання, проявляється їхня стійкість до хімічного забруднення [14]. Під автореабілітаційними процесами розуміють повернення ландшафтів у стан рівноваги, відновлення функціональних властивос-

© І.В. Кураєва, А.І. Самчук, Л.Ю. Сорокіна,
О.Г. Голубцов, Ю.Ю. Войтюк, 2010

тей, зруйнованих внаслідок техногенного втручання [1]; дослідження таких процесів тісно пов'язані з обґрунтуванням механізмів повернення до господарського використання радіоактивно забруднених територій. Стійкість природного середовища до техногенного впливу може бути визначена як його здатність зберігати і відновлювати умови екологічної рівноваги в результаті перебігу природних процесів [3]. Серед складових ландшафту, властивості яких відіграють найважливішу роль у формуванні умов перебігу цих процесів, — літологічна основа, ґрунтовий та рослинний покрив, умови зволоження та інші. Вивчення ландшафтних комплексів як цілісних утворень, спряжений аналіз його компонентів та елементів дають можливість оцінити та прогнозувати поведінку в них техногенних забруднювачів. Ґрунтовий покрив ландшафтів, який, в свою чергу, є складним природним комплексом, має властивості депонувати забруднювачі і тому поставлений у центр уваги під час аналізу стійкості ландшафтів до техногенних забруднень [6, 11, 14].

Стійкість ґрунтів дослідники визначають як "здатність тривалий час зберігати свій стан (склад, властивості, структуру тощо) в умовах відносно незначної зміни чи коливання чинників ґрунтоутворення, а також відновлювати основні кількісні та якісні характеристики свого вихідного стану після його порушення" (Екологічна енциклопедія, 2008). Щодо оцінювання стійкості ґрунтів в умовах техногенних навантажень, визначальними є їхні характеристики, що впливають на міграцію та акумуляцію токсичних елементів: сорбційна ємність ґрунтово-поглинального комплексу (ГПК), значення рН, фільтраційна здатність, буферність ґрунтів. Буферність — одна з інтегральних характеристик ґрунту, яка відображає його здатність протистояти зміні своїх властивостей і складу під дією хімічних речовин природного і антропогенного характеру [3].

Параметри ґрунтів, що визначають їхні буферні властивості, у процесі оцінювання дають можливість виявити закономірні реакції ландшафтів на забруднення, дослідити механізми збереження природної структури та встановити рівень стійкості ландшафтних комплексів до техногенних забруднювачів.

Метою дослідження є визначення рівнів забруднення досліджуваних ландшафтів важкими металами; встановлення залежностей між

геохімічними показниками ландшафтів та їхньою стійкістю до техногенних навантажень.

Об'єктом дослідження є південнополіські ландшафти, що зазнають техногенного навантаження різної інтенсивності. Для аналізування було обрано кілька ключових ділянок у межах приміської зони м. Київ, у її поліській частині. Інша група досліджуваних об'єктів — урбанізовані території навколо великих промислових підприємств у північній та північно-західній частині м. Київ, яка також розташована у Поліссі. Ландшафтні комплекси досліджуваних ділянок, що розташовані у 40—50 км на північ від Києва, зазнають більш вагомого техногенного впливу від місцевих промислових підприємств порівняно з впливом великого міста. Ландшафтне оточення підприємств — потенційних джерел забруднення має тут достатній рівень збереження природних властивостей, що дає підстави очікувати на певний рівень їхньої стійкості до забруднень. Такий вибір модельних полігонів дає можливість проаналізувати та виявити залежності між геохімічними характеристиками південнополіських ландшафтів та їхньою стійкістю за умов антропогенного навантаження різної інтенсивності.

Методи дослідження. Під час дослідження застосовано методи ландшафтних досліджень, аналітичні, картографічні. Методи польових досліджень є основою для вивчення ландшафтної структури території, ландшафтних передумов перерозподілу забруднювачів. Вони полягають у вивченні ландшафтних комплексів на обраних типових точках опису, які характеризуються за такими основними позиціями (В.К. Жучкова, Е.М. Раковська, 2004): місцеположення (географічні координати ми визначали за *GPS*); положення у рельєфі (мезоформа рельєфу, елемент мезоформи, мікрорельєф), глибина залягання першого водоносного горизонту; сучасні природні процеси, рослинний покрив, ґрунтовий профіль, на основі структури якого визначається ґрунтова відміна.

Під час дослідження ландшафтної структури території фіксуються найдетальніші характеристики компонентів ландшафту, що можуть бути спостережені. Це стає основою для подальшого аналізу ландшафтних комплексів, визначення наявних їх типів, з'ясування перебігу міграційних процесів. Тому в характеристиці ландшафтів досліджуваних ключових ді-

лянок наведено детальні описи точок польових ландшафтних спостережень.

Принцип вибору ключових ділянок полягав, перш за все, у врахуванні розташування промислових підприємств-забруднювачів у ідентичних ландшафтних умовах, що дає можливість робити певні порівняння та узагальнення щодо стійкості ландшафтів до техногенних навантажень залежно від фізико-хімічних властивостей характерних ґрунтів та від ступеня антропогенізації ландшафтів. Важливою також є інформація про характер сучасної діяльності підприємств-забруднювачів і орієнтовні обсяги забруднення. У процесі дослідження забруднення урбанізованих територій для отримання необхідних аналітичних даних суттєвим чинником іноді стає наявність у межах зон впливу промислових об'єктів ділянок відкритого ґрунту, придатних для опробування.

Основним результатом таких досліджень є карта, на якій відображено ландшафтну структуру території, що вивчається. У межах запропонованого дослідження використано ландшафтну карту Київської обл., укладену в Інституті географії НАН України [7, 13]. Картографічний метод також використано для просторової інтерпретації отриманих даних щодо рівнів забруднення досліджуваних ландшафтів (у вигляді нанесених на карту діаграм, що ілюструють вміст основних забруднювачів у співставленні з фоновими показниками та показниками гранично допустимих концентрацій (ГДК).

Для аналізу сучасних показників забруднення ландшафтів відбирали зразки ґрунту навколо промислових підприємств та контрольні зразки на відстані в 1,0–1,5 км від них. Зразки відібрано у фонових ландшафтних урочищах і супроводжено повним описом ландшафтних умов точок спостереження (пробовідбору) відповідно до методики польових ландшафтних досліджень. Варто зазначити важливість топографічної прив'язки та комплексної ландшафтної інформації про точки відбору зразків (їхньої паспортизації) для коректної геопросторової інтерпретації отриманих аналітичних даних [8].

Для визначення валового вмісту *i* рухомої частки хімічних елементів (Ni, Co, Zn, V, Pb, Cr, Cu) відібрано зразки ґрунту із верхнього (гумусного) шару з глибини 2–5 см у фонових ландшафтних комплексах методом конверту —

зразки із 5 точок, розміщених на відстані 20–25 м одна від одної, змішувались в один. Підготовку проб ґрунту до аналізу проведено згідно з ГОСТ 17.4.4.02-84. Визначення мікроелементного складу зразків ґрунтів виконано за методом спектрального аналізу на спектрографі СТЭ-1.

Визначення *мобільних форм хімічних елементів* здійснювали за наступною методикою: 10 мг сухого ґрунту, пропущеного через сито з отворами діаметром 1 мм, поміщали в конічну колбу ємністю 250 мл і доливали 100 мл екстрагента — 0,1 М HCl. Потім колбу збовтували на електромеханічному вібраторі протягом 8 год; через 24 год відфільтровували розчин через "синій" фільтр [19]. Вміст мобільних форм металів у фільтраті визначали за допомогою атомно-абсорбційного методу.

Для визначення *ступеня забрудненості* досліджуваної території використано ряд показників [16], розрахованих для кожного хімічного елемента. Відношення вмісту хімічних елементів у точках відбору зразків до фонових значень визначено за формулою:

$$K_{ci} = C_{bi} / C_{\phi i},$$

де K_{ci} — коефіцієнт концентрації *i*-хімічного елемента; C_{bi} — валовий вміст *i*-хімічного елемента; $C_{\phi i}$ — показник фонового вмісту цього хімічного елемента у ґрунті.

Також оцінено ступінь забруднення ландшафтів за показниками ГДК хімічних елементів як за їх валовим вмістом, так і за часткою рухомих форм.

Коефіцієнти небезпеки валового вмісту хімічних елементів у ґрунтах фонових ландшафтних комплексів розраховано за формулою:

$$K_o = C_{bi} / \text{ГДК}_{\text{вали}},$$

де K_o — коефіцієнт перевищення ГДК *i*-хімічного елемента; C_{bi} — валовий вміст *i*-хімічного елемента; $\text{ГДК}_{\text{вали}}$ — показник ГДК валового вмісту цього хімічного елемента у ґрунті згідно з нормативними положеннями.

За аналогом із коефіцієнтом небезпеки K_o розраховані коефіцієнти, що характеризують перевищення ГДК вмісту рухомих форм (K_{op}) хімічних елементів у ґрунтах:

$$K_{op} = C_{\text{рухи}} / \text{ГДК}_{\text{рухи}},$$

де K_{op} — коефіцієнт небезпеки — перевищення ГДК *i*-хімічного елемента, $C_{\text{рухи}}$ — вміст рухомих форм *i*-хімічного елемента; $\text{ГДК}_{\text{рухи}}$ —

показник ГДК вмісту рухомих форм цього хімічного елемента у ґрунті згідно нормативного положення.

Для розрахунку вказаних коефіцієнтів для досліджуваних ландшафтів використано показники фонового вмісту хімічних елементів у ґрунтах (Ni, Co, V, Cr [3], Zn, Cu, Pb, [3, 15, 18]; гранично і орієнтовно допустимої концентрації забруднювачів за валовим вмістом (Cu, Ni, Zn, Pb [14], Co, Cr [17, 18], V [9]) та ГДК забруднювачів у рухомій формі (Cu, Ni, Zn, Co, Cr [9, 10], Pb [10], дані щодо ГДК рухомих форм ванадію у проаналізованих нами літературних та нормативних джерелах відсутні. Зазначимо, що показники ГДК хімічних елементів не є чітко регламентованими чинним законодавством України. Вказані значення слід вважати орієнтовними, оскільки у використаних джерелах не враховані ландшафтно-геохімічні особливості різних фізико-географічних областей України. Більш прийнятними є значення ГДК, наведені у [17] із характеристикою гранулометричного складу і рН ґрунтів.

Визначення *коефіцієнта буферності* здійснено за методикою, що опрацьована А.І. Самчуком із співавторами [19]. Вона оснований на результатах експериментальних робіт із вивчення фізико-хімічних властивостей основних зональних типів ґрунтів України, а також антропогенно перетворених ґрунтів. Коефіцієнт буферності (K_6) розраховано як величину, прямо пропорційну сорбційній ємності (СЄ) ГПК та обернено пропорційну зміні рН (ΔpH) у системі ґрунт — розчин:

$$K_6 = C\bar{E} / \Delta pH.$$

Встановлено, що, як правило, чим більшим є вміст гумусових кислот у ґрунті, тим вища сорбційна ємність ГПК і більші значення коефіцієнта буферності — чорноземи, лучні глинисті, а також торфові ґрунти характеризуються більш високими буферними властивостями, ніж дерново-підзолисті піщані. Для техногенно забруднених ґрунтів відмічено найнижчі показники сорбційної ємності ГПК (та, відповідно, низькі значення K_6) у порівнянні з аналогічними ґрунтами природних ландшафтів. Авторами згаданої роботи розраховано коефіцієнти буферності ґрунтів природних і техногенних ландшафтів. Значення цих безрозмірних показників змінюється від 87,7 (чорнозем сильногумусований) до 2,3 (дерново-підзолистий суглинний); для різновидів

дерново-підзолистих ґрунтів величину K_6 визначено в інтервалі 2,3—12,7; для техногенних ґрунтів — 3,2—4,5 [19, с. 49].

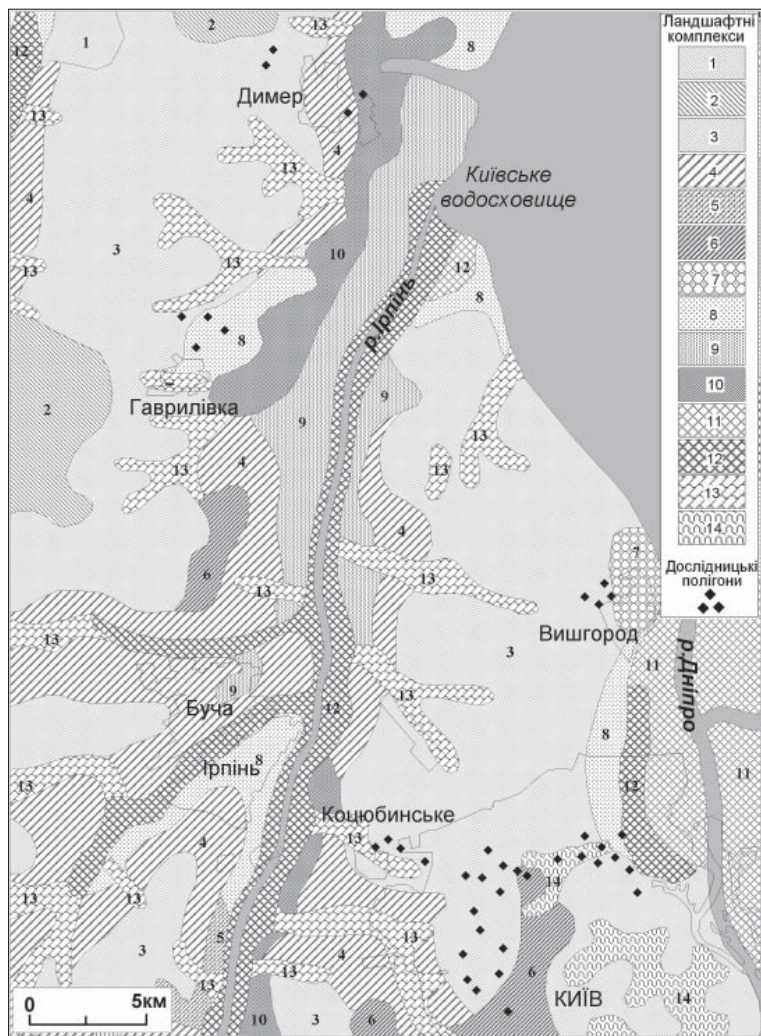
Виклад основного матеріалу дослідження. *Ландшафтна структура території дослідження*, за даними [13], характеризується поширенням моренно-водно-льодовикових з лощинно-балковим розчленуванням та водно-льодовикових межирічних рівнин на палеоген-неогеновій основі. Ґрунтовий покрив представлений дерново-слабо- та середньо-підзолистими піщаними та пилювато-піщаними ґрунтами, у природному стані — під хвойно-широколистяними та хвойними лісами. На сьогодні територія значною мірою розорана. Відмінною за літологією порід, що є основою ландшафту, і, відповідно, за його структурою є територія Вишгородського "лесового острова", складеного лесовидними карбонатними суглинками потужністю 8—10 м, що залягають на полтавських та харківських пісках та київських мергелях. Тут на лесовидних суглинках розвиваються чорноземи опідзолені, у минулому — під свіжими судібровами, у теперішній час — під садами, городами, забудовою. Поблизу м. Вишгород трапляються також фрагменти межиріч із ясно-сірими легкосуглинковими ґрунтами, сформованими на моренних суглинках (рис. 1).

Підприємства, вплив яких на ландшафти оцінювали: машинобудівний завод у північно-західній частині м. Вишгород, підприємство з переробки вторинної сировини на південно-східній околиці с.м.т. Димер, сміттєзвалище на північній околиці с.м.т. Димер (поруч із територією Димерського комплексного географічного стаціонару Інституту географії НАН України), комплекс з виробництва м'яса бройлерів у с. Гаврилівка Вишгородського р-ну.

Серед речовин-забруднювачів, що потрапляють у навколишнє природне середовище внаслідок роботи таких підприємств, суттєвою є роль важких металів. Так, для машинобудівного підприємства, де є гальванічні цехи, у викидах слід очікувати присутності Cd, Cu, Cr, Pb, Ni, Zn [4]. Сміттєпереробка як один з екобезпечних видів техногенної діяльності супроводжується потраплянням у навколишнє середовище великої кількості небезпечних речовин, у тому числі й важких металів, але конкретний склад забруднювачів встановлюється експериментально для кожного конкретного об'єкта. Щодо птахофабрики, основними за-

Рис. 1. Приміська зона Києва (фрагмент). Ландшафтна структура [7, 13] та розташування дослідницьких полігонів.

Ландшафтні комплекси: *Водно-льодовикові рівнини на палеогеновій основі:* 1 — вирівняні і хвилясті, складені пилюватими пісками, з дерново-підзолистими ґрунтами під дубово-сосновими зеленомоховими лісами; 2 — плоскі, складені пилюватими пісками, з дерново-підзолистими глеевими ґрунтами, під сосновими з домішкою дуба чорничними довгомоховими лісами. *Моренно-водно-льодовикові рівнини на палеоген-неогеновій основі:* 3 — хвилясті, складені потужними пилюватими пісками, що підстелені валунними суглинками, з дерново-підзолистими ґрунтами, під сосново-широколистяними лісами; 4 — вирівняні і хвилясті, складені пилюватими пісками, що підстелені валунними суглинками, з дерново-підзолистими ґрунтами, під дубово-грабовими лісами; 5 — вирівняні, складені пісками, що підстелені валунними суглинками і пістрявими глинами, з дерново-підзолистими ґрунтами, під дубово-сосновими різнотравно-зеленомоховими лісами; 6 — вирівняні, складені опішаними суглинками, із ясно-сірими лісовими ґрунтами, у минулому під сосново-дубовими лісами, переважно розорані. *Рівнини, складені лесоподібними суглинками, на палеоген-неогеновій основі:* 7 — вирівняні, складені лесовидними суглинками, з чорноземами опідзоленими, у минулому під дубово-грабовими лісами, переважно розорані. *Надзавплавні тераси:* 8 — бугристі і вирівняні, складені пісками, з дерново-підзолистими ґрунтами, під сосновими біло- і зеленомоховими лісами; 9 — вирівняні, складені пилюватими пісками із прошарками оглинених пісків і суглинків, з дерново-підзолистими ґрунтами, під дубово-сосновими різнотравно-орляковими лісами; 10 — плоскі, відносно знижені, з торфово-болотними ґрунтами, під вологотравно-болотнотравними чорновільшняками, частково осушені і розорані. *Річкові заплави:* 11 — високі, хвилясті і гривисті, складені пісками і суглинками, з алювіальними дерновими, подекуди опідзоленими ґрунтами, під різнотравно-злаковими луками на гривах та з алювіальними дерновими глеевими ґрунтами під вологотравно-крупнозлаковими луками у міжгривних зниженнях; 12 — знижені, складені низинними торфами, з болотними ґрунтами під болотнотравними чорновільшняками та вербняками. *Долинно-балкова мережа:* 13 — балки коритоподібні; 14 — балки і долини струмків складного профілю з зсувними схилами і береговими ярами



8 — бугристі і вирівняні, складені пісками, з дерново-підзолистими ґрунтами, під сосновими біло- і зеленомоховими лісами; 9 — вирівняні, складені пилюватими пісками із прошарками оглинених пісків і суглинків, з дерново-підзолистими ґрунтами, під дубово-сосновими різнотравно-орляковими лісами; 10 — плоскі, відносно знижені, з торфово-болотними ґрунтами, під вологотравно-болотнотравними чорновільшняками, частково осушені і розорані. *Річкові заплави:* 11 — високі, хвилясті і гривисті, складені пісками і суглинками, з алювіальними дерновими, подекуди опідзоленими ґрунтами, під різнотравно-злаковими луками на гривах та з алювіальними дерновими глеевими ґрунтами під вологотравно-крупнозлаковими луками у міжгривних зниженнях; 12 — знижені, складені низинними торфами, з болотними ґрунтами під болотнотравними чорновільшняками та вербняками. *Долинно-балкова мережа:* 13 — балки коритоподібні; 14 — балки і долини струмків складного профілю з зсувними схилами і береговими ярами

Fig. 1. Kyiv suburban zone (fragment). Landscape structure [7, 13] and testing areas. Landscapes: Fluvioglacial plains on palaeogenic base: 1 — flat and ripply plains composed by dusty sand, with soddy-podzolic soil, covered by oak-pine forests; 2 — flat plains composed by dusty sand, with soddy-podzolic gleic soil, covered by the pine-oak whortleberry forests. Moraine-fluvioglacial plains on paleogen-neogenic base: 3 — ripply plains composed by thick dusty sand, bedded by boulder loam, with soddy-podzolic soil covered by pine-oak forests; 4 — flat and ripply plains, composed by dusty sand bedded by boulder loam, with soddy-podzolic soil covered by oak hornbeam forests; 5 — flat plains composed by sand bedded by boulder loam and derivatives of neogenic bunter clays, with soddy-podzolic soil covered by oak-pine forests; 6 — flat plains composed by sandy loam with light grey forest soil covered by pine-oak forests in the past, mainly it is ploughed. Plains composed by loess-type loam, on paleogen-neogenic base: 7 — flat plains composed by loess-type loam soil with podzolized chernozem soil, covered by oak-hornbeam forests in the past, mainly it is ploughed. River terraces: 8 — hilly and smoothed terraces composed by sand, with soddy-podzolic soil, covered by dry pine forests; 9 — smoothed terraces composed by dusty sand with interlayers of loamy sand and loam, with soddy-podzolic soil, covered by oak-pine forb-grassy forests; 10 — rear lowered flat terraces, composed by eutrophic peat, with peat bog soil, covered by alder forests and sedge reedous bog coenoses, partially drained and ploughed. Flood plains: 11 — high ripply and segment-crest flood plains, composed by alluvial sand and loam, with alluvial sod and soddy-podzolic soil, covered by forb-grassy meadows — on the crests; with alluvial sod gleic soil, covered by forb-sedge-hygrophytous meadows — in the depressions; 12 — lowered flat flood plains, composed by eutrophic peat, with alluvial peat bog soils, covered by bog alder forests and willow branches. Erosion network: 13 — balkas (ravines) with steep slopes and flat bottoms; 14 — balkas (ravines) and valleys of small streams of compound profile (with landslide slopes and riverside ravines)

бруднювачами від її функціонування є органічні сполуки, нітрати. За даними Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища за 2006 р., стічні води ВАТ "Комплекс Агротарс" (с. Гаврилівка Вишгородського р-ну), що скидаються до притоки р. Кізки, є недостатньо очищеними, мають значні перевищення встановлених ГДК за показниками: завислих речовин — у 2—3 рази, азоту амонійного — у 5—15, нітритів — у 5—9, нітратів — у 6—85, фосфатів — у 242—482, показників ХСК і БСК — у 2 та 1,5 рази відповідно. Порушення підприємством встановлених на скиди стічних вод нормативів украї негативно вплинуло на стан нижньої течії та гирлової частини р. Ірпінь, де також відмічено високий вміст органічних речовин. Певна кількість важких металів також може бути наявна у відходах птахофабрики [12] і це підприємство обрано як характерне для приміської зони Києва.

Результати аналізу вмісту основних хімічних елементів у ґрунтах досліджуваних ландшафтних комплексів на модельних полігонах приміської зони наведено у табл. 1. Отримані дані свідчать, що показники валового вмісту досліджуваних елементів знаходяться у межах їхніх фонових значень для відповідних типів ґрунтів. У окремих випадках дещо більшим за значення фонових величин є вміст ванадію та міді, але всі вони — у межах встановлених рівнів ГДК.

Для околиць м. Вишгород фоновими є урочища межирічної рівнини, хвилястої, що складена моренними суглинками з ясно-сірими легкосуглинковими ґрунтами. Закладені поблизу машинобудівного заводу і на відстані 1 км від нього точки комплексного спостереження можуть бути представлені одним із типових описів на модельному полігоні № 1, розташованому у верхній частині залісеного прибалкового схилу (I ярус — акація, $h = 18-20$ м, $d = 30$ см; II ярус — в'яз, $h = 15$ м, $d = 15$ см; зімкненість крон 0,7; у підліску — бузина чорна (рідко), проективне покриття трав'яного ярусу — 80%). Ґрунтовий розріз ілюструє будову профілю ясно-сірого легкосуглинкового ґрунту: *Ho* (0—2 см) — лісова підстилка; *H* (2—26 см) — жовтувато сірий, слабоушільнений грудкуватий легкий суглинок; *HI* (26—35 см) — сірувато-жовтий слабоплямистий, ушільнений грудкуватий легкий суглинок; *I* (35—48 см) — бурувато-жовтий, грудкуватий більш ушільнений, легкий суглинок, у нижній частині горизонту — дрібні бурі плями; *Ip* (48—59 см) — бурувато-жовтий плямистий, грудкуватий більш ушільнений, ніж у попередньому горизонті легкий суглинок; *P* (59—85... см) — бурий, свіжий щільний моренний суглинок (доволі м'який, пластичний).

Валовий вміст хімічних елементів у межах Вишгородського дослідницького полігону зна-

Таблиця 1. Вміст елементів-забруднювачів у ландшафтах периферійної частини приміської зони м. Київ, ppm
Table 1. Pollutants contents in landscapes of the peripheral part of Kyiv suburban zone, ppm

Номер дослідницького полігону (у дужках — кількість зразків)	Тип ґрунту	Фізико-хімічні характеристики ґрунтів [2]		Коефіцієнт буферності (K _б)	Ni				Co			
		pH гумусового горизонту	Σ _E		Середнє значення	Коефіцієнт варіації	Вміст рухомих форм	Коефіцієнт варіації	Середнє значення	Коефіцієнт варіації	Вміст рухомих форм	Коефіцієнт варіації
1 (27)	Ясно-сірий легкосуглинковий на моренних суглинках	5,4	39,3	12,7	11	6,5	1,43	10,2	9,5	6,0	1,14	9,2
2 (30)		5,4	39,3	12,7	9,4	4,8	1,22	5,7	10,9	4,9	1,31	5,7
3 (35)	Дерново-середньо-підзолистий супіщаний на моренних суглинках	6,3	4,40	2,6	10,4	5	1,35	12,3	—	—	—	—
4 (30)		6,3	4,40	2,6	—	—	—	—	10,7	3,2	1,28	9,2
5 (33)	Дерново-слабопідзолистий піщаний на давньо-алювіальних пісках	4,6	2,58	4,5	5,1	3,5	0,66	8,1	6,7	3,2	0,80	8,4
6 (38)	Насипний піщаний слабо-здернований	3,2—4	2,58	4,5	4	2,5	0,52	7,5	—	—	—	—

Примітка. Жирним шрифтом виділено значення, що перевищують фонові значення вмісту елементів.

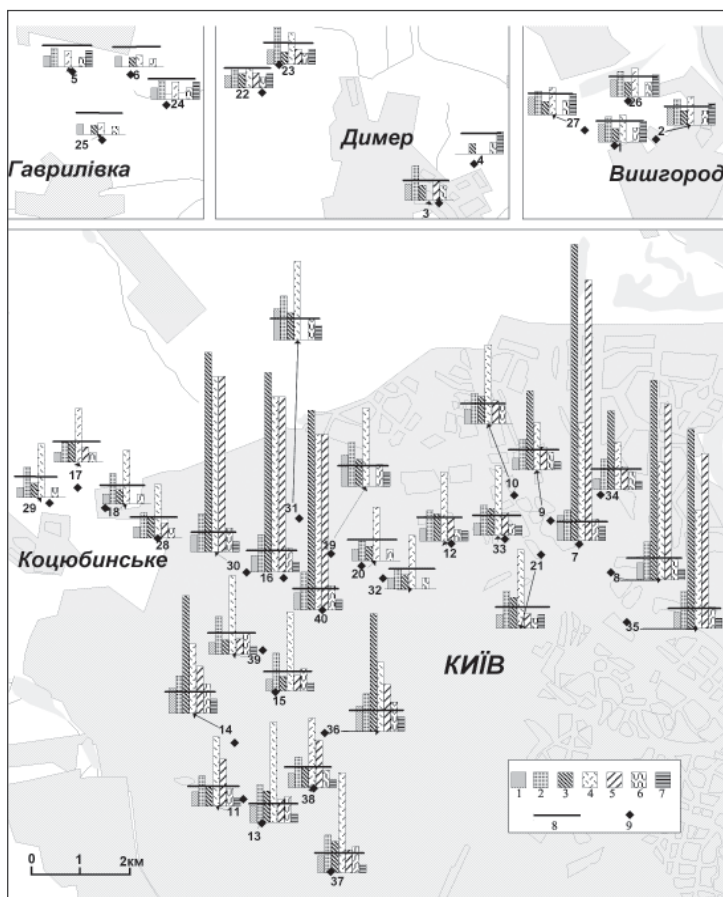


Рис. 2. Київ та приміська зона (південнополіська частина): коефіцієнти концентрації хімічних елементів у ґрунтах. На діаграмах коефіцієнт концентрації хімічних елементів (K_c): 1 – Ni, 2 – V, 3 – Cu, 4 – Pb, 5 – Zn, 6 – Cr, 7 – Co; 8 – значення коефіцієнта концентрації, що відповідає $K_c = 1$; 9 – дослідницькі полігони (номери дослідницьких полігонів відповідають їх номерам у табл. 2 та 3)

Fig. 2. Kyiv and its suburban zone (Southern-Polissian part). Chemical elements concentration factor in soils (K_c): 1 – Ni, 2 – V, 3 – Cu, 4 – Pb, 5 – Zn, 6 – Cr, 7 – Co, 8 – chemical elements concentration factor in soils $K_c = 1$; 9 – testing areas (testing areas numbers correspond to their numbers in Tables 2 and 3)

ходиться переважно у межах фонових показників. Незначне їх перевищення зафіксовано у Co (1,09–1,1 фону), дещо більше – у V і Pb

(до 2). При цьому валовий вміст і частка рухомих форм всіх визначених хімічних елементів значно менші від ГДК.

Cu				Pb				Zn			
Середнє значення	Коефіцієнт варіації	Вміст рухомих форм	Коефіцієнт варіації	Середнє значення	Коефіцієнт варіації	Вміст рухомих форм	Коефіцієнт варіації	Середнє значення	Коефіцієнт варіації	Вміст рухомих форм	Коефіцієнт варіації
9,4	5,5	0,28	5,9	15,6	10,5	0,62	9,0	–	–	–	–
10,2	3,1	0,31	8,8	16,5	8,7	0,66	11,2	–	–	–	–
11,5	5,1	0,35	6,0	–	–	–	–	50,4	10,9	2,02	12,4
5,7	2,1	0,17	11,7	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	6,8	3,3	0,27	7,4	–	–	–	–
4,7	2,5	0,14	9,7	3,3	1,7	0,13	2,5	–	–	–	–

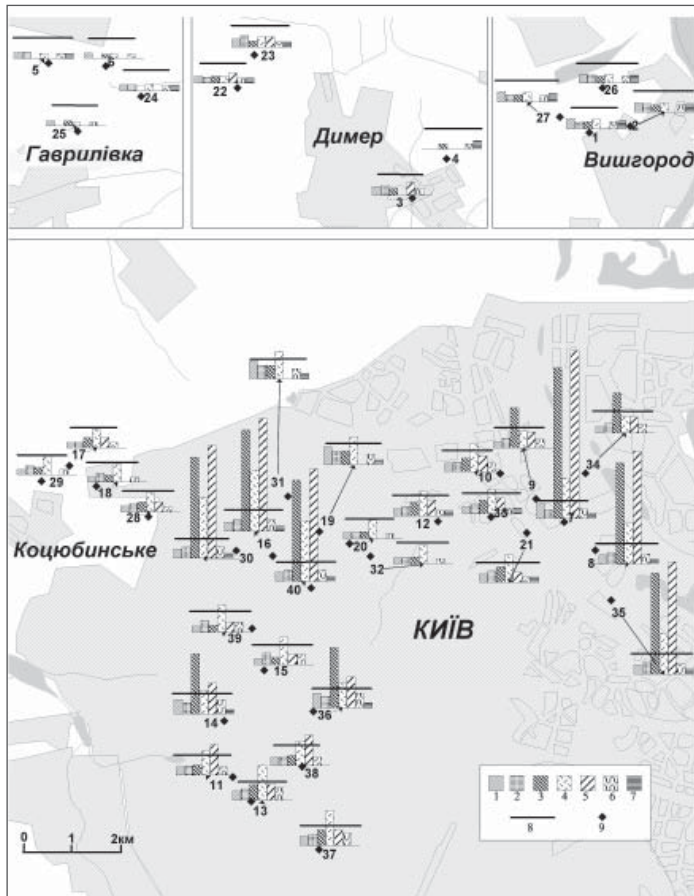


Рис. 3. Київ та приміська зона (південнополіська частина): коефіцієнти небезпеки хімічних елементів K_0 у ґрунтах (вміст у порівнянні із ГДК валового вмісту). На діаграмах коефіцієнт небезпеки (K_0) хімічних елементів: 1 – Ni, 2 – V, 3 – Cu, 4 – Pb, 5 – Zn, 6 – Cr, 7 – Co; 8 – значення коефіцієнта небезпеки, що відповідає $K_0 = 1$; 9 – дослідницькі полігони (номери дослідницьких полігонів відповідають їх номерам у табл. 2 та 3)

Fig. 3. Kyiv and its suburban zone (Southern-Polissian part). Chemical elements danger factor K_0 in soils (chemical elements content in soils in comparison with MACs of their gross content): 1 – Ni, 2 – V, 3 – Cu, 4 – Pb, 5 – Zn, 6 – Cr, 7 – Co; 8 – chemical elements danger factor $K_0 = 1$; 9 – testing areas (testing areas numbers correspond to their numbers in Tables 2 and 3)

Характерні фонові урочища в межах розташування с.м.т. Димер — моренно-водно-льодовикові межиріччя, де моренний суглинок залягає з глибини 1,0–1,5 м. Домінують тут дерново-середньопідзолисті супіщані ґрунти: $H_{\text{староорний}}$ (0–31 см) — сірий жовтуватий, дрібногрудкуватий розсипчастий, слабоущільнений, супіщаний; hI (31–48 см) — бурувато-жовтий із ясно-сірими затічними плямами, свіжий, більш ущільнений, дрібногрудкуватий розсипчастий, супіщаний; I (48–67 см) — ясно-бурий, свіжий, ущільнений, грудкуватий, середньосуглинковий опіщанений; IP (67–90... см) — бурувато-ясно-жовтий, свіжий, грудкуватий, менш ущільнений, ніж попередній, легкий суглинок піщанистий (більш пластичний, ніж горизонт I). Наведений опис ґрунтового розрізу зроблений у с.м.т. Димер (полігон № 3, рис. 2, 3), на ділянці, зайнятій городами, на відстані 50 м у східному — північно-східному напрямку від території колишнього підприємства "Сільгоспхімія", на території якого зараз здійснюється переробка вторинної сировини, у тому числі — спалю-

вання поліетиленової тари, плівки. Дослідницькі полігони 22 і 23 характеризують такі ж ландшафтні комплекси моренно-водно-льодовикового межиріччя, але у північно-західному напрямку від с.м.т. Димер і перебувають у зоні впливу будівництва птахофабрики і сміттєзвалища.

Вміст хімічних елементів у межах цього дослідницького полігону відповідає фоновим показникам. Відзначимо помітне перевищення фонових показників валового вмісту ванадію — у два—три рази і свинцю — у два рази, проте їхній вміст (як і інших) не виходить за межі ГДК.

Давньоалювіальну рівнину, на якій знаходяться дослідницькі полігони 5, 6, 24, 25 (рис. 2), репрезентує опис точки пробовідбору, виконаний на полігоні № 5 у невеликому лісовому масиві (I ярус — сосна, $h = 15–18$ м, $d = 20$ см; зімкненість крон 0,6; у підліску — бузина чорна, розташована окремими групами, проективне покриття трав'яного ярусу — 40%) приблизно у 600 м на південь від основних корпусів ЗАТ "Агромарс". Ґрунт — дерново-сла-

бопідзолистий піщаний на давньоалювіальних пісках: *Ho* (0–1 см) — лісова підстилка; *He* (1–8 см) — темно-сірий з білісуватістю, свіжий, піщаний, порошистий, пухкий (безструктурний); *Hi* (8–21 см) — жовтувато-ясно-сірий, свіжий, ущільнений, дрібногрудкуватий розсипчастий, піщаний; *I* (21–60 см) — бурувато-ясно-жовтий, свіжий, грудкуватий розсипчастий, піщаний; *Pi* (60–75... см) — ясно-жовтий буруватий, свіжий до вологого, піщаний.

Вміст усіх хімічних елементів у межах даного дослідницького полігону не перевищує фонових показників (табл. 2). Відповідно, не зафіксовані перевищення ГДК ні валового їх вмісту у ґрунтах, ні рухомих форм (табл. 3).

Поблизу міської смуги Києва досліджено рівні забруднення ландшафтів біля с.м.т. Коцюбинське, де розташовані завод тепло-звукоізоляційних матеріалів, підприємство "Пласт-модерн" (виготовлення пластмасових виробів), інші промислові підприємства. Фонові ландшафтні урочища представлені тут моренно-водно-льодовиковими рівнинами з дерново-

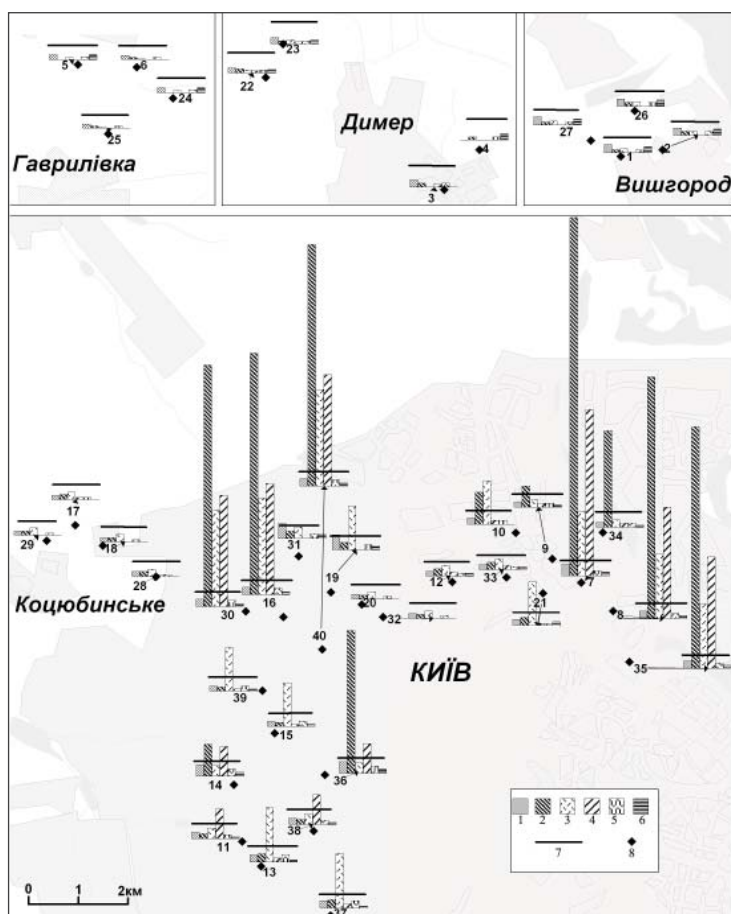
слабо- та середньопідзолистими піщаними ґрунтами. Лісові насадження — соснові (полігон № 7) або сосново-дубові (полігон № 8). У досліджуваних ландшафтах спостерігається значне перевищення фонових значень свинцю ($K_c = 5$), ванадію ($K_c = \text{до } 2$). Разом із тим, перевищення ГДК вмісту свинцю, а також інших досліджуваних елементів не зафіксовано (табл. 2). Значної різниці між вмістом елементів у ґрунтах поблизу підприємств та на відстані 1 км не спостерігається.

Досліджувані міські ландшафти у межах промислових зон м. Київ — подільсько-курєнівської та святошинської — характеризуються втратою значної частини вихідних природних властивостей, зокрема, природного типу рослинного покриву, заміною природних ґрунтів штучними техноґрунтами. Вони ілюструють надмірний вміст важких металів у ґрунтовому покриві (табл. 2, 3; рис. 2–4).

Особливо забрудненими виявилися території, де у межах щільного розташування промислових підприємств, зокрема заводів залізобетонних виробів, проходять залізниця та

Рис. 4. Київ та приміська зона (південнополіська частина): коефіцієнти небезпеки K_{op} хімічних елементів у ґрунтах (вміст у порівнянні із ГДК вмісту в рухомій формі). На діаграмах коефіцієнт небезпеки (K_{op}) хімічних елементів: 1 — Ni, 2 — Cu, 3 — Pb, 4 — Zn, 5 — Cr, 6 — Co; 7 — значення коефіцієнта небезпеки, що відповідає $K_{op} = 1$; 8 — дослідницькі полігони (номери дослідницьких полігонів відповідають їх номерам у табл. 2 та 3)

Fig. 4. Kyiv and its suburban zone (Southern-Polissian part). Chemical elements danger factor K_{op} in soils (chemical elements content in soils in comparison with MACs of their mobile forms content): 1 — Ni, 2 — Cu, 3 — Pb, 4 — Zn, 5 — Cr, 6 — Co; 7 — chemical elements danger factor $K_{op} = 1$; 8 — testing areas (testing areas numbers correspond to their numbers in Tables 2 and 3)



Таблиця 2. Валовий вміст хімічних елементів у ґрунтах (C_B) та їх відношення до фонових показників (K_c) у м. Київ та приміській зоні (південнополицька частина)

Table 2. Gross contents of chemical elements in soils (C_B) and its ratio to background values (K_c) in the city of Kyiv and suburban zone

Номер по-літону	Тип ґрунту	K_6	Cr		Ni		Co		V		Cu		Pb		Zn	
			C_B , ppm	K_c	C_B , ppm	K_c	C_B , ppm	K_c	C_B , ppm	K_c	C_B , ppm	K_c	C_B , ppm	K_c	C_B , ppm	K_c
<i>Димер</i>																
3	2	2,6	15,2	0,54	10,4	0,69	—	—	26,3	2,39	11,5	0,58	—	—	50,4	1,01
4	2	2,6	8,9	0,32	—	0,00	10,7	1,07	—	—	5,7	0,29	—	—	—	—
22	2	2,6	10	0,36	6	0,40	5	0,5	10	0,91	10	0,50	10	1	30	0,6
23	2	2,6	10	0,36	8	0,53	6	0,6	30	2,73	8	0,40	20	2	30	0,6
<i>Гаврилівка</i>																
5	1	4,6	8,4	0,30	5,1	0,34	6,7	0,67	9,2	0,84	—	—	6,8	0,68	—	—
6	6	3,2	5,2	0,19	4	0,27	—	—	—	—	4,7	0,24	3,3	0,33	—	—
24	6	3,2	9	0,32	5	0,33	7	0,7	9	0,82	—	—	7	0,7	—	—
25	1	4,6	5	0,18	4	0,27	—	—	—	—	5	0,25	3,3	0,33	—	—
<i>Коцюбинське</i>																
17	2	2,6	8	0,29	4	0,27	—	—	10	0,91	20	1,00	50	5	30	0,6
18	2	2,6	8	0,29	4	0,27	—	—	20	1,82	10	0,50	50	5	—	—
28	2	2,6	8	0,29	5	0,33	—	—	15	1,36	20	1,00	50	5	30	0,6
29	2	2,6	8	0,29	4	0,27	—	—	20	1,82	10	0,50	50	5	—	—
<i>Вишгород</i>																
1	3	2,3	14,2	0,51	11	0,73	9,5	0,95	14,8	1,35**	9,4	0,47	15,6	1,56	—	—
2	3	2,3	14,7	0,53	9,4	0,63	10,9	1,09	15,6	1,42	10,2	0,51	16,5	1,65	—	—
26	3	2,3	15	0,54	10	0,67	11	1,1	15	1,36	10	0,50	17	1,7	—	—
27	2	2,6	14	0,50	11	0,73	10	1	14	1,27	9,4	0,47	15	1,5	—	—
<i>Київ, святошинська промислова зона</i>																
9	5	3,2–4	20	0,71	5	0,33	2	0,2	20	1,82	200	10,00	40	4	60	1,2
11	7	3,2–4	20	0,71	8	0,53	2	0,2	20	1,82	20	1,00	80	8	200	4
13	5	3,2–4	40	1,43	10	0,67	2	0,2	30	2,73	40	2,00	150	15	60	1,2
14	6	3,2–4	50	1,79	20	1,33	5	0,5	30	2,73	400	20,00	80	8	200	4
15	5	3,2–4	30	1,07	5	0,33	2	0,2	30	2,73	10	0,50	100	10	30	0,6
16	4	3,2	35	1,25	10	0,67	3	0,3	30	2,73	1000	50,00	400	40	2000	40
19	4	3,2	30	1,07	30	2,00	5	0,5	40	3,64	30	1,50	100	10	—	—
20	2	2,6	10	0,36	5	0,33	—	—	10	0,91	10	0,50	50	5	—	—
30	5	3,2–4	35	1,25	10	0,67	3	0,3	30	2,73	1000	50,00	400	40	2000	40
31	7	3,2–4	30	1,07	30	2,00	5	0,5	40	3,64	30	1,50	100	10	—	—
32	5	3,2–4	10	0,36	5	0,33	—	—	10	0,91	10	0,50	50	5	—	—
36	5	3,2–4	50	1,79	20	1,33	5	0,5	30	2,73	400	20,00	80	8	200	4
37	7	3,2–4	40	1,43	10	0,67	2	0,2	30	2,73	40	2,00	150	15	60	1,2
38	5	3,2–4	20	0,71	8	0,53	2	0,2	20	1,82	20	1,00	80	8	200	4
39	4	3,2–4	30	1,07	5	0,33	2	0,2	30	2,73	10	0,50	100	10	30	0,6
40	7	3,2–4	35	1,25	10	0,67	3	0,3	30	2,73	1000	50,00	400	40	2000	40
<i>Київ, куренівсько-подільська промислова зона</i>																
7	5	3,2–4	30	1,07	20	1,33	5	0,5	20	1,82	2000	100,00	200	20	4000	80
8	5	3,2–4	30	1,07	10	0,67	3	0,3	30	2,73	1000	50,00	200	20	2000	40
10	4	3,2–4	20	0,71	8	0,53	—	—	20	1,82	30	1,50	100	10	60	1,2
12	5	3,2–4	10	0,36	6	0,40	3	0,3	20	1,82	30	1,50	80	8	60	1,2
21	4	3,2–4	8	0,29	8	0,53	5	0,5	30	2,73	40	2,00	100	10	30	0,6
33	5	3,2–4	10	0,36	6	0,40	3	0,3	20	1,82	30	1,50	80	8	60	1,2
34	6	3,2–4	20	0,71	5	0,33	2	0,2	20	1,82	200	10,00	40	4	60	1,2
35	5	3,2–4	30	1,07	10	0,67	3	0,3	30	2,73	1000	50,00	200	20	2000	40

П р и м і т к а. 1–7 — тип ґрунту (1 — дерново-слабопідзолистий на давньоалювіальних пісках; 2 — дерново-середньопідзолистий супіщаний на моренних суглинках; 3 — ясно-сірий легкосуглинковий на моренних суглинках; 4 — культурний насипний гумусований ґрунт (парки, газони); 5 — техногенний ґрунт, узбіччя автошляхів; 6 — насипний піщаний слабоадаернований ґрунт; 7 — техногенний ґрунт, промислові майданчики); жирним шрифтом позначено перевищення фону.

Таблиця 3. Коефіцієнти небезпеки K_o та K_{op} у м. Київ та приміській зоні (південнополіська частина)
 Table 3. Coefficients of exceeding of MACs of the elements gross contents (K_o) and exceeding of MACs of the elements mobile forms contents (K_{op}) in soils

Номер полігону	Тип ґрунту	Коефіцієнт бу-ферності (K_o)	Cr		Ni		Co		V	Cu		Pb		Zn	
			K_o	K_{op}	K_o	K_{op}	K_o	K_{op}	K_o	K_o	K_{op}	K_o	K_{op}	K_o	K_{op}
<i>Димер</i>															
3	2	2,6	0,15	0,10	0,26	0,34	—	—	0,18	0,17	0,12	—	—	0,46	0,09
4	2	2,6	0,09	0,06	0,00	0,00	0,21	0,26	—	0,09	0,06	—	—	—	—
22	2	2,6	0,10	0,07	0,15	0,20	0,10	0,12	0,07	0,15	0,10	0,15	0,07	0,27	0,05
23	2	2,6	0,10	0,07	0,20	0,26	0,12	0,14	0,20	0,12	0,08	0,31	0,13	0,27	0,05
<i>Гаврилівка</i>															
5	1	4,6	0,08	0,06	0,13	0,17	0,13	0,16	0,06	—	—	0,10	0,05	—	—
6	6	3,2–4	0,05	0,03	0,10	0,13	—	—	—	0,07	0,05	0,05	0,02	—	—
24	6	3,2–4	0,09	0,06	0,13	0,16	0,14	0,17	0,06	—	—	0,11	0,05	—	—
25	1	4,6	0,05	0,03	0,10	0,13	0,00	0,00	—	0,08	0,05	0,05	0,02	—	—
<i>Коцюбинське</i>															
17	2	2,6	0,08	0,05	0,10	0,13	—	—	0,07	0,30	0,20	0,77	0,33	0,27	0,05
18	2	2,6	0,08	0,05	0,10	0,13	—	—	0,13	0,15	0,10	0,77	0,33	—	—
28	2	2,6	0,08	0,05	0,13	0,16	—	—	0,10	0,30	0,20	0,77	0,33	0,27	0,05
29	2	2,6	0,08	0,05	0,10	0,13	—	—	0,13	0,15	0,10	0,77	0,33	—	0,00
<i>Вишгород</i>															
1	3	2,3	0,14	0,09	0,28	0,36	0,19	0,23	0,10	0,14	0,09	0,24	0,10	—	—
2	3	2,3	0,15	0,10	0,24	0,31	0,22	0,26	0,10	0,15	0,10	0,25	0,11	—	—
26	3	2,3	0,15	0,10	0,25	0,33	0,22	0,26	0,10	0,15	0,10	0,26	0,11	—	—
27	2	14	0,50	11	0,73	10	1	14	1,27	9,4	0,47	15	1,5	—	—
<i>Київ, святошинська промислова зона</i>															
9	5	3,2–4	0,20	0,13	0,13	0,16	0,04	0,05	0,13	3,03	2,00	0,62	0,27	0,55	0,10
11	7	3,2–4	0,20	0,13	0,20	0,26	0,04	0,05	0,13	0,30	0,20	1,23	0,53	1,82	3,48
13	5	3,2–4	0,40	0,27	0,25	0,33	0,04	0,05	0,20	0,61	0,40	2,31	10,00	0,55	0,10
14	6	3,2–4	0,50	0,33	0,50	0,65	0,10	0,12	0,20	6,06	4,00	1,23	0,53	1,82	3,48
15	5	3,2–4	0,30	0,20	0,13	0,16	0,04	0,05	0,20	0,15	0,10	1,54	6,67	0,27	0,05
16	4	3,2–4	0,35	0,23	0,25	0,33	0,06	0,07	0,20	15,15	133,33	6,15	26,67	18,18	34,78
19	4	3,2–4	0,30	0,20	0,75	0,98	0,10	0,12	0,27	0,45	0,30	1,54	6,67	—	—
20	2	2,6	0,10	0,07	0,13	0,16	—	—	0,07	0,15	0,10	0,77	0,33	—	—
30	5	3,2–4	0,35	0,23	0,25	0,33	0,06	0,07	0,20	15,15	133,33	6,15	26,67	18,18	34,78
31	7	3,2–4	0,30	0,20	0,75	0,98	0,10	0,12	0,27	0,45	0,30	1,54	0,67	—	—
32	5	3,2–4	0,10	0,07	0,13	0,16	—	—	0,07	0,15	0,10	0,77	0,33	—	—
36	5	3,2–4	0,50	0,33	0,50	0,65	0,10	0,12	0,20	6,06	53,33	1,23	0,53	1,82	3,48
37	7	3,2–4	0,40	0,27	0,25	0,33	0,04	0,05	0,20	0,61	0,40	2,31	10,00	0,55	0,10
38	5	3,2–4	0,20	0,13	0,20	0,26	0,04	0,05	0,13	0,30	0,20	1,23	0,53	1,82	3,48
39	4	3,2–4	0,30	0,20	0,13	0,16	0,04	0,05	0,20	0,15	0,10	1,54	6,67	0,27	0,05
40	7	3,2–4	0,35	0,23	0,25	0,33	0,06	0,07	0,35	15,15	133,33	6,15	26,67	18,18	34,78
<i>Київ, куренівсько-подільська промислова зона</i>															
7	5	3,2–4	0,30	0,20	0,50	0,65	0,10	0,12	0,13	30,3**	266,67	3,08	13,33	36,36	69,57
8	5	3,2–4	0,30	0,20	0,25	0,33	0,06	0,07	0,20	15,15	133,33	3,08	13,33	18,18	34,78
10	4	3,2–4	0,20	0,13	0,20	0,26	—	—	0,13	0,45	4,00	1,54	6,67	0,55	0,10
12	5	3,2–4	0,10	0,07	0,15	0,20	0,06	0,07	0,13	0,45	0,30	1,23	0,53	0,55	0,10
21	4	3,2–4	0,08	0,05	0,20	0,26	0,10	0,12	0,20	0,61	0,40	1,54	6,67	0,27	0,05
33	5	3,2–4	0,10	0,07	0,15	0,20	0,06	0,07	0,13	0,45	0,30	1,23	0,53	0,55	0,10
34	6	3,2–4	0,20	0,13	0,13	0,16	0,04	0,05	0,13	3,03	26,67	0,62	0,27	0,55	0,10
35	5	3,2–4	0,30	0,20	0,25	0,33	0,06	0,07	0,20	15,15	133,33	3,08	13,33	18,18	34,78

Примітка. 1–7 — тип ґрунту (див. табл. 2); жирним шрифтом позначено перевищення ГДК.

міська автомагістраль з інтенсивним рухом (подільсько-куренівська промислова зона). На цій території коефіцієнти перевищення ГДК валового вмісту у ґрунтах досягають значень: для Cu — 30,3, Pb — 3,08, Zn — 36,36 та перевищення ГДК вмісту рухомих форм: Cu — 266,67, Pb — 13,33, Zn — 69,57.

У межах святошинської промислової зони спостерігається майже повсюдне перевищення фонового вмісту досліджуваних хімічних елементів. Особливо значні показники перевищення фону у Cu (2—50), Pb (4—40), Zn (2—40). Відповідно, вміст цих забруднювачів перевищує ГДК валового вмісту і вмісту рухомих форм.

У окремих місцях коефіцієнти небезпеки становлять: Pb — 6, Cu — 15, Zn — 18. Надмірна кількість цих елементів і низька буферність техногенних ґрунтів у містах спричиняє значний вміст рухомих форм хімічних елементів у межах щільного розташування промислових підприємств і транспортних шляхів. Перевищення ГДК вмісту рухомих форм Cu — 2—133, Pb — 6—26, Zn — 3—35.

Висновки. 1. На основі аналізу даних про вміст забруднювачів у ґрунтах Києва та його приміської зони виокремлено такі рівні техногенних навантажень на ландшафти.

Найбільших техногенних навантажень зазнають дуже змінені ландшафти міст. Їх особливістю є накладання полів забруднення і формування поліелементних техногенних геохімічних аномалій, що підтверджують наші дослідження. Основними забруднювачами тут є Cu, Pb, Zn; також V, Cr, Ni, валовий вміст яких перевищує регіональний фоновий рівень. У святошинській та подільсько-куренівській промислових зонах Києва зафіксовано рівні забруднення, що подекуди в десятки разів перевищують ГДК (K_0 Cu = 30, Pb = 3, Zn = 36). Спостерігається різке збільшення вмісту рухомих форм основних елементів-забруднювачів — перевищення ГДК вмісту рухомих форм досягає значень для Pb — 13, Zn — 69, Cu — 267.

Порівняно меншого техногенного тиску зазнають ландшафти ближнього передмістя. Для них у зонах впливу промислових об'єктів характерним є перевищення фонового рівня вмісту головним чином Pb (K_c — до 5), а також V (K_c — до 2). Проте вміст цих та інших важких металів — на рівні незначного пере-

вищення або на межі ГДК їхнього валового вмісту, вміст рухомих форм — у межах ГДК.

Найменшого тиску зазнають ландшафти віддаленої частини приміської зони. У цих ландшафтах привертає увагу перевищення фонових показників вмісту у ґрунтах Pb — K_c досягає значення 2 і V — K_c — до 3. Вміст інших досліджуваних важких металів — у межах фонових значень для відповідних типів ґрунтів, навіть у тих ландшафтах, що перебувають під впливом місцевих джерел забруднення.

2. Низький показник буферності природних або малозмінених ґрунтів поліських ландшафтів не завжди є свідченням низької стійкості ландшафтів. За низьких показників буферності забруднювачі слабо закріплюються у ґрунті, провідними стають механізми самоочищення ландшафтів завдяки інтенсивній водній та біогенній міграції, фіксації хімічних елементів у формі, недоступній для рослин. Таким чином, малозмінені ландшафти мають більший ступінь стійкості до антропогенних хімічних навантажень завдяки збереженню природних геохімічних властивостей ґрунтів. Тому у ґрунтах фонових ландшафтних урочищ приміської зони Києва, де можна очікувати значного надходження забруднювачів, спостерігається низький вміст важких металів. Низька буферність техногенних ґрунтів урболандшафтів, надмірний вміст забруднювачів і постійне їх надходження у поєднанні з обмеженими можливостями самоочищення є причиною зниження або навіть втрати ландшафтами міста стійкості до антропогенного хімічного навантаження. Цим же у сильнозабруднених ґрунтах спричинено різке збільшення частки важких металів у рухомій формі.

3. Стійкість ландшафтів до техногенного забруднення залежить від рівня збереження природних геохімічних параметрів ґрунтів, ступеня їхньої антропогенної перетвореності та рівня надходження речовин-забруднювачів, зокрема, важких металів.

4. Важливим для подальшого вивчення закономірностей залежності стійкості ландшафтів від геохімічних характеристик ґрунтів є проведення відповідних досліджень у ландшафтах інших природних зон України. Перспективною також видається деталізація запропонованих досліджень із залученням більшого масиву вихідних аналітичних даних.

1. *Авториабілітаційні* процеси в екосистемах Чорнобильської зони відчуження / Відп. ред. Ю.О. Іванов, В.В. Долін. — К., 2001. — 252 с.
2. *Атлас* почв Української ССР / Под. ред. Н.К. Крупського, Н.И. Полупана. — Киев : Урожай, 1979. — 160 с.
3. *Важкі метали* у ґрунтах Українського Полісся та Київського мегаполісу / А.І. Самчук, І.В. Кураєва, О.С. Єгоров та ін. — К., 2006. — 108 с.
4. *Геохимия* окружающей среды / Ю.Е. Саев, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. — М. : Недра, 1990. — 335 с.
5. *Глазовская М.А.* Принципы классификации природных геосистем по устойчивости к техногенезу и прогнозное ландшафтно-геохимическое районирование. — М. : Наука, 1983. — С. 61—78.
6. *Глазовская М.А.* Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР : Учеб. пособие. — М. : Высш. шк., 1988. — 328 с.
7. *Давыдчук В.С.* Ландшафты. Карта масштаба 1 : 1 000 000 / Атлас юного туриста-краеведа Киев. обл. Глав. упр. геодезии и картографии при Совете министров СССР. — М., 1990. — С. 18.
8. *Давыдчук В.С., Линник В.Г.* Обоснование реперной сети радиоэкологического мониторинга 60-километровой зоны ЧАЭС // Тез. докл. 1 научно-техн. сем. по основным результатам ликвидации последствий аварии на ЧАЭС. — Чернобыль, 1988. — С. 73.
9. *Державні санітарні правила та норми. 2. Комунальна гігієна. 2.7. Ґрунт, очистка населених місць, побутові та промислові відходи, санітарна охорона ґрунту. "Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення".* — ДСанПіН 2.2.7.029-99.
10. *Екологія* : Підр. / С. І. Дорогунцов, К.Ф. Коценко, М.А. Хвесик та ін. — К. : КНЕУ, 2005. — 371 с.
11. *Жовинский Э.Я., Кураева И.В.* Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины. — Киев : Наук. думка, 2002. — 216 с.
12. *Копілевич В.А., Прокопчук Н.М., Войтенко Л.В.* Оцінка екологічної безпеки скидів води при виробництві продукції птахівництва // Наук. вісн. Нац. аграр. ун-ту. — 2003. — Вип. 65. — С. 19—23.
13. *Ландшафты* пригородной зоны Киева и их рациональное использование / В.И. Галицкий, В.С. Давыдчук, Л.Н. Шевченко и др. — Киев : Наук. думка, 1983. — 244 с.
14. *Малишева Л.Л.* Ландшафтно-геохімічна оцінка екологічного стану територій. — К. : РВЦ "Київ. ун-т", 1998. — 264 с.
15. *Методика* агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення // За ред. С.М. Рижук, М.В. Лісового, Д.М. Бенцаровського. — К., 2003. — 61 с.
16. *Методические* указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами : Утв. зам. глав. гос. сан. врача СССР от 13 марта 1987 г. № 4266-87.
17. *Ориентировочно* допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах с различными физико-химическими свойствами (валовое содержание, мг/кг). (Дополнение № 1 к перечню ПДК и ОДК № 6229-91), утв. 27.12.1994 № 13 ГН 2.7.020-94.
18. *Предельно* допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почвах и допустимые уровни их содержания по показателям вредности, утверждённые М-вом здравоохранения (№ 1968-79 от 21.02.79, № 25546-82 от 13.05.82 и № 3210-85 от 01.02.85 г.).
19. *Самчук А.И., Бондаренко Г.Н., Долин В.В. и др.* Физико-химические условия образования мобильных форм токсичных металлов в почвах // Минерал. журн. — 1998. — 20, № 2. — С. 48—59.

Ін-т геохімії, мінералогії та рудоутворення
ім. М.П. Семененка НАН України, Київ
Ін-т географії НАН України, Київ

Надійшла 11.11.2009

РЕЗЮМЕ. Приведены результаты исследования содержания загрязняющих веществ в почвах ландшафтов, урбанизированных и таких, где сохранены основные природные свойства. Устойчивость ландшафтов рассматривается как их способность к самоочищению, сохранению и восстановлению условий экологического равновесия в результате действия природных процессов. В качестве показателя устойчивости ландшафтов к техногенному воздействию рассмотрены геохимические параметры почв — сорбционная емкость почвенного поглощающего комплекса, значения рН, буферность. Проанализированы геохимические характеристики, в том числе значения коэффициента буферности почв и уровни загрязнения южнополесских ландшафтов в пределах г. Киев и его пригородной зоны. С использованием методов ландшафтных исследований, аналитических и картографических методов получены и проанализированы данные о валовом содержании и содержании подвижных форм химических элементов (Ni, Co, Zn, V, Pb, Cr, Cu). Установлены зависимости устойчивости ландшафтов к техногенным загрязнениям от уровня сохранности природных геохимических параметров почв, степени их антропогенной измененности и уровня поступления загрязняющих веществ (тяжелых металлов).

SUMMARY. The research object is Southern-Polissian landscapes, which are under the anthropogenic pressure of different intensity. Contamination levels and regularities of pollutants distribution are discussed. The landscape stability is defined by its ability to self purification, conservation and restoration of ecological balance in the course of natural processes.

Geochemical parameters of soils (sorptive capacity of soil-absorption complex, pH value, buffer capacity) are examined as the indices of landscape tolerance to anthropogenic impact. Geochemical characteristics including soil buffer capacity and pollution level of the Southern-Polissian landscapes within Kyiv and its suburban zone are analyzed.

The main analytical methods of the study: spectral analysis (spectrograph СТЭ-1) — for determination of microelement composition of soil samples; atomic-sorption method — for identification of heavy metals mobile forms content in filtrate. To assess pollution rate of the territory the rates of chemical elements content in soil (upper layer 2—5 cm) are used; they are concentration index; index of exceeding of the maximum allowable concentration (MAC) of the element gross content; index of exceeding of the MAC of the element mobile forms content.

Imperfection of the MAC regulatory values is discussed. The soil buffer capacity coefficient is used to analyze the landscape tolerance to anthropogenic pollution. The methods of landscape study and cartographical method are used for analysis and spatial interpretation of the data on gross content and content of mobile forms of chemical elements (Ni, Co, Zn, V, Pb, Cr, Cu). The landscape characteristics of the testing areas in Kyiv suburban zone are presented. The main pollution sources and levels of their environmental effects are analyzed. Some exceeding of lead and vanadium background content has been detected in the suburban landscapes.

The urban landscapes within Kyiv industrial zones (Podil-Kurenivka and Svyatoshyh ones) are characterized by loss of their original natural properties, in particular, replacement of natural soils by artificial technosols. These soils contain excessive quantities of heavy metals (Cu, Pb, Zn). Excessive quantity of the pollutants and low buffer capacity of technosols in cities cause considerable content of mobile forms of chemical elements within the territories with high density of industrial and transport objects. The highest coefficients of the excess of MAC of the element mobile forms content are 266 for Cu, 13 for Pb, 69 for Zn. Natural soils geochemical indicators safety — landscape stability relation is exposed. The relations between landscape tolerance to anthropogenic pollution and level of conservation of soils' natural geochemical parameters as well as level of their anthropogenic transformation are determined.