

УДК 911.53

I.B. Кураєва¹, I.B. Рога², Л.Ю. Сорокіна², О.Г. Голубцов²**ОЦІНКА ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ТА УМОВ ЇХ МІГРАЦІЇ
В АГРОЛАНДШАФТАХ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ****І.В. Кураєва¹, И.В. Рога², Л.Ю. Сорокина², А.Г. Голубцов²****ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И УСЛОВИЙ ИХ МИГРАЦИИ В АГРОЛАНДШАФТАХ ТЕРНОПОЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**¹*Інститут геохимии, минералогии и рудообразования НАН Украины, Киев*²*Інститут географии НАН Украины, Киев*

Ізложена методика исследования содержания тяжелых металлов в ландшафтах. На основе предложенной методики проанализированы особенности техногенного воздействия на агроландшафты Тернопольской области. На примере репрезентативных ключевых участков рассмотрены содержание тяжелых металлов в почвах и ландшафтные предпосылки их миграции.

Ключевые слова: тяжелые металлы, агроландшафты, миграция тяжелых металлов.

I. Kuraeva¹, I. Roga², L. Sorokina², O. Holubtsov²**ESTIMATE OF HEAVY METALS CONTENT AND CONDITIONS OF THEIR MIGRATION WITHIN TERNOPILOV REGION AGRICULTURAL LANDSCAPES**¹*Institute of geochemistry, mineralogy and ore formation National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv*²*Institute of Geography, National Academy of Science of Ukraine, Kyiv*

Methodology of heavy metals content content in landscapes has been presented. Based on the presented methodology the character of technogenic impact on agricultural landscapes in Ternopil region have been analyzed. Heavy metals content in the soil along with landscape based preconditions for their migration have been reviewed using representative key areas as an example.

Keywords: heavy metals; agricultural landscapes; migration of heavy metals.

Основним джерелом привнесення хімічних елементів у ландшафтні комплекси та залучення їх у міграційні потоки є природні процеси – вивітрювання гірських порід, ґрунтоутворення [10, 28], значний вплив мають також кліматичні та біотичні процеси [8]. Важливу роль відіграє й техногенна діяльність, що може спричинювати надходження в ландшафти полютантів, зокрема важких металів, у кількостях, токсичних та небезпечних для живих організмів. Особливу увагу за цих умов доцільно приділяти вивченю забруднення земель сільськогосподарського призначення.

Метою цього дослідження є визначення вмісту важких металів у агроландшафтах, що знаходяться у межах зон впливу техногенних об'єктів, а також аналіз умов їх латеральної міграції в ґрунтах.

Об'єкт дослідження – ландшафтні комплекси Тернопільської області, переважно сільськогосподарського призначення, що розташовані у межах зон впливу великих промислових підприємств (Чортківський цукровий завод, Чортківський м'ясокомбінат, Марилівський спиртзавод) та промислових і комунальних підприємств м. Тернопіль.

Наявний досвід досліджень поведінки забруднювачів у навколошньому природному середовищі багатогранний і різноманітний [7, 8, 9, 10, 11, 18, 27 та ін.]. Встановлено, що трансформація важких металів та інших речовин залежить від ряду чинників: складу, властивостей і динаміки потоків техногенних сполук; ландшафтної структури території; геохімічних параметрів ландшафтних

комплексів; антропогенних змін ландшафтів та сучасної структури природокористування, особливостей територіального розміщення джерел забруднення [12, 22].

Рівень забруднення ґрунтів важкими металами зменшується при віддаленні від джерела викидів, досягаючи фонового вмісту на відстані від 10-15 км до 30-40 км [19]. Зона впливу великих міст, а також міських агломерацій в середньому перевищує в 40-50 разів їх власні радіуси [3]. Забруднення сільськогосподарських угідь важкими металами в основному відбувається за рахунок атмосферних викидів промислових підприємств, автотранспорту, в тому числі сільськогосподарської техніки, а також внаслідок застосування мінеральних добрив і отрутохімікатів [12, 18].

Антропогенізація ландшафтних комплексів внаслідок впливу сільськогосподарської діяльності пов'язана з застосуванням різноманітних засобів хімізації – стандартизованих (азотних, фосфорних, калійних, комплексних, мікродобрив) та нестандартизованих (стічних вод, компосту з побутових відходів), мінеральних та органічних добрив; з агротехнічним обробітком землі, застосуванням гідро- та інших видів меліорації [5, 22].

Методи дослідження. При визначенні рівня забруднення важкими металами агроугіді Тернопільської області, що виконано на прикладі репрезентативних ключових ділянок, при розташуванні точок відбору проб ґрунтів враховано особливості ландшафтної та ландшафтно-геохімічної струк-

тури території. Як правило, пробовідбір здійснювався по ландшафтно-геохімічній катені. Зразки ґрунтів відібрано з верхнього гумусного горизонту методом "конверту". Лабораторно-аналітичні дослідження вмісту важких металів у ґрутових зразках проводились атомно-абсорбційним методом на спектрометрі СТЕ-2. Нами встановлено валовий вміст важких елементів у ґрутах, що є доцільним і достатнім для загальної геоекологічної характеристики їх стану і вивчення потенційної небезпечності досліджуваних хімічних елементів та сполук для агроландшафтів [13]. Пріоритетність визначення валового вмісту полягає в тому, що ця форма перебування важких металів є більш небезпечною, адже рухомі форми виносяться за межі території Західного Поділля, враховуючи сприятливу для цього міграційну структуру, тоді як геохімічно нерухомі чи малорухомі елементи становлять загрозу в разі їх накопичення та зростання концентрації.

У наукових працях, присвячених проблемам забруднення навколошнього природного середовища, термін "важкі метали" має широке застосування, однак його тлумачення різне. Так, у роботі [4] зазначено, що в технічній літературі важкими називають метали щільністю понад 5 г/см³, або ж важкими металами є елементи з масою атомів вище 40 атомних одиниць. Традиційно в екологічній літературі важкими металами вважаються хімічні елементи з атомною масою вище 50 а.у.о. Проте при віднесенні хімічного елемента до категорії важких металів, крім атомної маси враховують також густину (питому масу), хімічні властивості, поширеність у природному середовищі, токсичність. Часто до категорії важких металів включають хімічні елементи відповідно до напрямку і специфіки робіт. Зокрема, пріоритетними можуть бути не хімічні їх властивості, а біологічна активність, використання у господарській діяльності, шкідливість їх сполук для навколошнього середовища [7, 17].

У ГОСТ 17.4.1.02-83 [6] подано класифікацію важких металів за класом небезпечності, в якій враховано їх токсичність, персистентність у ґрунті та рослинах, гранично допустиму концентрацію у ґрунті, міграційні властивості. До I класу небезпечності віднесено As, Cd, Hg, Se, Pb, Zn; до II класу небезпечності – В, Co, Ni, Mo, Cu, Sb, Cr, а також Ba; V, W, Mn, Sr віднесено до III класу небезпечності. При проведенні геохімічних досліджень щодо визначення вмісту важких елементів в агроландшафтах, які знаходяться у зоні впливу техногенних об'єктів, ми орієнтувались на цю класифікацію. Основну увагу приділено елементам, вміст яких виявився найбільшим у проаналізованих пробах: Pb, що належить до I класу небезпечності, Co, Cu, Mo, Cr, Ni - II класу та Mn - III класу.

Геохімічна оцінка ґрунтів за вмістом важких металів традиційно виконується через порівняння їх фактичного вмісту з певними показниками, зокрема, кларку хімічного елемента у літосфері чи ґрунті за О.П. Виноградовим, гранично допустимої концентрації (ГДК), або орієнтовно допустимої концентрації (ОДК), а також з фоновими параметрами [6, 13, 28]. У таблиці 1 представлено показники, вибрані для досліджуваних хімічних елементів за різними літературними джерелами. Слід зазначити, що нормування важких металів здійснено понад 50-70 років, тому ці показники потребують уточнення та вдосконалення [9] з урахуванням новітніх методів виконання аналітичних робіт, сучасних емпірических даних та наукових узагальнень у галузі ґрутознавства, геоекології, геохімії ландшафтів.

У нашому дослідженні для визначення рівня техногенного забруднення сільськогосподарських земель важкими металами використано фонові показники. У розумінні фонових фізико-хімічних властивостей ґрунтів ми спираємося на підходи, які використовують у ґрутознавстві, де за фонові приймають конкретні параметри ґрунтів (навіть ґрунтів різного ступеня антропогенної зміненості), що є характерними та домінуючими для певної території [2, 28].

Збір інформації щодо фонових геохімічних властивостей ґрунтів здійснено за різними літературними джерелами [5, 13, 14, 28]. У таблиці 2 подано узагальнені дані про вміст Pb, Co, Mn, Cu, Mo, Cr, Ni у різних типах ґрунту. Найбільш об'єктивними, на нашу думку, є результати досліджень, викладені у [28]. Тут використані наявні матеріали великомасштабних ґрутових обстежень всіх земель території України, які були проведені у 1950-х – 1960-х роках. Особливістю цих досліджень є те, що фон хімічних елементів розраховано для найпоширеніших ґрунтів, а також для різних природних зон, у тому числі і для Західного Поділля.

Для визначення ступеня накопичення важких металів використано коефіцієнт концентрації (КК), який характеризує співвідношення вмісту хімічного елемента у ґрутовому покриві до його фонового значення [12]. Інтерпретація та аналіз розрахованих коефіцієнтів концентрації Pb, Co, Mn, Cu, Mo, Cr, Ni здійснено на ландшафтній основі. На територію дослідження з використанням засобів ГІС створено великомасштабні ландшафтні карти (базовий масштаб 1:50 000), на яких представлено ландшафтні комплекси рангу урочищ. Ландшафтно-геохімічні дослідження на рівні урочищ з метою визначення техногенного забруднення є виправданим, оскільки їм властиві однорідний речовинний склад компонентів, спільний характер функціонування та основних природних процесів (стік, міграція хімічних елементів, дену-

Таблиця 1. Показники вмісту гранично допустимих концентрацій та орієнтовно допустимих концентрацій важких металів у ґрунті за різними літературними джерелами, мг/кг

Літературні джерела	Pb	Co	Mn	Cu	Mo	Cr	Ni
Методичні вказівки 4266-87 [15] ГДК * рухома форма ** водорозчинна форма	30**	5*	1500**	3*			4*
ГДК за [1]	20		1500			00,5	
ГДК за [13, 21] (валова форма)	32	50	1500	55		100	85
ОДК - для кислих (суглинкових і глинистих) ґрунтів [13]	65			66			40
ОДК - для близьких до нейтральних і нейтральних (суглинкових і глинистих) ґрунтів [13]	130			132			80

дація або акумуляція) [20]. У межах урочищ наявні різноманітні геохімічні спряження. Вивчення їх особливостей дає змогу простежити поведінку конкретних хімічних елементів, встановити місця їх концентрації чи виносу [25, 26].

Отримані результати. Представлені дані щодо вмісту важких металів в агроландшафтах Тернопільської області були отримані нами при проведенні досліджень на ключових ділянках у різних ландшафтних умовах і відрізняються за характером основних джерел забруднення.

Вміст важких металів у ландшафтних комплексах Тернопільської ключової ділянки. Досліджувана територія (рис. 1) знаходитьться у межах Зборівсько-Теребовлянського фізико-географічного району Західно-Подільської височинної області [16]. Для цієї території характерним є суцільне поширення лесовидних суглинків, які підстелені переважно суглинками та глинами з уламками корінних вапнякових порід, мергелю, пісковику, аргіліту. У межах ключової ділянки вододільні поверхні представлені урочищами бічних відгалужень Подільських Товтр та урочищами пласкорів. Переважають горбисті, слабогорбисті, місцями хвилясті межирічні рівнини, що лежать на висотах 340-400 м (виділи 4-9 на карті). У ґрунтовому покриві домінують чорноземи опідзолені, місцями глеюваті середньо- і важкосуглинкові, в околицях м. Тернополя – чорноземи типові малогумусні вилугувані середньосуглинкові та чорноземи типові малогумусні середньосуглинкові.

Товтри представлена урочищами опуклих вододільних поверхонь середнього рівня - близько 350-390 м (виділи 2, 3). Ґрунтовий покрив характеризується чорноземами опідзоленими та реградованими середньосуглинковими та чорноземами опідзоленими карбонатними середньо-

і важкосуглинковими. Вони сформувались на лесовидних суглинках, які підстелені вапняковими відкладами. Ці поверхні переходят у пологі (3-5°) та покаті (7-10°) схили (виділи 11-15).

Досліджувана територія вирізняється густою ерозійною мережею, що представлена лощинами (виділи 50-56), балками (виділи 58-65), верхів'я яких подекуди ускладнюються урочищами водозбірних знижень (виділи 34-39).

Практично вся досліджувана ділянка розорана, лише подекуди невеличкими фрагментами збереглись грабові та дубово-грабові ліси.

Антропогенний вплив, крім сільськогосподарської діяльності, пов'язаний тут із великими промисловими підприємствами м. Тернопіль, зокрема ВАТ «Ватра» (виробництво освітлювального обладнання.), ВАТ “Тернопільський комбайнівий завод”, ВАТ “Тернопільський радіозавод “Оріон”. ВАТ “Тернопільське об’єднання “Текстерно”, ВАТ “Тернопільбуд”. Їх відходи складають речовини I – IV класів небезпеки. Це відпрацьовані люмінесцентні лампи, які містять ртуть, відпрацьовані батареї свинцевих акумуляторів, гіdraulічні масла, поліефірні смоли, масла і моторні мастила, органічні розчинники, зіпсовані фарби, відпрацьовані шини тощо [24].

Територія поблизу м. Тернопіль, де відбірано пробы ґрунту, перебуває у сільськогосподарському використанні; у прилеглих районах міста розташовані промислові підприємства, проходить об’їзна дорога. Поширені тут чорноземи опідзолені середньосуглинкові (виділ 5), а також чорноземи типові малогумусні середньосуглинкові, (виділ 9) мають слабокислі та близькі до нейтральних умов ґрунтового розчину. Це сприяє відносному накопиченню катіонів важких металів через зменшення їх міграційної здатності при закріпленні у ґрунтово-поглинальному комплексі.

Таблиця 2. Фоновий вміст важких металів у ґрунтах Тернопільської області, мг/кг [за 5, 13, 14, 28]

Хімічний елемент Літературні джерела*	Pb	Co	Mn	Cu	Mo	Cr	Ni					
Грунти	28	5	13	14	28	5	13	14	28	5	13	14
Сірі ясно-срі білоземи легкосуглинкові	12	12,5	10	14	12,4	15	10	581	1025	500-550	850	15,4
Сірі ясно-срі опізлені середньосуглинкові	10		10	14	12,4	15	10	758	500-551	850	14,5	6,12
Сірі ясно-срі опізлені важкосуглинкові												2,4
Сірі ясно-срі опізлені легкосуглинкові												3,2
Темно-срі опізлені середньосуглинкові												2
Темно-срі опізлені середньосуглинкові												46
Темно-срі опізлені важкосуглинкові												250
Чорноземи опізлені середньосуглинкові												200
Чорноземи опізлені легкосуглинкові												27
Чорноземи опізлені середньосуглинкові												30,3
Чорноземи опізлені важкосуглинкові												40
Чорноземи опізлені легкосуглинкові												40
Чорноземи опізлені середньосуглинкові												40
Чорноземи опізлені середньосуглинкові												40
Чорноземи опізлені важкосуглинкові												40
Чорноземи типові малогу- гумусні легкосуглинкові	10		10	19,6	23,4	10	734		850	19,3	12,8	20
Чорноземи типові малогу- гумусні важкосуглинкові	11		10	18	23,4	10	754		850	31,4	12,8	20
Чорноземи типові середньогумусні важкосуглинкові	14		10	17,6	23,4	10	632		850	31	12,8	20
Лучно-чорноземні погранично-солонцоваті			10	18,7		10	830		850	21	20	2,7
Лучні			10	19,5		16	776	400-550	850	31	2,18	20
Лучно-болотні			10	17,1	16	10	478	400-551	850	25	2,18	20

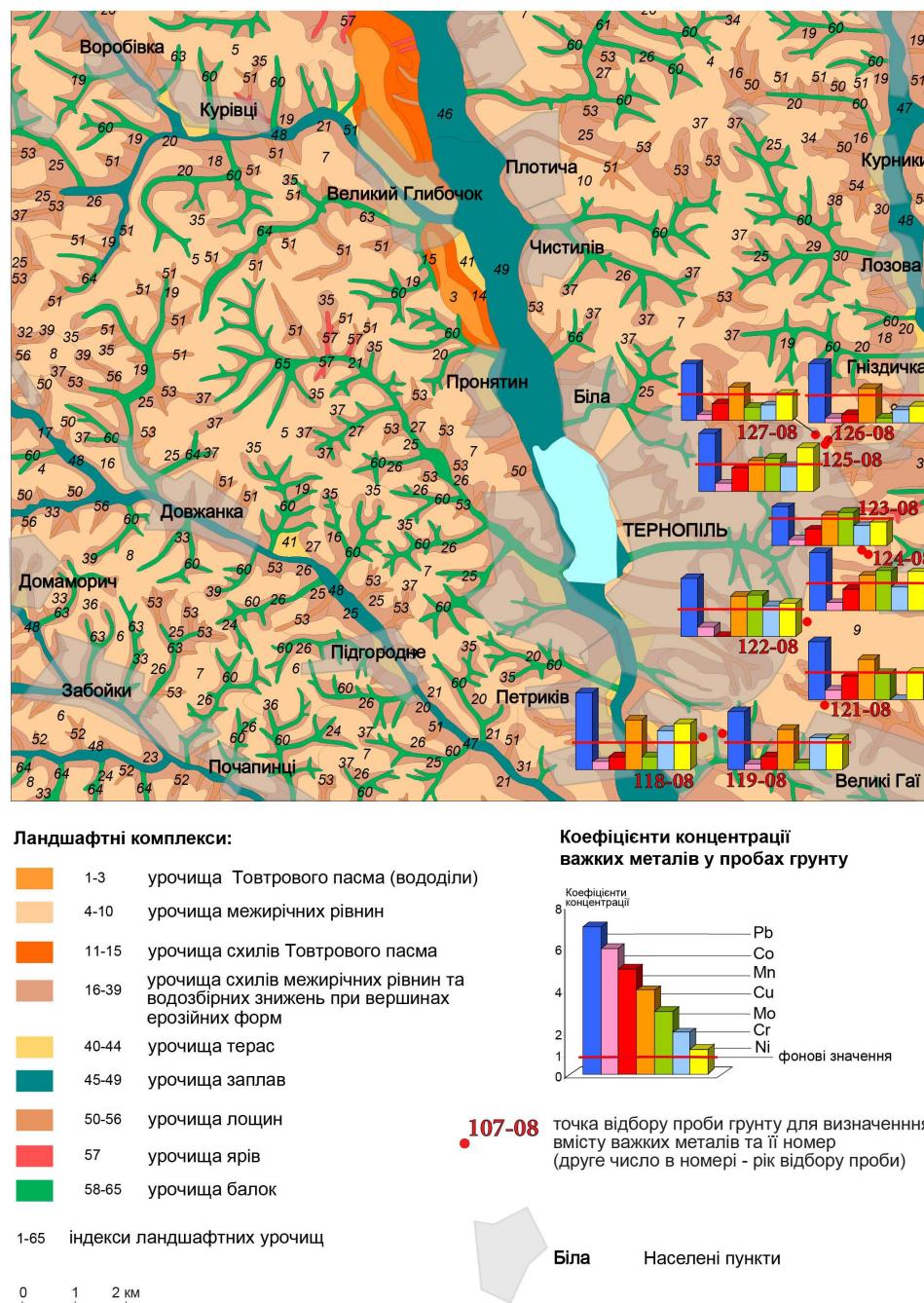


Рисунок 1. Вміст важких металів у ґрунтах Тернопільської ключової ділянки

Із середньосуглинковим механічним складом досліджуваних ґрунтів пов'язані високі показники катіонообмінної здатності, тобто здатності поглинати із ґрутового розчину позитивно заряджені іони, у тому числі важкі метали [5, 19].

У пробах ґрунту, відібраних біля м. Тернопіль, найвищим виявився валовий вміст свинцю (рис. 1). Концентрація Pb становить 30-40 мг/кг і перевищує фон та ГДК, показники яких відповідно становлять 10 мг/кг та 32 мг/кг [13, 21]. Вміст валових форм міді, молібдену, хрому та нікелю теж дещо підвищений. Перевищення фону практично у всіх досліджуваних зразках ґрунтів зафіксовано для Cu (вміст сягає 30-50 мг/кг) і Ni (30-60 мг/кг). Однак, вміст цих хімічних елементів знаходиться у межах

ГДК, що становлять відповідно 55 мг/кг та 85 мг/кг [13, 21]. Близькими до фонової є кількість у ґрунті Mo (1- 8 мг/кг) та Cr (50-100 мг/кг), а на точках 121-08, 122-08, 123-08, 124-08, 125-08 зафіксовано незначне перевищення їх фонових значень. Концентрація кобальту та марганцю відносно невисока (у межах відповідно 6-10 мг/кг та 500-800 мг/кг) і знаходиться нижче фонових показників.

Підсумовуючи викладені результати аналітичних досліджень щодо вмісту важких металів у ґрунтах ландшафтів, які знаходяться у зонах сільськогосподарського навантаження та впливу м. Тернополя, варто відмітити перевищення фонових значень вмісту Pb, Cu, Ni, місцями Mo Cr – найбільш типових забруднювачів техногенного

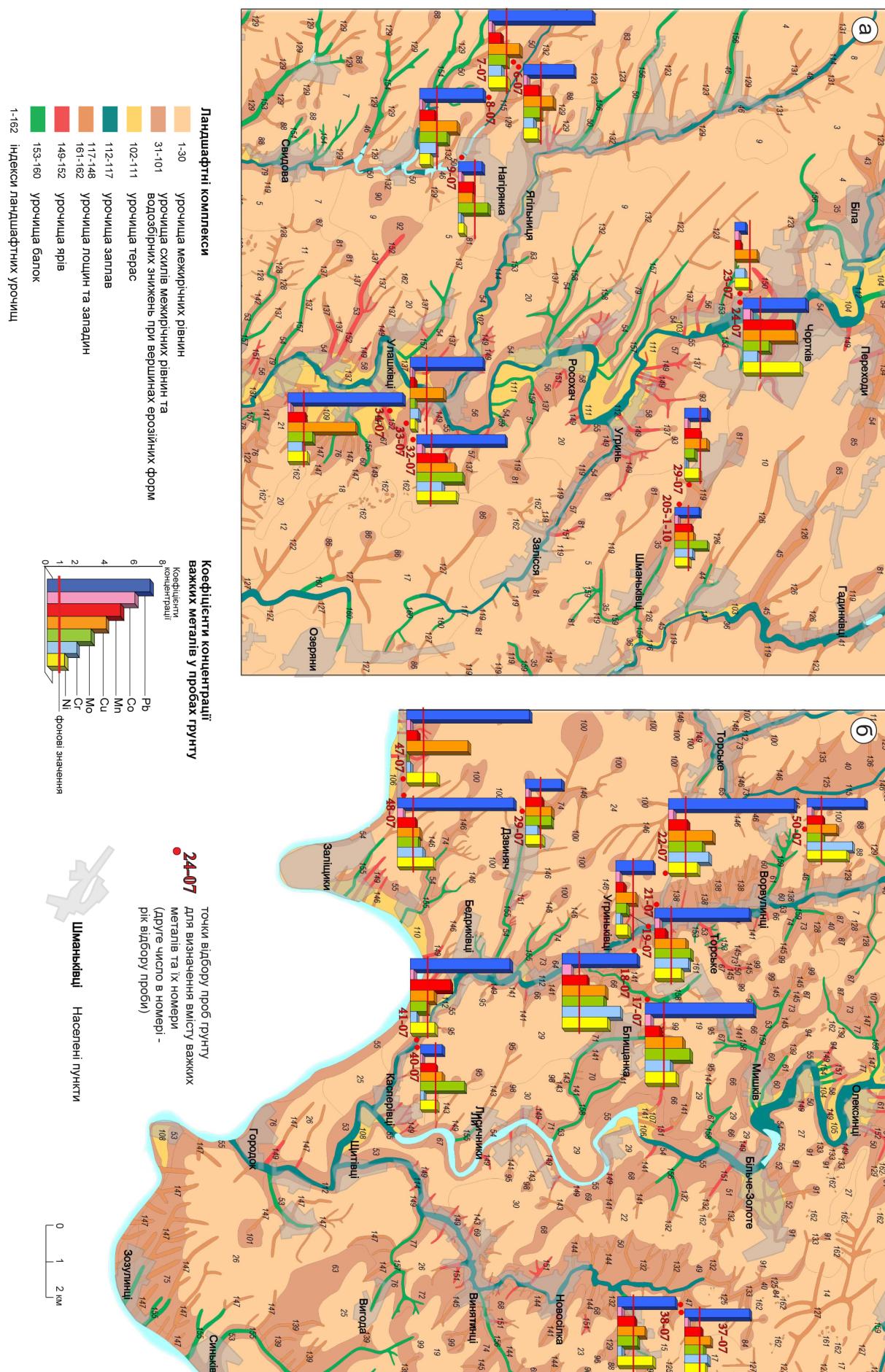


Рисунок 2. Вміст важких металів у ґрунтах Чортківської (а) та Придністровської (б) ключових ділянок

походження. Однак, валовий вміст усіх хімічних елементів, крім свинцю, не перевищує ГДК.

Вміст важких металів у ландшафтних комплексах Чортківської ключової ділянки (рис. 2, а). За рівнем антропогенного навантаження на навколоішне середовище у Тернопільській області слід виділити м. Чортків, у якому функціонують небезпечні промислові об'єкти, зокрема Чортківське виробниче управління водопровідно-комунального господарства (ВУВКГ), ДП „Чортківм'ясопром», ВАТ „Чортківський завод „Агромаш“, Чортківський ливарно-механічний завод.

Ландшафтні умови території різноманітні. Місто Чортків відноситься до Чортківсько-Кам'янець-Подільського фізико-географічного району Західно-Подільської височинної області [16]. Західна частина міста та зона його техногенного геохімічного впливу – це високе лівобережжя р. Серет; південні околиці знаходяться у межах хвилясто-горбистої давньої високотерасової рівнини, північно-східна частина міста займає слабохвилясту лесову рівнину. Центральна частина м. Чортків займає урочища надзаплавних терас низького рівня, заплава р. Серет у межах міста доволі вузька, сира. Ландшафтні комплекси у межах м. Чортків та навколонього зазнають активного антропогенного впливу.

У межах м. Чортків валовий вміст важких металів досліджено у ґрунтових зразках, відібраних на межирічній рівнині високого лівобережжя р. Серет та її схилі (відповідно, виділи 3 і 54). Ландшафтні та ландшафтно-геохімічні особливості території створюють передумови для інтенсивних процесів перерозподілу важких металів у ґрунтах. Наші дослідження встановили значне накопичення важких металів у пробі ґрунту, відібраній у середній частині крутого схилу (точка 24-07). Валовий вміст свинцю становить 50 мг/кг, марганцю 3000 мг/кг, міді 60 мг/кг та нікелю 100 мг/кг, і ці показники є вищими за відповідні рівні ГДК. Концентрація кобальту і хрому знаходитьться у межах фонових значень. Тобто, в умовах, сприятливих для міграції, спостерігається переважання акумулятивних процесів. Частково це можна пояснити залисеністю схилу – лісова підстилка є фактором зменшення поверхневого змиву і, відповідно, сприяє накопиченню хімічних елементів. Однак, для виявлення джерела забруднення цього схилового урочища та особливостей міграційних умов необхідно провести більш детальні дослідження. Натомість, на розташованій вище вододільній поверхні з лучною рослинністю валовий вміст усіх досліджуваних важких металів, крім міді, знаходитьться у межах фону.

Дослідження, проведені поблизу смт Заводське у зоні техногенного впливу ТОВ „Чортківський цукровий завод”, дали змогу виявити підвищений вміст молібдену у ґрунтах. Пробовідбір здійс-

нено у днищі лощини (виділ 119) на поверхні слабохвилястої межирічної рівнини (5). Це агроугіддя, у ґрутовому покриві яких переважають сірі опідзолені середньосуглинкові ґрунти, що сформувались на лесовидніх суглинках. Концентрація молібдену в ґрутовому зразку 205-1-10 становить 8 мг/кг при фоновому його вмісті 2,4 мг/кг.

Показники валового вмісту важких металів на точках пробовідбору 6-07, 7-07, 8-07, що знаходяться у зоні впливу ДП „Марилівський спиртовий завод”, практично ідентичні. Основним забруднювачем території є свинець, концентрація якого сягає 40-80 мг/кг. Встановлені показники засвідчують перевищення гранично допустимих концентрацій Pb у ґрунтах цих агроландшафтів. Зафіксовано також перевищення фонових показників міді (вміст сягає 40-50 мг/кг), однак вміст Cu знаходитьться у межах ГДК. Незначний валовий вміст важких металів у заплаві (точка 9-07).

Досліджувані елементи не досягають фонового рівня, крім свинцю та молібдену, для яких зафіксовано незначне перевищення фону. Ці дані засвідчують переважання транзитних міграційних процесів у заплаві. Форма рельєфу (у даному випадку – заплава), що є основним фактором формування латеральних потоків, та слабокисла реакція ґрунтового розчину призводять до збільшення рухливості важких металів та активної участі у міграційних потоках порівняно з їх поведінкою у ґрунтах вододільних поверхонь.

Дослідження закономірностей природних процесів міграції здійснено на ландшафтно-геохімічній катені, закладеній поблизу с Улашківці.

На досліджуваній катені найінтенсивніші процеси акумуляції спостерігаються на вододільній поверхні, що пояснюється високою сорбційною ємністю чорноземів карбонатних. Наявність у цих ґрунтах карбонатних іонів сприяє виведенню з міграційних потоків важких металів та їх необмінному закріпленню у ґрутовому поглинальному комплексі. Відповідно, у пробі ґрунту 32-07 зафіксовано перевищення фонових значень вмісту усіх важких металів, крім кобальту та перевищення ГДК свинцю (валовий вміст свинцю становить 80 мг/кг) і марганцю (2000 мг/кг). На схилі, вміст забруднювачів на якому характеризує точка 33-07, не зважаючи на аналогічний ґрутовий покрив, домінують процеси виносу хімічних елементів і сполук. Тут перевищення фону зафіксовано лише свинцем та міддю. Менш інтенсивні відносно вододільної поверхні акумулятивні процеси можна відмітити у ґрутовому покриві надзаплавної тераси з чорноземами реградованими середньосуглинковими (точка пробовідбору 34-07), хоча поверхня тераси вирівняна, а ґрутовому покриву теж властива висока сорбційна ємність. Найбільшими забруднювачами тут є свинець (валовий вміст

100 мг/кг) та мідь (100 мг/кг).

Загалом, геохімічне поле забруднювачів агроландшафтів біля м. Чортків є строкатим та неоднорідним. Вміст важких металів у ґрунтах залежить від багатьох чинників, які діють одночасно. У зв'язку з цим отримані результати на перший погляд можуть суперечити закономірностям природних процесів перерозподілу хімічних елементів і сполук при їх аналізі без урахування взаємодії кількох чинників. Ця складна як у ландшафтному, так і в геохімічному плані територія потребує детальнішого вивчення на локальному рівні умов міграційних процесів, особливостей накопичення-виносу забруднювачів у агроландшафтах.

Вміст важких металів у ландшафтних комплексах Придністровської ключової ділянки. Досліджувана ділянка (рис. 2, б) знаходиться у Чортківсько-Кам'янець-Подільському фізико-географічному районі Західно-Подільської височинної області [16] і представлена ландшафтами давніх високотерасових лесових рівнин та сучасних річкових долин, що репрезентують долину Дністра і нижні ділянки його допливів (у межах ділянки – рр. Серет, Тупа, Храмова). Ландшафт вирізняється складністю морфологічної структури, корінних відкладів, ґрутового покриву. Урочища давніх високотерасових рівнин (виділи 18-30) в основному хвилясто-горбисті, горбисті, складені лесовидними суглинками різної потужності (від 2 м до 11-14 м), що підстелюються піщано-галечниковими відкладами терас потужністю 1-7 м. Характерною рисою території є переважання у ґрутовому покриві різновидів глейових та глеюватих опідзолених ґрунтів (сірих опідзолених, темно-сірих опідзолених, чорноземів опідзолених). Їх утворення пов'язують із неглибоким заляганням ґрутових вод, що призводить до оглеєння материнської породи та нижніх горизонтів ґрутового профілю, також процеси оглеєння зумовлені недостатньою аерацією періодично перевезволожених ґрунтів при їх низькій фільтраційній здатності [23].

Різноманітність та контрастність морфологічної будови ландшафтів Придністров'я підкреслює різкий перехід вододільних поверхонь у схилові урочища. Схили складають значну частину території, вирізняються крутістю, особливо круті (15-20°) та дуже круті (20-40°) схили-стінки (виділи 54, 55), що надають каньйоноподібного вигляду долинам Дністра, Серету, Тупої. Вододіли переважно розорані, ліси трапляються в долині р. Серет.

Серед досліджуваних ключових ділянок, обраних у межах Тернопільської області, територія Придністров'я виявилась найбільш забрудненою важкими металами (рис. 2, б). За валовим вмістом хімічних елементів у ґрунтах виділяється свинець,

що є характерним для багатьох сучасних ландшафтів, які зазнають техногенного забруднення. Практично в усіх відбраних ґрутових зразках зафіксовано перевищення ГДК цього елементу – його валовий вміст у середньому знаходиться в межах 50-100 мг/кг. Також перевищення нормативних показників виявлено для міді (валовий вміст у ґрутовому зразку 22-07 становить 60 мг/кг, 47-07 – 100 мг/кг, 50-07 – 60 мг/кг), хрому (вміст у ґрунтах точок пробовідбору 18-07, 22-07, 50-07 сягає 200 мг/кг), нікелю (вміст у ґрунтах точок пробовідбору 47-07, 50-07 сягає 100 мг/кг). Із досліджуваних хімічних елементів у межах фону знаходиться кобальт, близькою до фонових показників є концентрація марганцю. Виявлено підвищений вміст молібдену, що коливається у межах 5-10 мг/кг. Концентрація цього металу у ґрунтах пов'язана з складом материнських порід, а саме з кислими магматичними породами, зокрема сланцями, які поширені на цій території [10], а також з наявністю оглеєніх ґрунтів. За даними [10] розчинність сполук молібдену залежить від кислотно-лужного середовища ґрунтів. Їх оглеєння і, відповідно, збільшення кислотності, збагачення гідроксидами алюмінію, заліза призводить до різкого зменшення міграційних властивостей.

На проаналізованих вище ключових ділянках встановлено здатність молібдену накопичуватись у заплавах і днищах балок (рис. 2, б), тоді як ґрунти заплав Придністров'я характеризуються незначним вмістом цього металу (на точках 19-07 та 41-07 відповідно 2 мг/кг та 3 мг/кг). Це теж пов'язано з фізико-хімічними властивостями молібдену, оскільки у ґрутовому покриві заплав переважає дерновий карбонатний глейовий середньо-суглинковий ґрунт, нейтральне середовище якого сприяє вилуговуванню сполук молібдену.

Отримані нами дані щодо забруднення агроландшафтів загалом відповідають закономірностям розподілу забруднювачів на території Тернопільської області [16].

Висновки

- Аналіз вмісту важких металів у ландшафтах є репрезентативним показником екологічного стану території. Для просторової інтерпретації, коректного і наочного представлення даних щодо забруднення ландшафтних комплексів різними хімічними сполуками доцільно використовувати безрозмірні показники, зокрема коефіцієнт концентрації. Проблемним залишається питання вибору критеріїв ландшафтознавчо-геохімічної оцінки вмісту забруднювачів у ґрунтах, зокрема, встановленням для цього об'єктивних регіональних фонових ландшафтно-геохімічні параметрів, науково обґрунтованих показників ГДК. Врахування фізико-хімічних властивостей ґрунтів як основного середовища накопичення важких металів у

зіставленні з характеристиками речовин-забруднювачів дає можливість встановити ландшафтно-залежні закономірності розподілу важких металів. Разом з тим, для коректної їх просторової інтерпретації – у вигляді полів забруднення – необхідно оперувати більшим масивом аналітичних даних.

2. Наші дослідження показали, що найпоширенішим забруднювачем ґрунтів в агроландшафтах Тернопільської області є свинець, показники вмісту якого перевищують не лише фонові значення, а й ГДК. Вміст валових форм міді, молібдену, а також нікелю у ґрутовому покриві досліджуваних ландшафтів також є підвищеним.

3. Встановлені закономірності узгоджуються з ландшафтними передумовами вторинного перероз-

поділу хімічних елементів і сполук. Зокрема, значний вплив на поширення антропогенно призвнесених забруднювачів має міграційна структура території та фізико-хімічні параметри ґрутового покриву. Однак, наслідки складних процесів природної та антропогенно зумовленої міграції не завжди відповідають загальноприйнятим закономірностям перерозподілу тих чи інших елементів у компонентах ландшафтів. Тому актуальним завданням досліджень у цьому напрямі є проведення систематичних аналітичних досліджень в агроландшафтах Тернопільщини та інших регіонів, а також поглиблена вивчення їх ландшафтної та ландшафтно-геохімічної структури з урахуванням сучасних антропогенних змін.

1. Беспамятнов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Справочник. – Л.: Химия, 1985. – 528 с.
2. Важсенин И.Г. Методические рекомендации по обследованию и картографированию почвенного покрова по уровням загрязненности промышленными отходами, 1987. – М.: ВАСХНИЛ. – 27 с.
3. Владимиров В.В., Микулина Е.М., Яргина З.Н. Город и ландшафт (проблемы, конструктивные задачи и решение). – М.: Мысль, 1986. – 238 с.
4. Гандзюра В.П. Екологія: Навчальний посібник для вищих навчальних закладів. – К.: ВГЛ «Обрій», 2008. – 356 с.
5. Геохимия окружающей среды / Ю.Е.Саєт, Б.А.Ревич, Е.П.Янин и др. – М. : Недра, 1990. - 335с.
6. ГОСТ 17.4.1.02-83 [Электронный ресурс] / Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения / М.: Стандартинформ, 2008. – <http://vsegost.com/Catalog/21/21047.shtml>
7. Жовинский Э.Я., Кураева И.В. Геохимия тяжелых металлов Украины. – К.: Наук. думка, 2002. – 213 с.
8. Зубаков Р.А., Чочиа Н.С. Геохимические ландшафты и распределение некоторых микроэлементов в почвах и грунтах присамарского района Южного Урала // Известия ВТО, 1963. – Т. 95. – Вып. 1. – С. 9-22.
9. Ильин В.Б. О нормировании тяжелых металлов в почве // Почвоведение. — 1986. — № 9. С.90-98.
10. Кабата-Пендіас А., Пендіас Х. Микроэлементы в почвах и растениях: пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
11. Ландшафты Чернобыльской зоны и их оценка по условиям миграции радионуклидов / под ред. А.М. Маринича. – К.: Наук. думка, 1994. – 112 с.
12. Малишева Л.Л. Геохімія ландшафтів. – К.: Либідь, 2000. – 472 с.
13. Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / за ред. С.М. Рижука, М.В. Лісового, Д.М. Бенцаровського. – К.: «Рибка моя», 2003. – 61 с.
14. Микроэлементы в почвах СССР / под. ред. В.А. Ковды, Н.Г. Зырина. – М.: Изд-во МГУ, 1973. – 281 с.
15. МУ 4266-87 По оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами. Методические указания [Электронный ресурс] / Перелік чинних в Україні нормативних документів у галузі будівництва та промисловості будівельних матеріалів станом на 1 січня 2012 року. К., 2012. – <http://document.org.ua/docs/tdoc9223.php>
16. Національний Атлас України / гол. ред. Л.Г. Руденко. – К. : ДНВП “Картографія”, 2007. – 440 с.
17. Никитин А.Т. Экология, охрана природы, экологическая безопасность. – М.: Изд-во МИНЭПУ, 2000. – 648 с.
18. Никифорова Е.М. Источники и вещественный состав техногенных потоков, возникающих в связи с работой автотранспорта // Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состояние экосистем. – М.: Наука, 1981. – 255 с.
19. Орлов Д.С. Химия почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. – 376 с.
20. Основные принципы ландшафтного картирования (доклад постоянной Комисии по ландшафтным картам при Географическом обществе СССР) // Б. В. Виноградов, К.И. Геренчук, А.Г. Исаченко и др. Материалы к V Всесоюезному совещанию по вопросам ландшафтования / под ред. Н.А. Гвоздецкого, Ю.К. Ефремова, Н.А. Солнцева – М., 1961. – С. 6-13.
21. Паттика В.П., Тараріко О.Г. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель. – К.: Фітосоціоцентр, 2002. – 296 с.
22. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. – М.: Астрея, 1999. – 768 с.
23. Природа Тернопільської області / за ред. К.І. Геренчука. – Львів : Вища школа, 1979 – 167 с.
24. Рога І.В. Чинники техногенних ризиків у ландшафтно-геохімічних системах Тернопільської області // Просторовий аналіз природних і техногенних ризиків Україні: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., Київ, 29-30 жовтня 2009 р., Інститут географії НАН України. – К., 2009. – С. 177-183.
25. Снытко В.А. Геохимические исследования метаболизма в геосистемах. – Новосибирск: Изд-во “Наука”, 1978. – 150 с.
26. Снытко В.А., Семенов Ю.М., Мартынов А.В. Ландшафно-геохимический анализ геосистем КАГЭКа. – Новосибирск: Изд-во «Наука», 1987. – 110 с.
27. Солнцева Н.П. Геохимическая устойчивость природных систем к техногенным нагрузкам (принципы и методы изучения, критерии прогноза) // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. – М.: Наука, 1982. – С. 181-216.
28. Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України /за ред. А.І. Фатеєва, Я.В. Пащенко. – Харків, 2003. – 71 с.

¹ Інститут геохімії, мінералогії і рудоутворення НАН України, Київ

² Інститут географії НАН України, Київ