

Висновки

Антропогенні геоморфологічні процеси, зумовлені діяльністю людини, поділяють на прямі, з якими пов'язано утворення штучних форм рельєфу та знищення природних, а також опосередковані, що збуджують або посилюють (послаблюють) природні геоморфологічні процеси. Вони є потужним чинником, що зумовлює істотні зміни рельєфу й рельєфоутворювальних процесів.

Формування природного рельєфу на території Житомирської області відбувалося головним чи-

ном внаслідок льодовикових та епігенетичних алювіальних, схилових, біогенних, еолових процесів. Ступінь антропогенної трансформації природного рельєфу істотно розрізняється в межах його окремих генетичних типів.

На території Житомирської області проявилися різні види та неоднакова інтенсивність антропогенних впливів на природний рельєф. За глибиною трансформації рельєфу найбільший вплив має гірничо-промисловий вид, а за охопленням території - водно-технічний та сільськогосподарський.

1. Водний фонд Житомирської області. – Житомир: Житомирське обласне виробниче управління меліорації і водного господарства, 2003. – 120 с.
2. Волчанський Р.В., Ковальчук І.П. Актуальні напрями вивчення техногенного рельєфу і процесів // Геоморфологія в Україні: новітні напрями і завдання. – К., 1999. – С. 41-43.
3. Еколого-економічні проблеми довкілля Житомирщини / Під заг. ред. П.П.Михайленка. – Житомир, 2001. – 320 с.
4. Лихачева Э.А., Тимофеев Д.А. Экологическая геоморфология. Словарь-справочник. – М.: Медия-Пресс, 2004. – 239 с.
5. Ковальчук І.П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз. – Львів: Ін-т українознавства, 1997. – 440 с.
6. Колтун О.В. Антропогенна трансформація рельєфу м. Хмельницького / Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Львів, 2002. – 17 с.
7. Молодкин П.Ф. Антропогенный рельеф степных равнин. – Ростов н/Д.: Изд. Ростов. ун-та, 1976. – 88 с.

Інститут географії НАН України, Київ

Отримано 10.02.2009

УДК 911.52+550.4

А.І.Самчук¹, О.Г. Голубцов², О.О. Галаган³

ПРОСТОРОВО-ЧАСОВІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У АНТРОПОГЕНІЗОВАНИХ ПОЛІСЬКИХ ЛАНДШАФТАХ

А.И. Самчук¹, А.Г. Голубцов², А.А. Галаган³

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В АНТРОПОГЕНИЗИРОВАННЫХ ПОЛЕССКИХ ЛАНДШАФТАХ

¹Інститут геохімії, мінералогії та рудообформування НАН України, Київ

²Інститут географії НАН України, Київ

³Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Изложены результаты изучения распределения тяжелых металлов в полесских ландшафтах. Исследования проводились на модельных профилях-катенах, заложенных на ключевом участке Дымерского комплексного географического стационара, включающего типичные для Полесья ландшафтные комплексы. Установлены особенности распределения загрязнителей в зависимости от ландшафтных, ландшафтно-геохимических и ландшафтно-геофизических факторов. Для мониторинга содержания загрязнителей применен метод искусственных сорбентов. Выявлены особенности накопления тяжелых металлов на искусственном сорбенте в зависимости от положения ландшафтного комплекса в миграционной структуре территории и сезонных состояний ландшафтов.

A. Samchuk¹, O. Golubtsov², O. Galagan³

SPATIO-TEMPORAL PECULIARITIES OF HEAVY METALS DISTRIBUTION IN ANTHROPOGENIZED POLISSIAN LANDSCAPES

¹Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formations, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

²Institute of Geography, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

³Kyiv Taras Shevchenko National University

Considered in the paper are the results of research of heavy metals distribution in Polissian landscapes. The research was carried out at testing catenas within Dymer Complex Geographical Station, which included typical Polissian landscape complexes. The peculiarities of the pollutants distribution according to landscape, landscape-geochemical and landscape-geophysical factors are found out. The artificial sorbents method was used for the pollutants content monitoring. The features of the heavy metals accumulation on the artificial sorbent depending on a landscape complex position in migratory structure of territory and seasonal states of landscapes are explored.

Зростання антропогенного тиску на поліські ландшафтні комплекси призводить до підвищення вмісту забруднювачів, зокрема важких металів у ґрунті. Найвищі концентрації важких металів фіксуються у безпосередній близькості від джерела емісії. При цьому посиленого техногенного тиску зі стабільним надходженням забруднювачів зазнають відкриті ландшафтні комплекси основних поверхонь моренно-воднольодовикових рівнин. Менші концентрації забруднювачів фіксуються у таких самих, але залісених ландшафтних комплексах [3, 7].

Вторинна міграція забруднюючих речовин є результатом впливу комплексу умов – ландшафтних, ландшафтно-геохімічних, ландшафтно-геофізичних [1,2,3]. Змінювані протягом року гідротермічні умови - стани ландшафтів – визначають особливі міграційні обстановки у ландшафтних комплексах. На локальному рівні це спричинює значні відмінності в характері міграційних процесів, що призводить до певних особливостей розподілу забруднювачів.

З метою детальнішого вивчення вторинного перерозподілу забруднювачів у поліських ландшафтах та різночасових особливостей їхньої міграції було проведено дослідження розподілу важких металів по катенах на прикладі ключової ділянки Димерського комплексного географічного стаціонару Інституту географії НАН України. Полігон стаціонару знаходиться у Вишгородському районі Київської області на відстані понад 40 км на північ від Києва і близько 68 км на південь від Чорнобильської АЕС. Він розташований у південній частині Київського Полісся, на межиріччі Дніпро-Здвиж.

Дослідження проводилось на чотирьох точках двох модельних профілів. Розподіл їх по катені такий: основна поверхня межирічної рівнини, верхня і нижня частини схилу, днище ерозійної форми. На цих двох модельних профілях у межах кількох типових станів ландшафтів – ранньовесняного, пізньовесняного та літнього - було виконано ряд експериментальних спостережень з використанням штучних сорбентів, що надало можливість простежити деякі сезонні зміни інтенсивності процесів латеральної міграції важких металів.

Суть методу використання штучних сорбентів для контролю забруднення полягає у створенні штучного геохімічного сорбційного бар'єру, накопичення елемента на якому пропорційне його концентрації у певному середовищі, у нашому дослідженні - в ґрунті. Відбувається фіксація рухомої частки хімічних елементів сорбційним матеріалом внаслідок іонного обміну. Вперше застосування такого методу, в тому числі для контролю міграції забруднюючих речовин та охорони навколишнього природного середовища, запропонував К.І.Лукашов [4,5], в Україні штучні сорбенти використовували при пошуках берилію [6].

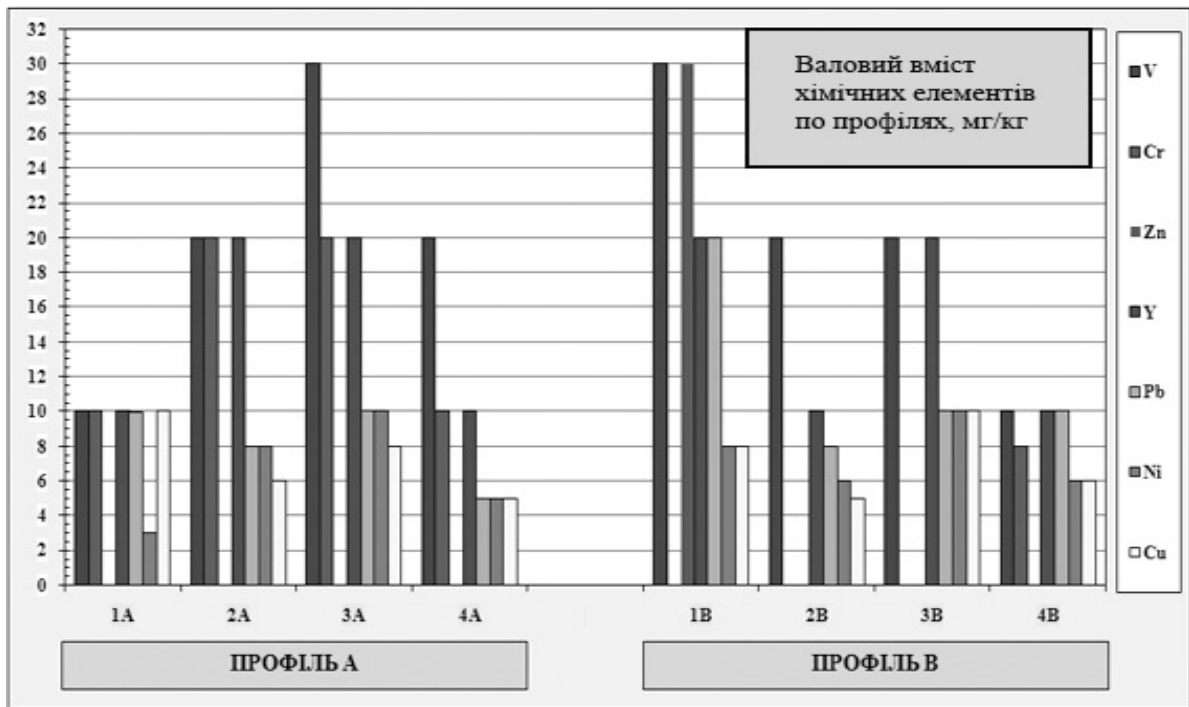
Дослідження [5] показали, що для пошукових

робіт найбільш прийнятним є фосфат-целюлозний сорбент, який має високу обмінну ємність, підвищену вибірковість до іонів металів (цинку, міді, свинцю), сорбує багато елементів. Такий штучний сорбент виготовлено відповідно до опублікованих методик [8]. Основні стадії виготовлення: обробка вихідного целюлозного матеріалу (марля, тканини, волокна, гранули) у водному розчині кислоти і сечовини, віджимання матеріалу від надлишку розчину, висушування його до постійної маси при 80-90°C, термообробка матеріалу при 140-150°C протягом 30-60 хв., промивання дистильованою водою, висушування готового продукту. Фосфат целюлози, синтезований за наведеною технологічною схемою, є поліфункціональним іонітом, що містить сильно- і слабокислі групи. Сорбція полівалентних іонів металів відбувається за механізмом як катіонного обміну, так і комплексоутворення; у випадку комплексоутворення може перевищувати обмінну ємність [8].

Штучні сорбенти вагою 5г були закладені на Димерському КГС у межах типових ландшафтних комплексів по катені у верхній (3-5 см) гумусний горизонт ґрунту протягом трьох фіксованих періодів: ранньовесняного, пізньовесняного та літнього. Валовий вміст важких металів у зразках і у «чистому» сорбенті проаналізовано за допомогою *спектрального аналізу (34 СТЭ-1)*. Попередньо визначено валовий вміст таких самих елементів у ґрунтах у точках закладання сорбенту.

Розподіл валового вмісту важких металів по катені. Профіль А. Точка 1А розміщена у ландшафтному комплексі основної поверхні моренно-воднольодовикової рівнини, складеної пісками з прошарками суглинку на глибині 0,5-1 м, що підстелені валунними суглинками, із дерново-слабопідзолистим супіщаним ґрунтом. Точки 2А – у верхній, 3А - у нижній частині слабопокатого схилу межирічної рівнини. Раніше ці ландшафтні комплекси розорювались, нині вони під перелогами. Для ґрунтового покриву характерна наявність орного ущільненого горизонту, рослинний покрив представлений злаково-різнотравними угрупованнями, бур'янами; проективне покриття - 75-80%. Точка 4А розміщена на плоскому днищі балки, складеному делювіальними пісками з дерновими глеюватими супіщаними ґрунтами, з листяно-хвойною підстилкою, залісеному (вільха, сосна, у підліску - крушина, бузина).

Для профілю А характерні такі особливості розподілу досліджуваних важких металів (*рисунок 1*) – вміст нікелю, ванадію, хрому ітрію, а також свинцю й міді найменший у точках, розміщених у межах плакору та ерозійної форми, що, очевидно, пов'язано з активним винесенням їх латеральними і радіальними потоками. Порівняно більший вміст цих елементів фіксується на схилі, особливо у нижній частині. Це пов'язано з особливостями руху



Р и с у н о к 1. Розподіл валового вмісту хімічних елементів (важких металів) по катенах (мг/кг)

міграційного водного потоку, який завдяки піщаному складу ґрунту та ускладненому мікрорельєфу може гальмуватись, спричинюючи накопичення цих елементів у ґрунті. Підвищений вміст міді й свинцю на плакорних ділянках пов'язаний, очевидно, з постійним їх надходженням від викидів автотранспорту.

Профіль В. Точки розміщені у ландшафтних комплексах: 1В - основної поверхні моренно-воднольодовикової рівнини, складеної пісками з прошарками суглинку, які підстелені валунними суглинками, з дерново-слабопідзолистим супіщаним ґрунтом, під багаторічними перелогами; проективне покриття - 90%; 2В - пологого схилу балки, складеного пісками з дерново-слабопідзолистим піщаним ґрунтом, під дубово-сосновими насадженнями, лісовою підстилкою потужністю 3-4 см переважно з опадів хвої; 3В - дуже крутого схилу балки, з незначним опадом із хвої; 4В - плоского днища вторинного врізу в балці, складеного делювіальними пісками з дерновими глеюватими супіщаними ґрунтами, дуже розрідженим рослинним покривом, переважно деревними видами, хвойним і листяним опадом.

Характерною особливістю розподілу важких металів на профілі В є високий валовий вміст їх на ділянці вирівняної поверхні межирічної рівнини. Винесення хімічних елементів з цього ландшафтного комплексу ускладнене у зв'язку з щільним рослинним покривом (який до того ж адсорбує частину елементів) і вирівняною поверхнею. Ландшафтні комплекси схилів (точки 2В, 3В) і днища балки (4В) займають транзитне положення у міграційній структурі [1], тому закономірними є низькі показники кількості вмісту всіх елементів, деякі

взагалі не фіксуються. Крім того, надходження забруднювачів з повітряними потоками ускладнене у зв'язку з залісеністю цих ділянок.

Моніторинг забруднення ґрунтів важкими металами з використанням штучних сорбентів. Встановлено, що штучний фосфат-целюлозний сорбент здатний фіксувати важкі метали, зокрема, V, Cr, Zn, Y, Pb, які містяться у ґрунті, протягом всіх періодів експерименту (таблиця 1). У деяких випадках виявлено перевищення вмісту елементу на сорбційному матеріалі порівняно з валовим вмістом у ґрунті. Це може бути пояснено тим, що сорбент вбирав додаткові кількості важких металів з міграційних потоків.

Із трьох фіксованих періодів, протягом яких проводився експеримент, найсприятливішими умовами для здійснення латеральної міграції хімічних елементів є ранньовесняні. Для цього періоду найпомітнішою є тенденція залежності накопичення важких металів на сорбенті від положення точки у ландшафтному комплексі та його стану (рисунки 2). Для нього характерним було незначне, зважаючи на висоту снігу, сходження талих вод, спостерігалось поступове відтанення ґрунтового покриву, ґрунт був достатньо зволожений (на час закладання сорбенту - дуже вологий). Відповідно, інтенсивність водних міграційних потоків могла впливати на кількість накопичених елементів на штучному сорбенті, закладених у різних точках. Частково це підтверджують результати наших досліджень.

Наприклад, для профілю А характерне накопичення на точках 1А, 2А, зумовлене, очевидно, тим,

Т а б л и ц я 1. Сезонні зміни вмісту важких металів у ландшафтних комплексах модельних профілів за результатами лабораторних аналізів зразків штучних сорбентів

Точка	Положення точки у ландшафтному комплексі	Дати		Вміст елементів-забруднювачів, мг/кг						
		закладання	виймання	V	Cr	Zn	Y	Pb	Cu	Ni
1А	Основна поверхня моренно-воднольодовикової рівнини, складена пісками, з прошарками суглинку на глибині 0,5-1м, підстеленими валунними суглинками, з дерново-слабопідзолистим супіщаним ґрунтом, під перелогами	06.03.	03.04.	20	20	30	30	8	8	5
		03.04.	31.05.	20	10	60	40	8	10	3
		31.05.	07.08.	30	10	80	40	8	20	4
2А	Верхня частина слабопокатого схилу, складеного пісками з прошарками суглинків з дерново-слабопідзолистими супіщаними ґрунтами, під 2-річними перелогами	06.03.	03.04.	30	20	60	40	5	10	4
		31.05.	07.08.	20	10	80	40	10	10	3
3А	Нижня частина того самого схилу	06.03.	03.04.	10	10	-	30		10	2
		03.04.	31.05.	10	10	-	40	5	3	1
		31.05.	07.08.	10	10	60	30	5	6	3
4А	Плоске днище балки, складене делювіальними пісками з дерновими глеюватими супіщаними ґрунтами, залісене	06.03.	03.04.	20	20	80	40	5	20	5
		03.04.	31.05.	10	10	60	40	3	5	3
1В	Основна поверхня моренно-воднольодовикової рівнини, складена пісками з прошарками суглинку, підстеленого валунними суглинками, з дерново-слабопідзолистим супіщаним ґрунтом, під багаторічними перелогами	06.03.	03.04.	30	30	100	50	20	40	5
2В	Пологий схил балки, складений пісками з дерново-слабопідзолистим піщаним ґрунтом, залісений (сосна, зрідка дуб)	06.03.	03.04.	10	10	-	30	6	10	2
3В	Крутий схил балки, складений пісками	06.03.	03.04.	20	20	60	40	6	30	5
		03.04.	31.05.	10	10	80	40		10	6
4В	Плоске днище вторинного врізу в балці, складене делювіальними пісками, з дерновими глеюватими супіщаними ґрунтами	06.03.	03.04.	30	30	80	30	5	10	5
"Чистий" сорбент				2	2	30	-	3	20	20

що тут формуються вихідні потоки, і сорбенти здатні вилучати катіони важких металів. На точці 3А нижньої частини схилу, незважаючи на високий валовий вміст, встановлено найнижчі показники адсорбованих елементів. Можна припустити, що тут найінтенсивніші у цей час транзитні потоки, що не сприяє осадженню й закріпленню важких металів. Це підтверджує наші висновки [1] про транзитне положення цього ландшафтного комп-

лексу в міграційній структурі території для ранньовесняного стану. Вилучення сорбентами важких металів на днищі балки спричинене агресивним середовищем верхнього горизонту ґрунту, в якому значна кількість хімічних елементів перебуває в обмінному стані.

Особливість профілю В - найбільше накопичення на точці 1В. Закріплена багаторічним трав'яним покривом рівна поверхня перешкоджає винесенню

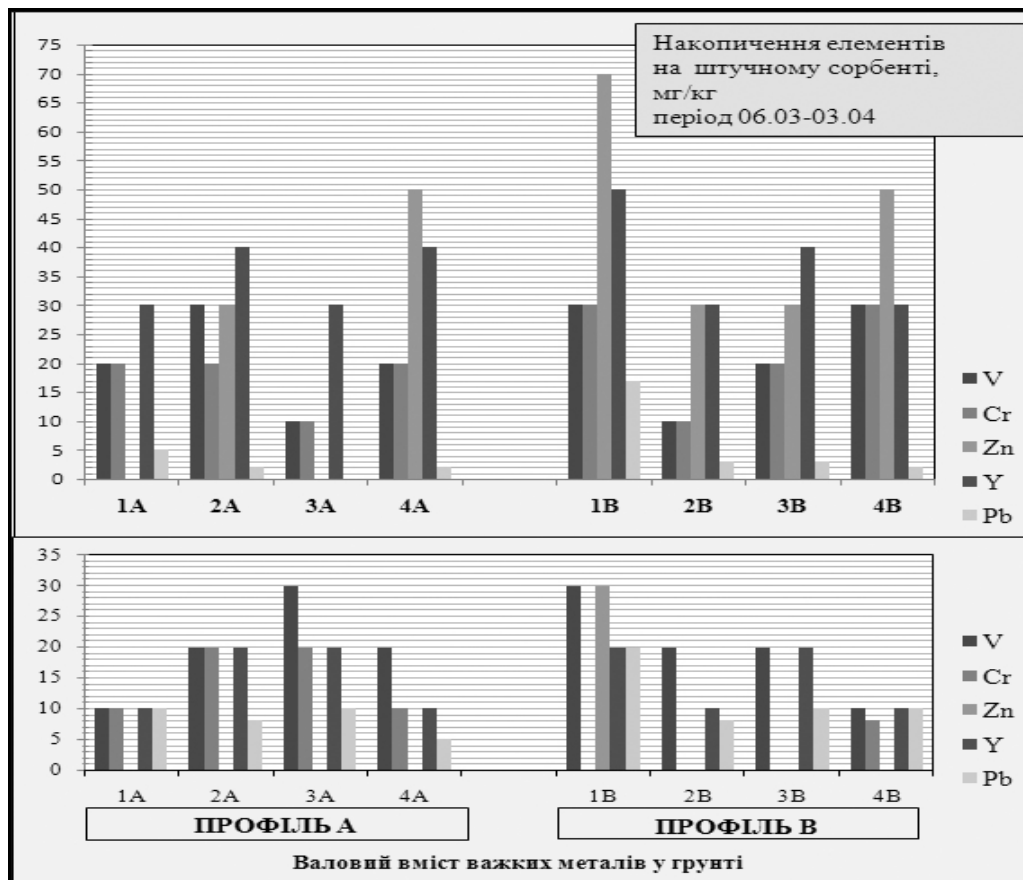


Рисунок 2. Накопичення деяких важких металів на штучному сорбенті за ранньовесняного стану ландшафтів

хімічних елементів з цього ландшафтного комплексу; крім того, валовий вміст цих елементів тут також високий. Кисле середовище дерново-слабопідзолистих ґрунтів, що посилюється наявністю хвойного опадів (на днищі балки), сприяє інтенсивній мобілізації важких металів [7], які мігрують вниз по схилу завдяки похилу поверхні або вниз по профілю ґрунту. Тому, незважаючи на низький валовий вміст важких елементів у точках 2В, 3В, 4В, завдяки сприятливому середовищу для переходу в обмінні форми спостерігається інтенсивне накопичення їх на сорбенті. Тут вони також вилучаються з міграційного потоку.

Стосовно інших періодів спостережень ознаки залежності накопичення важких металів на сорбентах (рисунк 3) не такі очевидні через значну внутрішньосезонну мінливість процесів латеральної міграції та, відповідно, недостатню кількість даних послідовного одночасного ряду спостережень на обох катенах. Такі дослідження потребують більшої кількості лабораторних аналізів і триваліших періодів експерименту.

Ситуація з міддю і нікелем показує зворотний бік цього експерименту. «Чистий» сорбент містив по 20 мг/кг кожного елементу. Після вилучення з ґрунту і лабораторного аналізу виявилось, що вміст міді й нікелю у більшості випадків менший вихід-

ного. Як відомо, важкі метали здатні до швидкої мобілізації у кислих дерново-підзолистих ґрунтах, особливо мідь, яка є найактивнішим елементом серед них [7]. Ще одна особливість цього важкого металу – здатність утримуватися в обмінних позиціях як на органічних, так і на неорганічних речовинах та легко вимиватися з них.

Отже, різниця між вмістом певного елементу на вихідному «забрудненому» фосфат-целюлозному матеріалі та використаному дає можливість зробити висновки про інтенсивність міграційних процесів у ґрунті. Експериментальні дослідження таких процесів є перспективними. Постановка такого експерименту потребує одночасних спостережень у різних ландшафтних умовах з використанням більшої кількості зразків.

Висновки

Результати дослідження валового вмісту важких металів на Димерському комплексному географічному стаціонарі показують, що розподіл їх по катенах залежить від комплексу факторів – ландшафтних, ландшафтно-геохімічних і ландшафтно-геофізичних. Зміна хоча б одного з них (геоморфологічні, параметри ґрунтового покриву і його геохімічних та геофізичних властивостей, рослинного покриву) у межах одного ландшафтного комп-

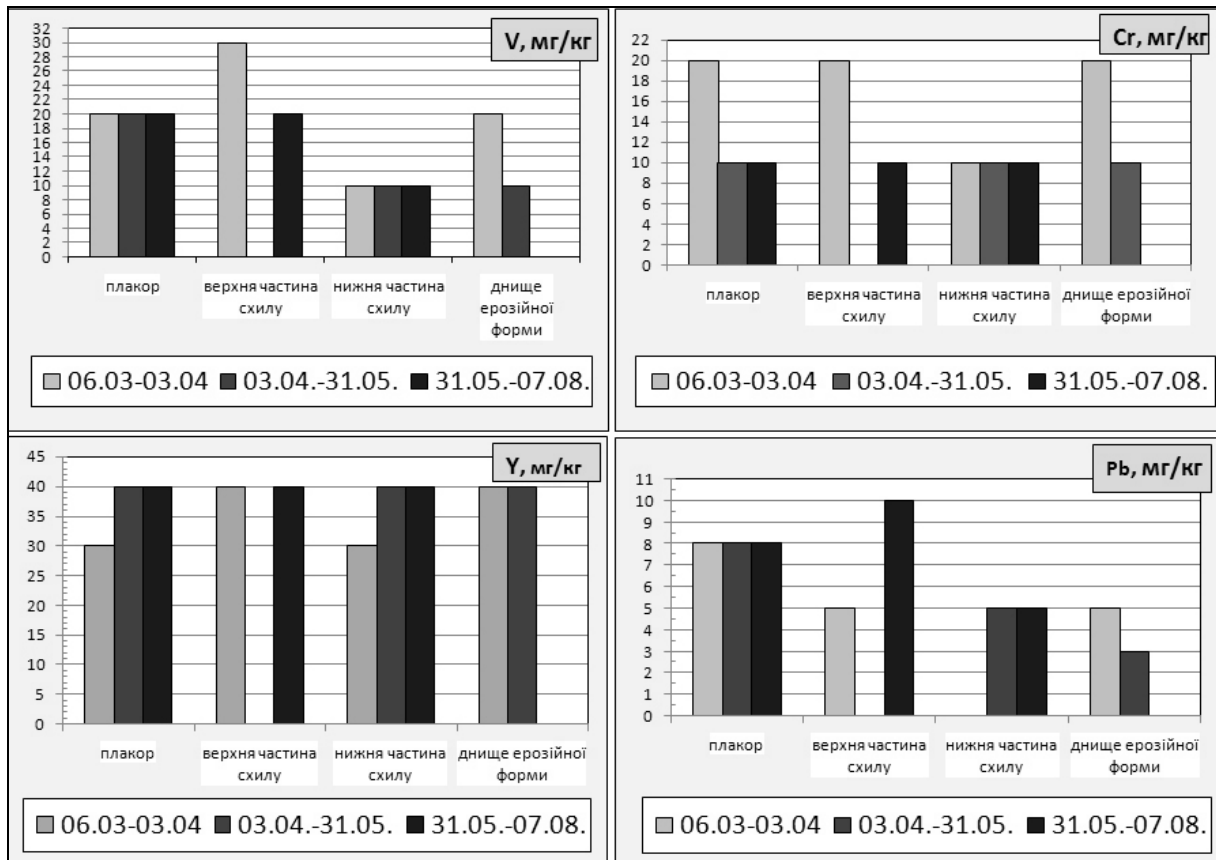


Рисунок 3. Накопичення деяких важких металів на штучному сорбенті за різних станів ландшафтів (модельний профіль А)

лексу при сталих інших умовах призводить до істотної різниці у накопиченні або винесенні хімічних елементів.

Отримані експериментальні дані показали придатність методу штучних сорбентів для моніторингу забруднень. Кількість адсорбованих хімічних елементів не завжди співвідносна з їхнім валовим вмістом, що може бути пов'язано з особли-

востями перебігу міграційних процесів залежно від положення ділянки у ландшафтній структурі території, ландшафтно-геохімічних і ландшафтно-геофізичних властивостей ландшафтних комплексів. Результати експерименту свідчать про можливість застосування штучних сорбентів для дослідження особливостей міграції важких металів за різних станів ландшафтів протягом року.

1. Голубцов О.Г., Мисник С.В. Сезонні умови формування міграційної структури територій (на прикладі ландшафтів Димерського модельного полігону) // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И.Вернадского. Серия «География». Том 21 (60). - 2008. - №3. - С. 129-140.
2. Гриневецкий В.Т., Давидчук В.С., Петров М.Ф. Гидротермичні передумови міграції радіонуклідів у Чорнобильській зоні // Бюлетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. – 2003. - №2. - С.13-22.
3. Гриневецкий В.Т., Маринич О.М., Шевченко Л.М. Стаціонарні геофізичні і геохімічні дослідження ландшафтів Київського Полісся. – К. : Наук. думка, 1994. – 107с.
4. Лукашев В.К., Лукашев К.И. Использование ионообменных смол при геохимических поисках // Докл. АН БССР. - 1978, Т. 22, №6. - С. 544 - 546.
5. Лукашев В.К. Искусственные сорбенты в прикладной и экспериментальной геохимии. – Минск : Наука і техника, 1992. - 312 с.
6. Мицкевич Б.Ф., Суцник Ю.Я., Самчук А.И. Физико-химические условия формирования экзогенных ореолов и потоков рассеивания бериллия. – К. : Наук. думка, 1984. – 176с.
7. Самчук А.И., Кураева О.С., Сгоров О.С. та ін. Важкі метали у ґрунтах Українського Полісся та Київського мегаполісу. Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення НАН України. – К. , 2006. – 108 с.
8. Скорынина И.С., Гусев С.С., Воробьева Н.К. Фосфорирование целлюлозы полифосфорными кислотами // Высокомолекулярные соединения. - Том (А) XII. – 1970. - С. 2452-2456.

¹Інститут геохімії, мінералогії і рудоутворення НАН України, Київ

²Інститут географії НАН України, Київ

³Київський національний університет імені Тараса Шевченка