

<https://doi.org/10.15407/geotech2020.31.123>
УДК 550.4

Стич О.І., Кураєва І.В., Кошлякова Т.О., Пастушак Я.І.

Стич О.І., аспірант, Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка НАН України, oksana.stich@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5831-6652>

Кураєва І.В., докт. геол. н, зав. відділу, Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка НАН України, KI4412674@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3113-7782>

Кошлякова Т.О., канд. геол. н, Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка НАН України, geol@bigmir.net, <https://orcid.org/0000-0001-8551-3531>

Пастушак Я.І., аспірант, Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка НАН України, slavirius1994@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3098-2979>

ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗПОДІЛУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ОБ'ЄКТАХ ДОВКІЛЛЯ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «ПІРЯТИНСЬКИЙ»

У статті представлено результати комплексних досліджень ґрунтів та рослинності заповідних територій України щодо вмісту в них мікроелементів (Pb, Cu, Zn, Y, Ba, Cr, Ni, Mn, Co, Mo) на прикладі Національного природного парку «Пирятинський». При виконанні роботи вивчалися ґрунти – світло-сірі легкогумусові ґрунти, чорноземи типові малогумусові на лесах, чорноземи опідзолені середньогумусові, дерново-підзолисті ґрунти; рослинність – вільха (Blnus), ялина європейська (Pnsea bbies), осока тонкокореневищна (Carex chordorrhiza), осока житня (Carex secalina). Ґрунтуючись на фізико-хімічних методах дослідження (атомно-абсорбційному, мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою) було виявлено закономірності розподілу основних форм знаходження мікроелементів, а також їх рухливі форми в залежності від фізико-хімічних властивостей ґрунтів заповідної території. Визначення форм знаходження важких металів у ґрунтах здійснювалося методом поетапних витяжок, фракційний склад ґрунтів досліджувався за допомогою гранулометричного методу, а для визначення мінерального складу було застосовано рентгенофазовий метод. Для території досліджень встановлено залежності між виявленими формами важких металів у ґрунтах та фракціями ґрунтового гумусу. Міграційна здатність рухливих форм важких металів у профічному ланцюжку ґрунти-рослинність оцінювалась з позиції потенційної буферної здатності хімічних елементів у ґрунтах. Зроблено висновок про те, що закономірності розподілу важких металів у ґрунтах досліджуваної території обумовлені їх фізико-хімічними властивостями, мінералого-геохімічними параметрами ґрунтоутворюючих порід, а також ландшафтними та техногенними умовами. На основі отриманих даних встановлено, що досліджувану територію можна вважати чистою, незабрудненою важкими металами, а представлені у статті результати мають практичне наукове значення з точки зору встановлення фонових концентрацій мікроелементів для еколого-геохімічної оцінки у об'єктах довкілля техногенно-забруднених територій.

Ключові слова: ґрунти, важкі метали, довкілля, форми знаходження, міграційна здатність.

Вступ. Заповідні території прийнято вважати еталонними, екологічно-чистими, ділянками для оцінки еколого-геохімічного стану довкілля. [1,2] Протягом останніх років дослідження заповідного фонду України набуває все більш значної актуальності для еколого-геохімічного оцінювання навколишнього середовища. Проблема дослідження екологічного стану природного середовища України в цілому і окремо ґрунтовими відкладами привертала увагу багатьох вчених, зокрема, Е.Я. Жовинського, В.В. Доліна, Л.Г. Руденка, Т.М. Сгорової, Г.І. Рудька та ін. [1,3,4,5]

Завдяки прискореним темпам антропогенної діяльності в приповерхневих шарах земної кори фіксуються помітні зміни у закономірностях розподілу мікроелементів не тільки на залучених у промисловості

чи сільськогосподарській діяльності територіях, але і на природоохоронних територіях України. [2]

Метою наших досліджень було встановлення закономірностей розподілу мікроелементів у ґрунтах та дерев'янистій рослинності лісостепової зони України на прикладі Національного природного парку «Пирятинський».

Об'єктами досліджень були світло-сірі легкогумусові ґрунти, чорноземи типові малогумусові на лесах, чорноземи опідзолені середньогумусові, дерново-підзолисті ґрунти та основні типи дерев'янистої рослинності.

Природні умови району досліджень

Площа національного природного парку «Пирятинський» (далі – НПП «Пирятинський») – 12028,4 га.

З цієї площі 60 % – під водно-болотними угіддями, 26 % – під луками різних типів, 11 % – лісові площі, близько 3 % – водойми. Понад 60 % загальної площі розташовано на річкових заплавах.

Середньорічна температура повітря + 6,9°, амплітуда коливань – +6...+8,9°. Річна амплітуда середньомісячних температур – 27°. Середня річна кількість опадів – близько 500 мм, із них у літній період випадає 185 мм. Сніговий покрив стійкий частіше з другої половини грудня; середня тривалість покриву 102 дні; середня висота – 5–12 см.

Поверхня у районі має незначний похил на південний схід. Коливання висот: у річкових заплавах 94-102 метрів над рівнем моря (далі – м н.р.м.); надзаплавні тераси, лесовотерасні рівнини – звичайно 110-140 м н.р.м. Найбільші висоти на межирічних рівнинах у Пирятинському районі – біля 160 м н.р.м. (найвища точка району – 168 м н.р.м.).

Більша частина НПП «Пирятинський» розташована у долинах річок Удай та його приток Перевод та Руда.

Територія Національного природного парку «Пирятинський» знаходиться на північному заході геоструктурного району Дніпровсько-Донецької западини. Ця геоструктурна структура відноситься до Східно-Європейської платформи. Фундамент її складений давніми докембрійськими породами, які перекривають девонські, пермські і тріасові відклади, що під час герцинського орогенезу були опущені під води давнього моря і накопичувались як морські і пізніше – як континентальні відклади. На території почергово відбувалися процеси трансгресії, які поступово переходили в регресивні, цим самим накопичуючи як морські, так і континентальні відклади у вигляді товщ лесів, мергелів і піску.

Кристалічний фундамент залягає на глибині близько 1800-4500 м н.р.м. Кристалічні породи фундаменту представлені гранітами, гнейсами, мармурями, амфіболітами, сланцями, залізистими кварцитами, мігматитами [13].

Відклади антропогенного періоду – алювіальні, водно-льодовикові піщані та лесові. У західній частині трапляються гнейси та інші метаморфічні породи (на глибині до 400-1400 м нижче поверхні). Верхні шари, які перекривають собою палеозойські відклади, сформовані мезозойськими породами, при цьому тріасові та юрські відклади поділяються на кілька шарів. Це алевроліти, пісковики, мармур, рідко – глауконіти, кварц та глинисті піски.

У східній частині Пирятинського району є і більш давні палеогенові відклади. Четвертинні перигляціальні відклади значно відрізняються за своєю глибиною по обидва боки річки Удай, наприклад, у

західній частині НПП нижчий перигляціальний шар досягає глибини 50-80 м і віку від 1,8 млн до 0,12 млн років. Алювіальні відклади піщані, мулисті та торфові.

Рельєф території парку відноситься до ерозійного типу, сформований талими водами льодовика, річками, тимчасовими водотоками. У рельєфі помітні різновікові річкові тераси. Поширені форми рельєфу – вододільні плато, річкові долини, балки, яри, степові блюдця. Штучні форми рельєфу: штучно створені меліоративні канали, кар'єри, насипи, котловани, водосховища та ставки, греблі, дамби, кургани, насипи для автомобільних та залізничних доріг та інше. На рельєф впливали льодовикові води: вони сформували паралельно Дніпру прохідні долини, шириною до 3-4 км. Такі прохідні долини нині заболочені по днищах. Сучасні фізико-геологічні процеси у рельєфі: яружна ерозія і просідання ґрунту на лесових породах. На схилах проявляється лінійна і площинна ерозія. Спостерігаються зсувні процеси [13].

У гідрогеологічному відношенні територія досліджуваного району входить до північно-західної частини Дніпровського артезіанського басейну. Більша частина знаходиться в зоні можливого використання вод бучацького, харківського та полтавського шарів, а також вод алювіальних відкладів.

Річки Удай, Перевод і Руда, на долини яких припадає територія Парку, є річками з невеликою швидкістю течії – 0,1–0,3 м/с. Ширина русла р. Удай – 20–40 м, глибина – 2–5 м. Максимальна ширина річища р. Перевод – 15 м, Руди – 3–5 м. Заплави рр. Перевод і Руда зазнали меліорації. На дощове живлення річок припадає 50%, на снігове – 37% і на підземне – 13% (у зимовий період). Льодостав утримується звичайно 2–2,5 місяці [13].

Територія НПП «Пирятинський», відповідно до Національного атласу України Т.Г.Руденка [9], відноситься до Са, Н-Са класів ландшафтно-геохімічних систем.

Ґрунтовий покрив території НПП «Пирятинський» та пункти відбору проб ґрунту [6,7] представлено на карті-схемі 1.

Ґрунти заплав торфові солонцюваті солончакові, торфовища низинні солончакові, лучні поверхнево- та глибоко-солонцюваті солончакові суглинисті на алювії, місцями – солоді лучні солончакові суглинисті. Ґрунти надзаплавних терас і схилів – чорноземи малогумусні вилуговані або слабо змиті пилувато-суглинисті на лесових породах, чорноземи намиті пилувато-суглинисті на лесовидному делювії, дернові піщані та дерново-слабопідзолисті супіщані на пісках, місцями – солоді дернові солонцеві солончакові суглинисті на алювії [12].

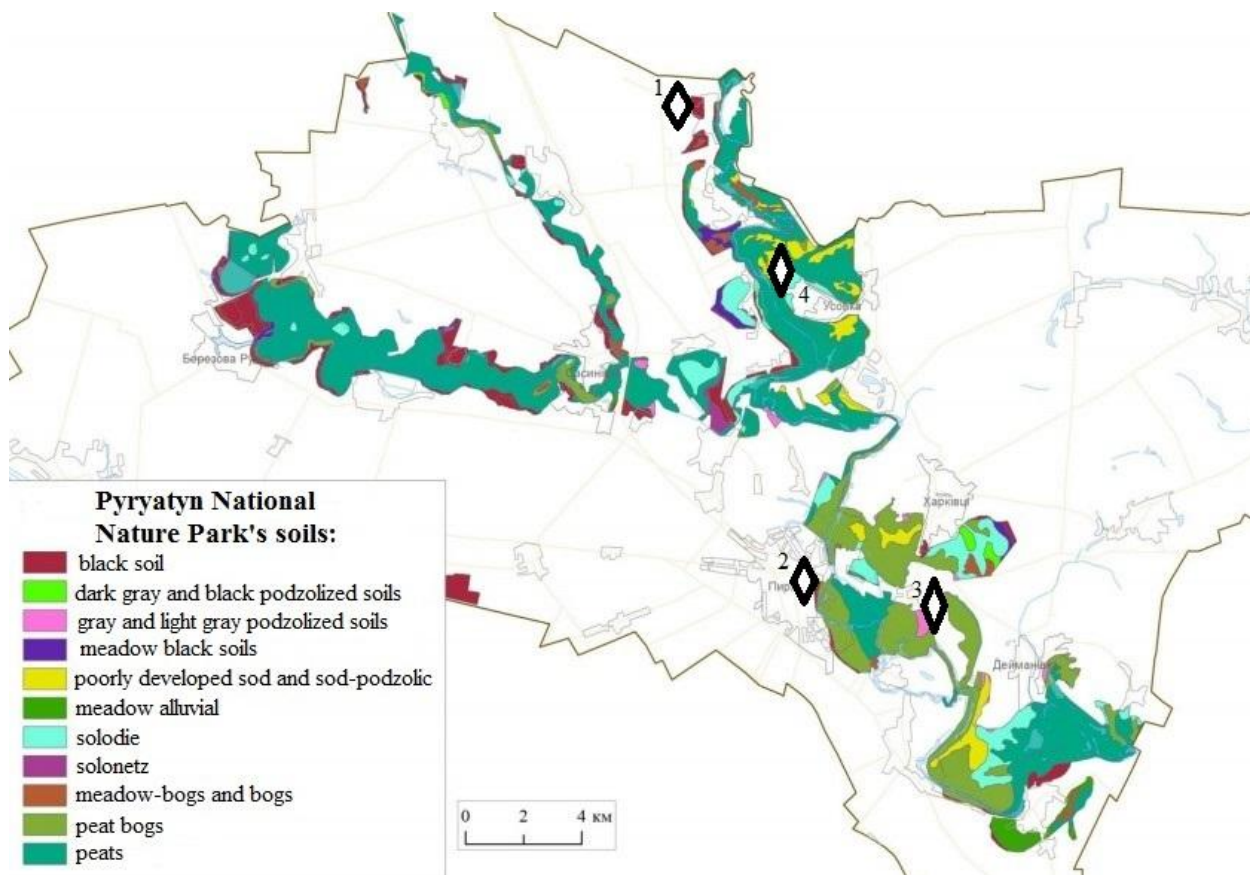


Рис. 1. Карта-схема ґрунтового покриття НПП «Пирятинський», де 1 – пункт відбору чорноземи типові малогумусові на лесах (кількість відібраних проб (n)=20); 2 – пункт відбору чорноземів опідзолених середньогумусових (n=20); 3 – пункт відбору світло-сірих малогумусових (n=25); 4 – пункт відбору дерново-підзолистих ґрунтів (n=29).

Fig.1. Pyriatynskyi NNP soil map-scheme, where 1 – typical low humus on forests black soil points of selection (number of samples taken (n) = 20); 2 – meadow black podzolized soil points of selection (n = 20); 3 – light gray low humus soil points of selection (n = 25); 4 – sod-podzolic soil points of selection (n = 29).

Сучасний рослинний покрив сформувався у епоху голоцену. Згодом він був радикально змінений господарською діяльністю людини і втратив свій первісний видовий склад. На сьогоднішній день на території парку нараховується понад 1219 видів рослин.

У Парку охороняють річкові, заплавні та зональні лісостепові екосистеми [12,13].

Методи дослідження

Визначення вмісту мікроелементів у ґрунтах виконано атомно-абсорбційним методом та методом ICP-MS аналізу. Проби для ICP-MS аналізу розкладалися відповідно до опублікованої методики [14]. Визначення форм знаходження мікроелементів у ґрунтах здійснювалося методом постадійних витяжок [8]. Фракційний склад ґрунтів досліджувався за допомогою гранулометричного методу, а для визначення мінерального складу було застосовано рентгенофазовий метод. Фізико-хімічні показники ґрунтових відкладів визначались за методикою Арінюшкіної [10]. Для інтерпретації фактичного матеріалу застосовувались пакети статистичного аналізу MS Excel.

Результати досліджень

Фізико-хімічні показники досліджуваних ґрунтів Національного природного парку Пирятинський представлені в таблиці 1. Сума поглинених катіонів у досліджуваних ґрунтах варіюється в діапазоні від 0,2 до 17,7 мг-екв/100 г ґрунту. Середній вміст гумусу найбільший в чорноземних типових малогумусових на лесах, а найменший – у дерново-підзолистих ґрунтах.

Гранулометричний склад досліджуваних ґрунтів представлено в таблиці 2.

У мінеральному складі виділяються глиниста фракція, де переважає гідролюда, каолінит, монтморилоніт та хлорит; е органічна речовина, що знаходиться у вигляді органомінеральних комплексів у більшості у верхньому горизонті ґрунтового розрізу, а також кварц та інші компоненти. У глинистій фракції чорноземів міститься більше органічної речовини, ніж у дерново-підзолистих ґрунтах. У чорноземних типових малогумусових на лесах в глинистій фракції збільшується вміст монтморилоніту та гідролюди.

Табл. 1. Фізико-хімічна характеристика досліджуваних ґрунтів НПП «Пирятинський»

Table 1. Pyriatynskiyi NNP soil physico-chemical characteristics

Ґрунт	Горизонт	Гумус, %	Поглинені катіони, моль/кг ґрунту, $\times 10^{-2}$				рН	
			Ca	Mg	Na	K	сольовий	водяний
чорнозем типовий малогумусовий на лесах	HE	4,8	17,7	3,8	0,5	0,3	6,7	–
	E(h)	4,2	14,6	3,5	0,5	0,29	6,9	–
	IE	3	–	–	–	–	7,2	–
	P	1	–	–	–	–	7,2	–
світло-сірі мало- гумусові	HE	3,9	9,8	3,1	0,3	0,3	–	4,7
	E(h)	3,4	8,1	4,1	0,4	0,4	–	4,7
	IE	0,9	11,2	4,3	0,6	0,3	–	6,2
	P	0,4	14,6	–	0,8	0,3	–	8,1
чорноземи опідзо- лені середньогуму- сові	HE	4,7	17,4	2,9	0,3	0,4	–	6,7
	E(h)	2,8	14,9	4,1	0,3	0,5	–	6,8
	IE	1,1	15,2	3,9	0,2	0,5	–	7,4
	P	0,8	–	–	–	–	–	8,1
дерново-підзолисті ґрунти	HE	1	2,1	0,5	0,2	0,2	6,3	–
	E(h)	0,4	1	0,7	0,3	0,3	6,4	–
	IE	0,5	2,1	1,2	0,3	0,3	5,9	–
	P	0,01	3,2	0,5	0,3	0,3	5,9	–

Примітки: HE – ґрунт гумусово-іллювіальний, від темно- до світло- сірого, свіжий, легкоуглинистий, рихлий, збагачений SiO_2 , густо пронизаний коріннями дерев; E(h) – іллювіальний, свіжий, легкоуглинистий, пилювато-пластинчастий, рихлий; IE – іллювіальний, темно-сірий до бурого, легкоуглинистий, свіжий; P – палевий легкоуглинистий карбонатний лес; «–» – значення не визначено.

Табл. 2. Гранулометричний склад досліджуваних ґрунтів НПП «Пирятинський»

Table 2. Pyriatynskiyi NNP soil granulometric composition

Ґрунт	Горизонт	Глибина, см	Фракція, мм					
			1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	0,001
чорнозем типовий малогумусовий на лесах	HE	0-50	0,17*	12,5	47,7	7,2	7,1	21,7
	E(h)	60-80	0,13	21,3	43,1	5,9	6,5	20,4
	IE	80-110	0,11	28,1	40	6,6	4,7	17,6
	P	120-210	0,18	24,3	40,3	5,2	5,2	20,1
світло-сірі мало- гумусові	HE	0-50	2,8	10,6	63,4	4,9	5,1	16,2
	E(h)	60-80	0,25	6,7	61,2	5,2	4,8	20,2
	IE	80-110	0,34	8,4	59,8	5,3	3,4	19,3
	P	120-210	0,42	11,5	57,2	6,1	0,9	16,5
чорноземи опідзо- лені середньогуму- сові	HE	0-50	0,03	4,4	52,8	7,9	8,1	25,1
	E(h)	60-80	0,03	6,1	53,1	8,2	7,4	24,6
	IE	80-110	0,04	3,9	51,4	7,8	7,6	23,5
	P	120-210	0,04	2,4	42,4	6,7	5,8	22,3
дерново-підзолисті ґрунти	HE	0-50	0,25	0,9	17,7	5,2	7,8	64,5
	E(h)	60-80	0,26	0,95	16,4	6,1	8,2	61,1
	IE	80-110	0,3	0,7	17,2	6,2	8,7	65,2
	P	120-210	0,25	0,1	16,4	5,3	9,2	67,3

Примітка: * – об'ємна частка, у відсотках (%)

Встановлено, що легка фракція складена в основному з кварцу та польового шпату, присутні також мусковіт, гідрокслюда, глауконіт. Важка фракція представлена наступними мінералами: гідроксиди заліза, лейкоксен, циркон, гранат, рутит, амфіболи, піроксени, силіманіт, апатит та біотит.

Аналіз попередніх досліджень розподілу Cu, Zn, Co, Ni по гранулометричним фракціям ґрунтів показав, що досліджувані елементи концентруються в основному у важкій та глинистій фракціях ґрунтів [2].

Валовий вміст мікроелементів у ґрунтах НПП «Пирятинський» наведено в таблиці 3.

Табл. 3. Середній валовий вміст мікроелементів в ґрунтах НПП «Пирятинський»
 Table 3. Pyriatynskiy NNP soil average gross content of trace elements

Ґрунт	Горизонт	Мікроелемент, мг/кг							
		Zn	Cu	Ni	Co	Cr	V	Pb	Mo
чорнозем типовий малогумусовий на лесах	HE	25	33	8	9	65	71	4	1,4
	E(h)	30	29	8	9	67	80	5	2
	IE	46	21	11	12	93	80	11	1,3
	P	40	18	13	12	95	79	20	1
світло-сірі мало- гумусові	HE	21	15	2	2	47	29	2	1,7
	E(h)	30	16	3	3	58	35	3	1,9
	IE	38	21	3	10	65	42	12	2
	P	32	24	3	11	67	47	14	1
чорноземи опідзолені середньогумусові	HE	43	32	10	10	75	74	19	2
	E(h)	37	31	11	8	77	79	6	3
	IE	33	30	12	7	82	80	4	3
	P	31	27	11	11	83	75	17	1
дерново-підзолисті ґрунти	HE	26	13	2	8	72	23	7	11
	E(h)	23	9	3	8	61	19	5	12
	IE	19	8	2	4	41	13	5	9
	P	13	3	2	3	19	11	3	9
фон [2]		97	52	32	12	87	80	10	–

Було виконано статистичну обробку, яка полягала у встановленні закону розподілу досліджуваних вибірок, визначенні середніх арифметичних значень, вибіркового стандартного відхилення, коефіцієнтів асиметрії та ексцесу. Встановлення закону розподілу здійснювалося за «правилом трьох сигм» із використанням значень стандартного відхилення коефіцієнтів асиметрії та ексцесу. У результаті проведеної статистичної обробки було встановлено, що закон розподілу для досліджуваних вибірок є нормальним.

Для ґрунтів лісостепової зони характерним є виніс Ni, V, Cr, Zr, Ga, Ba з верхніх горизонтів у нижні [2]. Міграційна здатність металів у світло-сірих та опідзолених ґрунтах проявляється в нижньому ілювіальному горизонті. У нижній частині ґрунтового розрізу на глибині до 0,5 м концентруються Ni, Cr, Zn та менше – Co, V, Cu, Pb.

За допомогою екстрагентів [8] визначено рухому форму, водорозчинну форму, іонообмінну форму та фіксовану форму знаходження важких металів у дерново-підзолистих ґрунтах. Важкі метали на досліджуваній території у дерново-підзолистих ґрунтах розподіляються наступним чином (%): у рухомій формі – Pb (4,2 – 5,8) > Zn (3,2 – 6,3) > Ni (1,2 – 2,0) > Cr (1,2 – 1,9); у фіксованій формі – Cr (91,1 – 93,2) >

Zn (80,2 – 82,4) > Cu (79,6 – 81,3) > Ni (75,8 – 77,4) > Pb (71,2 – 72,7).

Результати дослідження форм знаходження мікроелементів у ґрунтах НПП «Пирятинський» показали, що основні форми знаходження мікроелементів пов'язані з фракціями ґрунтового гумусу. Рухливість металів у ґрунтах знижується зі збільшенням вмісту гумусу та глинистої фракції, так в дерново-підзолистих ґрунтах більша частина металів пов'язана з залишковою фракцією (60 %), менша – з ґрунтовым гумусом (30 %), адсорбованою (20 %), обмінною (25 %) фракціями. У чорноземах вміст металів, пов'язаних з ґрунтовым гумусом, зростає до 60 %, але при цьому знижується їх вміст в обмінній та легко-розчинній фракціях (до 12 %).

Рухливі форми металів визначають їх міграційну здатність у трофічному ланцюжку ґрунторослинності, що в значній мірі залежить від фізико-хімічних властивостей ґрунтів [2]. Рухливість Co та Ni в чорноземах знаходяться в прямій залежності від вмісту ґрунтового гумусу, а Zn та Cu – від вмісту глинистої фракції та pH ґрунтового розчину. Вміст рухливих форм Co та Ni в дерново-підзолистих ґрунтах корелює з валовим вмістом металів та фізико-хімічними властивостями ґрунтів.

Показником рухливості хімічних елементів в ґрунтах слугує потенційна буферна здатність. Потенційна буферна здатність ґрунтів відображає можливість протидіяти зміні властивостей та складу при взаємодії хімічних речовин природного та антропогенного характеру [8, 11]. По відношенню до забруднення важкими металами в порядку збільшення потенційної буферної здатності досліджувані ґрунти НПП «Пирятинський» розташовуються у наступному порядку: світло-сірі опідзолені – дерново-підзолисті – чорноземи типові.

Закономірності розподілу важких металів в ґрунтах обумовлені їх фізико-хімічними властивостями, мінералого-геохімічними параметрами ґрунтоутворюючих порід, а також ландшафтними та техногенними умовами території.

Серед рослинності Національного природного парку «Пирятинський» досліджувались дерев'янисті типи: вільха (*Blnus*), ялина європейська (*Pnsea бbies*), осока тонкокореневищна (*Carex chordorrhiza*), осока житня (*Carex secalina*).

Дерев'яниста рослинність досліджувалась методом озолення та розчинення в кислотах.

Середні статистичні значення розподілу мікроелементів у досліджуваній дерев'янистій рослинності (мг/кг): Pb – 5; Cu –10; Zn – 20; Cr –4; Ni – 6; Mn – 200; Mo – 2.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

На території Національного природного парку «Пирятинський» було опробовано чотири типи ґрунтів: чорноземи типові малогумусові на лесах, чорноземи опідзолені середньогумусові, ґрунти світло-сірі малогумусові, дерново-підзолисті ґрунти, а також чотири типи дерев'янистої рослинності – вільха (*Blnus*), ялина європейська (*Pnsea бbies*), осока тонкокореневищна (*Carex chordorrhiza*), осока житня (*Carex secalina*).

У результаті аналізу отриманих фактичних даних авторами було виявлено наступні закономірності розподілу мікроелементів у досліджуваних ґрунтах та їх горизонтах: Pb та Co (концентрація зростає з глибиною у чорноземах типових малогумусових на лесах і ґрунтах світло-сірих малогумусових; зменшується з глибиною у дерново-підзолистих ґрунтах; у чорноземах опідзолених середньогумусових концентрація варіює, закономірностей її зміни з глибиною не встановлено), V та Cr (концентрація зростає з глибиною у чорноземах типових малогумусових на лесах, у ґрунтах світло-сірих малогумусових і у чорноземах опідзолених середньогумусових; зменшується з глибиною у дерново-підзолистих ґрунтах), Cu (концентрація зростає з глибиною у ґрунтах світло-сірих малогумусових; зменшується з глибиною у чорноземах типових малогумусових на лесах, у чорноземах

опідзолених середньогумусових та у дерново-підзолистих ґрунтах), Ni (концентрація зростає з глибиною у чорноземах типових малогумусових на лесах і у ґрунтах світло-сірих малогумусових; у чорноземах опідзолених середньогумусових і у дерново-підзолистих ґрунтах концентрація варіює, закономірностей її зміни з глибиною не встановлено), Mo (концентрація зменшується з глибиною у дерново-підзолистих ґрунтах; у чорноземах типових малогумусових на лесах, у ґрунтах світло-сірих малогумусових і у чорноземах опідзолених середньогумусових концентрація незначно варіює, закономірностей її зміни з глибиною не встановлено), Zn (концентрація зростає з глибиною у чорноземах типових малогумусових на лесах і у ґрунтах світло-сірих малогумусових; зменшується з глибиною у чорноземах опідзолених середньогумусових і у дерново-підзолистих ґрунтах).

Також було підтверджено встановлену попередниками для ґрунтів лісостепової зони закономірність: Cu, Zn, Co, та Ni концентруються переважно у важкій та глинистій літологічних фракціях ґрунтів.

За допомогою методу постадійних витяжок авторами було визначено форми знаходження важких металів у досліджуваних ґрунтах і встановлено залежності між виявленими формами важких металів у ґрунтах та вмістом ґрунтового гумусу. Було виявлено, що у дерново-підзолистих ґрунтах більша частина металів пов'язана з залишковою формою, менша – з ґрунтовим гумусом та рухливими формами. У чорноземах вміст мікроелементів, пов'язаний з ґрунтовим гумусом, значно вищий, однак при цьому суттєво знижується їх вміст в рухомій формі.

Було виконано оцінку міграційної здатності рухливих форм важких металів у трофічному ланцюжку ґрунти-рослинність з позиції потенційної буферної здатності хімічних елементів у ґрунтах. Встановлено, що порядок збільшення потенційної буферної здатності по відношенню до забруднення важкими металами в досліджуваних ґрунтах НПП «Пирятинський» розташовуються у наступному порядку: світло-сірі опідзолені – дерново-підзолисті – чорноземи типові.

За допомогою методу озолення та розчинення у кислотах було вивчено зразки дерев'янистої рослинності, поширеної в межах досліджуваної території. З'ясовано, що середні значення вмісту мікроелементів у зразках дерев'янистої рослинності не перевищують фонових значень.

Таким чином, ґрутуючись на результатах проведених досліджень, можна стверджувати, що основними геохімічними факторами, які визначають екологічний стан досліджуваної території, є хімічний склад ґрунтів, сорбційна ємність ґрунтового-поглинального

комплексу, буферність, ступінь рухомості важких металів та рН.

Підсумовуючи викладені вище висновки, можна стверджувати, що територія НПП «Пирятинський» є чистою, незабрудненою важкими металами, а представлені у статті результати мають практичне наукове значення з точки зору встановлення фонових концентрацій мікроелементів для еколого-геохімічної оцінки у об'єктах довкілля техногенно-забруднених територій.

Література

1. Крюченко Н.О., Жовинський Е.Я., Папарига П.С. Рудні та геохімічні аномалії заповідних територій Українських Карпат (на прикладі Карпатського біосферного заповідника) – Київ, 2018 – 148 с.
2. Жовинський Э.Я., Кураева И.В. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины. – К: Наук. думка, 2002 – 213 с.
3. Галецький Л.С., Єгорова Т.М. Региональный эколого-геохимический анализ влияния тяжелых металлов промышленных отходов на состояние окружающей среды Украины. Экология довкілля та безпека життєдіяльності. – 2008. – № 5. – С. 10-14.
4. Жуков М., Клипа А., Макаренко М. Імовірнісна оцінка забруднення природного середовища на основі моделювання розподілів вмісту хімічних елементів (на прикладі поверхневих вод Полтавської області). Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія. – 2012. – № 58.
5. Руденко Л.Г. Про критичний екологічний стан компонентів природи в регіонах України. Український географічний журнал – 2010. – №2 – с. 60-68.
6. Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 2. Наставни з методів відбирання проб: ДСТУ ISO 10381-2:2004 (ISO 10381-2:2002, IDT) – [Чинний від 2005-01-07.] – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 10 с.
7. Якість ґрунту. Відбирання проб: ДСТУ 4287:2004 – [Чинний від 2005-01-07.]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 10 с.
8. Самчук А.И. Физико-химические условия образования мобильных форм токсичных металлов в почвах. Минералогический журнал – 1998. – Том 20, №2 – С.48-59.
9. Крупський Н.К., Полупан Н.И. Атлас почв Украинской ССР. – К: Урожай, 1979.
10. Аринушкіна Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1970. – 487 с.
11. Долин В.В., Смирнов В.Н. Техногенно-экологическая безопасность биосистемы бугского лимана в условиях загрязнения тяжелыми металлами – Киев-Николаев, 2011.
12. Абдулоєва О., Карпенко Н. Поширеність фітоінвазій у рослинному покриві Національного природного парку «Пирятинський». Вісник Львівського університету. Серія біологічна – 2015 № 69.С. 191-201.

13. Римак А.І., Нагорний О.І. Природа Пирятинщини. Миргород: ТОВ Вид-во «Миргород», 2013. – 190 с.

14. Самчук А.І., Пономаренко О.М., Антоненко О.Г. Аналітичні схеми мікрохвильового розкладу гірських порід і мінералів та визначення в них мікроелементів методом мас-спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою// Український хімічний журнал – 2010 – Випуск 76 – №10 – С. 115-121.

References

1. Kryuchenko, N.O., Zhovinsky, E.Ya., Paparyga, P.S. (2018). *Ore and geochemical anomalies of the protected theories of the Ukrainian Carpathians (on the example of the Carpathian Biosphere Reserve)*. Kyiv, 148 p.
2. Zhovinsky, E.E., Kuraeva, I.V. (2002). *Geochemistry of heavy metals in soils of Ukraine*. Nauk. Dumka, Kyiv, UA, 213 p.
3. Galatsky, L.S., Egorova, T.M. (2008) *Regional ecological-geochemical analysis of the influence of heavy metals of industrial waste on the state of the environment of Ukraine, Environmental Ecology and Life Safety Journal*, N 5, pp 10-14
4. Zhukov, M., Klypa, A., Makarenko, M. (2012). *Probabilistic estimation of environmental pollution on the basis of modeling of chemical element content distributions (on the example of surface waters of Poltava region)*. Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv : Geology. V. 58. pp. 52-57.
5. Rudenko, L.G. (2010). *On the critical ecological status of the components of nature in the regions of Ukraine, Ukrainian Geographical Journal*, N2, pp 60-68.
6. *Soil quality. Sampling. Part 2. Guidance on sampling methods: DSTU ISO 10381-2: 2004 (ISO 10381-2: 2002, IDT)* . (2006) Gosstandart of Ukraine, 10 p.
7. *Soil quality. Sampling. DSTU 4287: 2004*. (2005) Gosstandart of Ukraine, 10 p.
8. Samchuk, A.I. (1998). *Physicochemical conditions of formation of mobile forms of toxic metals in soils*. Mineralogical Journal. (Ukraine). 20(2): 48-59.
9. Krupsky, N.K., Polupan, N.I. (1979) *Soil's atlas of the Ukrainian SSR*, Kyiv, pp. 30-57
10. Arinushkina, E.V. (1970) *A guide to chemical soil's analysis*, Moscow, 487 p.
11. Dolin, V.V., Smirnov, V.N. (2011). *Technogenic and ecological safety of the biogeosystem of the Bug estuary in the conditions of heavy metal pollution*, Kyiv-Nikolaev.
12. Abduloeva, O., Karpenko, N. (2015). *Prevalence of phytovivations in the vegetation cover of the Pyriatyn National Nature Park*, Visnyk of Lviv National University : Biology. V.69, pp. 191-201
13. Rimak, A.I., Nagorny, O.I. (2013) *The nature of the Pyriatyn Region*, Myrhorod, 190 p.
14. Samchuk, A.I., Ponomarenko, O.M. (2010). *Analytical schemes of microwave decomposition of rocks and minerals and their determination of micronutrients by inductively coupled plasma mass spectrometry*. Ukrainian chemical journal 76(10), pp. 115-121.

PATTERNS OF MICROELEMENTS DISTRIBUTION IN ENVIRONMENTAL OBJECTS OF PYRIATYNSKYI NATIONAL PARK

Stych O.I., graduate student, M.P. Semenenko Institute of geochemistry, mineralogy and ore formation of the National Academy of sciences of Ukraine, oksana.stich@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5831-6652>

Kuraeva I.V., D.Sc. (Geol.), head of department, M.P. Semenenko Institute of geochemistry, mineralogy and ore formation of the National Academy of sciences of Ukraine, KI4412674@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3113-7782>

Koshliakova T.O., Ph.D. (Geol.), senior researcher, M.P. Semenenko Institute of geochemistry, mineralogy and ore formation of the National Academy of sciences of Ukraine, geol@bigmir.net, <https://orcid.org/0000-0001-8551-3531>

Pastushchak Ya.I., graduate student, M.P. Semenenko Institute of geochemistry, mineralogy and ore formation of the National Academy of sciences of Ukraine, slavirius1994@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3098-2979>

The article presents the results of complex studies of soils and vegetation of the protected territories of Ukraine regarding the content of trace elements (Pb, Cu, Zn, Y, Ba, Cr, Ni, Mn, Co, Mo) in them on the example of the Pyriatynskiy National Nature Park. The following environmental objects were studied during the work: Soils - light gray light-humus soils, typical low-humus chernozems on forests, black-soil ash-podium humus, sod-podzolic soils; vegetation - alder (Alnus), European spruce (Рісєа бibies), sedge thinner (Carex chordorrhiza), sedge rye (Carex secalina). Based on the physicochemical methods of investigation (atomic absorption, spectral, mass spectrometry with inductively coupled plasma), regularities of distribution of the basic forms of being of trace elements were revealed, as well as their mobile forms depending on the physical and chemical properties of the protected soil. The determination of the forms of being of heavy metals in soils was carried out by the method of step-by-step extractions. Granulometric and X-ray phase methods were applied to determine the mineral composition. For the study area, dependencies between the detected forms of heavy metals in soils and fractions of soil humus were established. The migration ability of mobile forms of heavy metals in the soil-vegetation-animal-human trophic chain was evaluated from the standpoint of the potential buffering ability of chemical elements in soils. It was concluded that the patterns of distribution of heavy metals in the soils of the study area are due to their physical and chemical properties, mineral-geochemical parameters of soil-forming rocks, as well as landscape and technogenic conditions. Based on the obtained data, it was established that the studied area can be considered pure, unpolluted by heavy metals, and the results presented in this article are of practical scientific importance in terms of establishing background concentrations of trace elements in the environment of man-made contaminated territories.

Keywords: soil, heavy metals, environment, forms of finding, migratory capacity.