



Н.О. КРЮЧЕНКО¹, Е.Я. ЖОВИНСЬКИЙ¹, П.С. ПАПАРИГА²

¹Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка НАН України
м. Київ, 03142, Україна

²Карпатський біосферний заповідник, м. Рахів, Закарпатська обл., 90600, Україна

МІКРОЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД СНІГОВОГО ПОКРИВУ ГІРСЬКИХ ВЕРШИН КАРПАТСЬКОГО БІОСФЕРНОГО ЗАПОВІДНИКА

Крюченко Н.О., Жовинський Є.Я., Папарига П.С. **Мікроелементний склад снігового покриву гірських вершин Карпатського біосферного заповідника.** – Природа Карпат: науковий щорічник Карпатського біосферного заповідника та Інституту екології Карпат НАН України. – 2022. – №1 (7). – С. 39–47.

Визначено мікроелементний склад снігових опадів (снігових вод) гірських вершин Мармароського, Чорногірського, Свидовецького, Кузій-Трибушанського (Кузійського) та Угольсько-Широколужанського заповідних масивів Карпатського біосферного заповідника (КБЗ) за 2018-2019 рр. (метод мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою – ICP-MS). Встановлено перевищення вмісту (відносно фонового у 4-8 разів) хімічних елементів в снігу гірських вершин заповідних масивів: Чорногірський, урочище Перемичка – Zn, As; Угольсько-Широколужанський, гора Виднога – Hg, Bi, Cr та гора Плеша – Ag; Кузій-Трибушанський, полонина Стара – Zn, Cr та гора Стіг – Ag; Мармароський, гора Петрос Мармароський – Hg, As, Cd та гора Піп Іван – As, Cd, Hg, Pb. Проаналізована діяльність та викиди стаціонарних джерел забруднення (промислових підприємств) та встановлено, що найбільш забруднений сніговий покрив гірських вершин Мармароського масиву – Hg, As, Cd, Pb. З огляду на близькість розташування масиву з кордоном Румунії та переважаючий північний і північно-східний напрямок вітрів, зроблено висновок про транскордонне забруднення снігових опадів гірських вершин Мармароського масиву.

Ключові слова: мікроелементний склад снігу, гірські вершини, Карпатський біосферний заповідник, стаціонарні джерела забруднення.

Kryuchenko N.O., Zhovinsky Ye.Ya., Paparyga P.S. **Microelement composition of the snow cover of mountain peaks of the Carpathian Biosphere Reserve**

Was studied a microelement composition of snow precipitations (meltwater) of the mountain peaks of Marmarosh, Chornohora, Svydovets, Kuziy-Trybushany (Kuziy) and Uholka-Shyrokyi Luh protected massifs of the Carpathian Biosphere Reserve (CBR) during 2018-2019 (method of mass spectrometry with inductively coupled plasma – ICP-MS). The excess of the content (compared to the baseline by 4-8 times) of chemical elements in the snow of the mountain peaks of the protected massifs was detected accordingly: Chornohora, Peremychka tract – Zn, As; Uholka-Shyrokyi Luh, Vydnoга mountain – Hg, Cr, Bi, and mountain Plesha – Ag; Kuziy-Trybushany, polonyna Stara – Zn, Cr and mountain Stih – Ag; Marmarosh, mountain Petros of Marmarosh – Hg, As, Cd and mountain Pip Ivan – As, Cd, Hg, Pb. The activity and emissions of stationary pollution sources (industrial enterprises) were analyzed and it was established that the snow cover of mountain peaks of the Marmarosh massif is most polluted – Hg, As, Cd, Pb. Considering the proximity of the massif to the Romanian border and the prevailing north and north-east direction of the winds, a conclusion was drawn about the transboundary pollution of snow precipitations of mountain peaks of the Marmarosh massif.

Key words: microelement composition of snow, mountain peaks, Carpathian Biosphere Reserve, stationary sources of pollution.

Вступ

У період інтенсивного техногенезу необхідною умовою збереження природного середовища є фоновий екологічний моніторинг, основною складовою якого є встановлення регіональних фонових значень хімічних елементів у природних комплексах заповідних територій, які є екологічно чистими еталонними ділянками для оцінювання еколого-геохімічного стану і змін у довкіллі. У межах Українських Карпат такими територіями володіє КБЗ, найвищі гірські вершини якого було обрано для визначення мікроелементного складу снігового покриву, який є найінформативнішим індикатором техногенного забруднення. Забруднення в атмосферу надходять як від природних джерел (пилوک рослин, лісових пожеж, вулканічної діяльності, пилу тощо), так і від антропогенних. У зимовий час вплив природних джерел незначний, і основний внесок у забруднення атмосфери вносять антропогенні джерела – промислові підприємства. Атмосферне забруднення разом зі сніговими опадами накопичуються у сніговому покриві, який є зручним індикаторним об'єктом оцінки стану природного середовища, відображаючи рівень забруднення приземних шарів атмосфери.

Постановка завдання, матеріали та методика дослідження

Метою дослідження було визначення кількісного вмісту мікроелементів у снігових водах найвищих гірських вершин КБЗ – Мармароського, Чорногірського, Свидовецького, Кузій-Трибушанського (Кузійського) та Угольсько-Широколужанського заповідних масивів. Хімічна оцінка снігового покриву на території КБЗ необхідна для розуміння переносу потенційно небезпечних речовин в атмосфері на великі відстані, природного кругообігу хімічних елементів та антропогенного впливу на атмосферу. Згідно з цим, проаналізовано хімічний склад викидів стаціонарних джерел забруднення (підприємств) на відстані до 50 км від об'єктів дослідження.

Об'єктом досліджень був сніг (снігові води) гірських вершин Мармароського,

Чорногірського, Свидовецького, Кузій-Трибушанського та Угольсько-Широколужанського заповідних масивів КБЗ.

Предмет досліджень – мікрокомпонентний склад снігових вод гірських вершин КБЗ та виявлення стаціонарних джерел його забруднення.

Відбір проб снігу проводився у період весняного сніготанення при температурі ($-4-5^{\circ}\text{C}$) методом конверта із найвищих гірських вершин Мармароського, Чорногірського, Свидовецького, Кузійського та Угольсько-Широколужанського заповідних масивів КБЗ. Всього відібрано більше 90 зразків снігу із 19 постійних точок відбору. Проби поміщали в чисті поліетиленові пакети, розтоплення проб здійснювали при температурі 20°C в пакетах, потім проби переливали в хімічно інертну тару об'ємом 2 дм^3 і відправляли в лабораторію для проведення аналізу на мікроелементний вміст.

Вміст хімічних елементів у снігових водах досліджували методом мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (ICP-MS), межі виявлення $0,01-1000\text{ мкг/дм}^3$. Виміри проводилися в Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка НАН України. Математичну обробку результатів здійснювали з використанням програми "Statistica Base". Для визначення рН з отриманого фільтрату відбирали аликвоту $0,1\text{ дм}^3$ і на іонімірі ЕВ-74 (система скляний електрод ЕВЛ 1М 3,1 у парі з хлорсрібним електродом порівняння ЕВЛ 1М 5,1).

Одним з головних показників оцінки еколого-геохімічної інформації є коефіцієнт концентрації хімічних елементів (Кс), який розраховувався за формулою $\text{Ci}/\text{Cф}$, де Ci – концентрація „i”-го елемента в пробі снігу, а Cф – фонові концентрація цього елемента.

Для виявлення техногенної складової, згідно з каталогом Укрпром за 2018 рік (www.ukr-prom.com, 1018), проаналізована діяльність стаціонарних джерел забруднення (промислових підприємств), відстань яких складала до 50 км від ділянок досліджень. Для території досліджень визначено основні галузі промисловості, елементи забруднювачі атмосферного повітря та побудовано схему з зазначенням місць знаходження підприємств та ділянок досліджень.

Результати досліджень та їх обговорення

Відбір снігу проведено з 19 гірських вершин заповідних масивів КБЗ (табл. 1), їх місце знаходження показано на схемі (рис. 1).

Гірські вершини знаходяться у різних висотних поясах – низькогірному, середньогірному, субальпійському та альпійському. Внаслідок того, що перевищення вмісту мікроелементів у снігових водах може переходити у ґрунт, наведемо характеристику висотних поясів (Жовинський та ін., 2012). Низькогірний пояс (600–1200 м) складається з букових, ялицево-букових та смереково-букових лісів, ґрунти – бурі гірсько-лісові; середньогірний пояс (1200–1500 м) – це, переважно, смерекові, буково-смерекові та ялицево-смерекові ліса, ґрунти – світло-бурі; субальпійський пояс (1500–1700 м) – гірська сосна та злакові трави, ґрунти – гірсько-лучні; альпійський пояс (вище 1700 м) – трав'янисті і чагарникові угруповання, ґрунти – гірсько-лучні. Загалом, у гірсько-лісовому поясі сформувалися темно-бурі, бурі, світло-бурі опідзолені й неопідзолені ґрунти. Бурий колір ґрунтам надають водонерозчинні сполуки заліза, що осідають на поверхні їх мінеральних часточок. Хімічні сполуки, які

потрапили в атмосферу піддаються глибокому перетворенню. Значна частина розсіяних елементів переходить у форми і сполуки, здатні до подальшого розчинення. І наявність у ґрунтах глинистих часток чи органічної речовини призводить до сорбції хімічних елементів.

У межах Угольсько-Широколужанського масиву сніг відібрано (рис. 1) на 6 гірських вершинах низькогірного та середньогірного висотних поясів (№1–6): гори Щавна, Щербан, Менчул, Виднога, Вежа, Плеша; Свидовецького масиву – на 3 гірських вершинах субальпійського та середньогірного висотних поясів (№7–9) – г. Стіг, урочища Драгобрат та Лазинці; Чорногірського масиву – на 6 гірських вершинах середньогірного, субальпійського та альпійського поясів (№10–15) – гори Говерла та Копиця, урочище Перемичка, полонини – Менчул Квасівський, Рогнеска, Кознеска; Кузійського масиву – на 2 гірських вершинах середньогірного поясу (№16, 17) – гори Шоймол та Менчул; Мармароського масиву – на 2 гірських вершинах альпійського поясу (№18, 19) – гори Піп-Іван Мармароський та Петрос Мармароський.

Таблиця 1. Характеристика місць відбору проб снігу з гірських вершин КБЗ

№ проби	Місце відбору	Висота відбору, м	Висотний пояс
1	2	3	4
Угольсько-Широколужанський масив			
1	г. Щавна	1230	Середньогірний
2	г. Щербан	1205	
3	г. Менчул	1450	
4	г. Виднога	1295	
5	г. Вежа	937	Низькогірний
6	г. Плеша	1108	
Свидовецький масив			
7	г. Стіг (урочище "Драгобрат")	1700	Субальпійський
8	Біля озера "Драгобрацьке" (урочище "Драгобрат")	1240	Середньогірний
9	Полонина "Стара" (урочище "Лазинці")	1450	
Чорногірський масив			
10	Полонина "Менчул Квасівський"	1305	Середньогірний
11	Полонина "Рогнеска"	1450	

Закінчення таблиці 1

12	г. Копиця (підгір'я г. Петрос)	1650	Субальпійський
13	Полонина "Кознеска" (схил г. Говерла)	1680	
14	Урочище "Перемичка"	1540	
15	г. Говерла	2030	Альпійський
Кузійський масив			
9	г. Шоймол	1228	Середньогірний
11	г. Менчул	1380	
Мармароський масив			
18	г. Піп-Іван Мармароський	1936	Альпійський
19	г. Петрос Мармароський	1780	

Велике значення має рН снігового покриву, бо при наявності викидів пилу, оксидів сірки, азоту, вуглецю відбувається техногенна трансформація хімічного складу снігових вод. Кислотність атмосферних опадів приблизно на 65% визначається присутністю сірчаної кислоти (H₂SO₄), на 30% – азотної (HNO₃) і на 5% – соляної кислоти (HCl) (Суркова, 2002). При надходженні великої кількості пилу в навколишнє середовище (цементна, будівельна промисловість, теплоенергетика, чорна металургія, виробництво аміаку) спостерігається підвищення лужності

снігових вод до 8,5–9,5 і збільшення вмісту кальцію, магнію, гідрокарбонат-іонів за рахунок розчинення техногенних карбонатів, що містяться в пилу (energetika.in.ua/ru/books, 2019). Поставання оксидів сірки (теплові станції на вугіллі, кольорова металургія, коксо-і нафтохімія) веде, навпаки, до підкислення снігових вод.

Визначено, що рН снігу (снігової води) становить 5,5–6,0 (фон регіону), снігові води гідрокарбонатно-натрієвого типу. Щодо макрокомпонентного складу, мг/дм³: загальна мінералізація – (17–40), сульфати – (1–6), гідрокарбонати –



Рис. 1. Схема розташування місць відбору проб снігу з гірських вершин КБЗ та промислових підприємств (номера проб відбору снігу згідно таблиці 1, номери підприємств згідно таблиці 2). 1 – границі України, 2 – границі заповідних масивів, 3 – населенні пункти та їх назви, 4 – промислові підприємства та їх номери на території України, 5 – промислові центри території Румунії

Таблиця 2. Фоновий вміст хімічних елементів у сніговому покриві гірських вершин КБЗ

Хімічний елемент	Вміст, ppb	Хімічний елемент	Вміст, ppb	Хімічний елемент	Вміст, ppb	Хімічний елемент	Вміст, ppb
Mo	0,072	V	0,15	Hg	0,021	Ag	7,63
Sn	0,321	Cr	0,40	Zn	137,61	Cd	0,14
Sb	1,125	Mn	8,81	Dy	0,031	Cs	0,03
La	0,641	Fe	14,22	Ho	0,006	Ba	19,53
Ce	1,018	Co	0,23	Er	0,041	Pb	3,24
Pr	0,085	As	0,74	Tm	0,002	Bi	0,05
Nd	0,276	Se	0,09	Yb	0,011	Co	0,25
Sm	0,049	Rb	0,83	Lu	0,003	Ni	2,96
Eu	0,019	Sr	33,26	Au	0,006	Cu	14,34

(7–17), кальцій – (0,5–3), натрій і калій – (4–10) (Піпаш, Папарига, 2016).

Мікроелементний склад снігу (36 хімічних елементів) визначався на ICP-MS протягом 8 років (починаючи з 2010 р.), саме тому була можливість встановлення фонового вмісту хімічних елементів у сніговому покриві заповідних масивів КБЗ (табл. 2) (Жовинський, 2012; Сущик, 1978; Жовинський та ін., 2008, 2011; Крюченко та ін., 2011, 2014).

Слід відмітити, що вміст досліджуваних хімічних елементів у снігових водах не перевищує гранично допустимих значень (ГДК). Розрахунки коефіцієнту концентрації хімічних елементів (Кс) у снігових пробах (відносно фонового вмісту) дозволили визначити ступінь їх накопичення – Чорногірський масив: полонина "Рогнеска" – Mo (1,1); г. Говерла – Ni (1,9)>V, Cd (1,2)>Mn (1,1); г. Копиця (підгір'я г. Петрос) – Zn (1,4); урочище "Перемичка" – Zn (4,1)>As (3,1)>Cu (2)>Pb (1,2); полонина "Кознеска" (схил г. Говерла) – Cu (1,5)>Pb (1,3)>Ni, V(1,2); полонина "Менчул Квасівський" – Cu, V (2,4)>Mn, Pb (1,5)>As(1,2); Угольсько-Широколужанський масив: г. Вежа Cr (1,2), г. Плеша Ag (5)>Mo (1,9)>Hg, Cd (1,6)>As, Pb (1,1), г. Щербан Cr, Pb, Ni (1,4)>V, Zn (1,1), г. Виднога –Hg, Bi (6)>Cr (5)>Zn, V(1,5), г. Щавна – Mn (2)>As (1,1), г. Менчул – Mo, Ni (1,4); Кузійський масив – г. Шоймол – Mo, Ni (1,4), г. Менчул Cd (1,9)>Mo, Cr (1,4)>As (1,2); Свидовецький масив – полонина Стара (урочище Лазинці) – Zn (4,1)>Cd, Cu, Mo, Mn (1,5)>Pb, V(1,2), г. Стіг – As (3,2)>Cu (1,8)>Mn (1,4)>Pb (1,1); урочище "Драгобрат" – Cu (1,6)>Mo (1,1); Мармароський масив – г. Петрос Мармароський – Hg (6)>As, Cd (4)>Pb (2)>Zn, Cu, Mo, Mn (1,5), г. Піп Іван As (8)>Cd, Hg (6)>Pb (4) >Zn, Cu, Mo, Mn (1,5).

Найбільш забрудненим є сніг на г. Петрос Мармароський і г. Піп Іван, де виявлена однакова група елементів-забруднювачів – Hg, As, Cd, Pb, перевищення яких над фоновим вмістом складає 4–8 разів (рис. 2).

Стан атмосферного повітря залежить насамперед від обсягів викидів забруднюючих речовин стаціонарних та пересувних джерел. Зважаючи на те, що на території КБЗ немає щільного руху транспорту основну увагу приділено стаціонарним джерелам. Згідно з каталогом Укрпром за 2018 рік (www.ukr-prom.com, 2018), виявлено 21 підприємство, яке розташовано на відстані до 50 км від об'єктів дослідження та може мати вплив на забруднення снігового покриву (див. рис. 1). Опис підприємств із зазначенням галузей промисловості, продукції, елементів-забруднювачів атмосферного повітря та їх місця знаходження приведено в табл. 3.

Основні галузі промисловості, що забруднюють повітря в межах досліджуваних масивів КБЗ – деревообробна, електротехнічна, хімічна, машинобудування та приладобудування. Найбільші потужності мають 8 підприємств: "Іршавський абразивний завод", ТОВ "Хустська фабрика фетрових головних уборів "Хуст-Фільц"", ТОВ "Закарпатський металургійний завод" (єдиний виробник в Україні фільтр-елементів на основі порошків титану, титану з вуглецем і хромом), ТОВ "ВЕТ Аутомотив Україна" ТОВ "Виноградівський завод пластмасових сантехвиробів", ПАТ "Техномаш", ПАТ "Ільницький завод механічного зварювального устаткування", ВАТ "Коломийський завод розподільних комплектних пристроїв".

Щодо атмосферних викидів промисловостей, то переважаючими є: деревообробна – Cr, Fe, Cu,

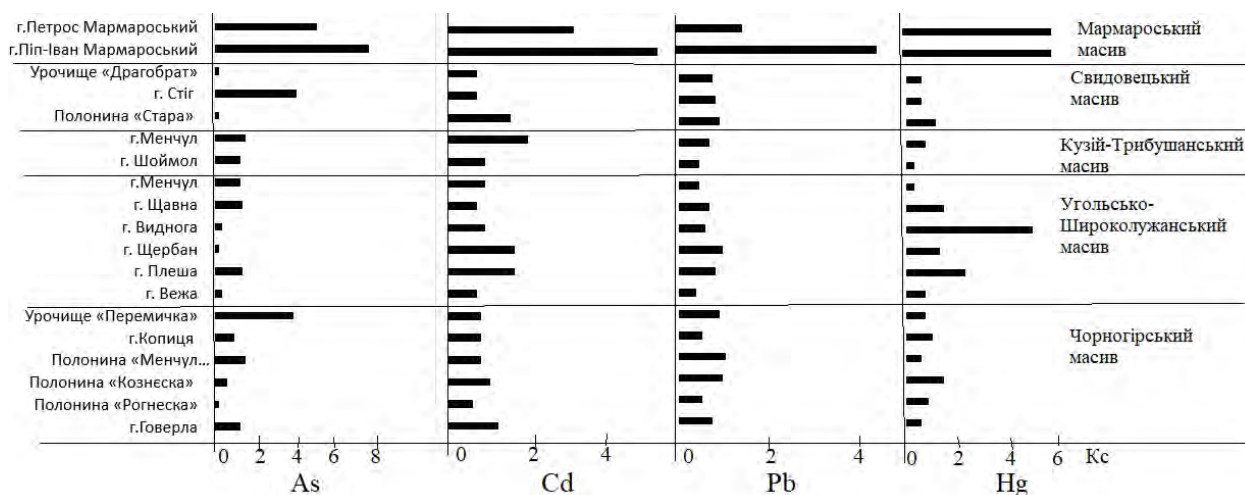


Рис. 2. Діаграми ступеню накопичення (Кс) As, Cd, Pb, Hg у снігових водах гірських вершин КБЗ

Mg, F, машинобудування та приладобудування – Cu, Al, Ag, Fe, Au, Li, Ti, Mn, Cr, Ni, P, Pb, легка – Zn, Cu, Fe, Pb, Ag, Cr та хімічна – Li, As, Hg, Fe, Cu, Zn, Pb. Деревообробна промисловість є основною галуззю на території Закарпаття. Саме речовини, що входять до складу клею (розчинники, наповнювачі, каталізатори, стабілізатори, дубителі – уротропін, формалін, мідні солі, антисептики – фенол, крезол, формалін, сульфонафтеніві кислоти, фтористий натрій і важкі метали, пластифікатори) і знаходяться у викидах, що забруднюють повітря.

У той же час, необхідно врахувати близькість до заповідних масивів КБЗ території Румунії з наявністю розвинених індустріальних центрів – міст Сату-Маре (Сатмар), Сігету-

Мармаціей та Бая-Маре. У місті Сату-Маре (27 км від кордону з Україною) налагоджено виробництво газових плит, текстилю, шкіряних виробів, меблів, гірського і транспортного устаткування. Викиди у атмосферу – Cr, Fe, Cu, Mg, F, Cr, As, Cd. Місто Сігету-Мармаціей характеризується наявністю будівельної, текстильної, деревообробної і харчової промисловості. Забруднення атмосфери наступними хімічними елементами – Zn, Hg, As, Cd, Cu, Fe, Pb, Ag, Cr, F, Ti, Mg. У місті Бая-Маре – знаходиться найбільше в Східній Європі виробництво диванів "Italsofa" (у викидах – формальдегід, вуглець, сполуки важких металів), а також розташовані гірничовидобувні підприємства.

Таблиця 3. Характеристика промислових підприємств, які можуть впливати на хімічний склад снігу гірських вершин КБЗ

№ на схемі	Назва підприємства	Галузь промисловості	Продукція	Елементи-забруднювачі атмосферного повітря	Місце знаходження
1	2	3	4		5
1	ТОВ "ГлобалІмпекс"	Легка	Жіночий одяг	Zn, Cu, Fe, Pb, Ag, Cr	с. Кольчино
2	ТОВ "ІБЕРУС-ЛІС"	Деревообробна	Переробка деревини	Cr, Fe, Cu, Mg, F	м. Свалява
3	ТДВ "Міжгірський лісокомбінат"		Будиночки, лісоматеріал, пиломатеріал	Cu, F, Ti, Mg	с. Міжгір'я
4	ТОВ "Міжгірське будівельно-деревообробне підприємство"				

Продовження таблиці 3

5	ПАТ "Ільницький завод механічного зварювального обладнання"	Машинобудування та приладобудування	Механічне зварювальне обладнання	Cu, Mn, P, S, Cr, Bi, Hg, Fe, Cu, Mg, F	м. Ільниця
6	Компанія "Прогроус"	Деревообробна	Деревообробне обладнання та лінії для гранулювання і брикетування	Cr, Fe, Cu, Mg, F	с. Довге
7	Підприємство "Іршавський абразивний завод"	Машинобудування та пиладобудування	Виробництво абразивного інструменту на бакелітовій зв'язці	Mn, Cr, F, Se, Mg, Pb, Zn	м. Іршава
8	ТОВ "ВЕТ Аутомотив Україна"	Електротехнічна	Електронні системи підігріву сидінь для престижних марок легкових автомобілів відомих світових брендів	Cu, Zn, Al, Be, Fe, Ni, Sn, Pb, Ag, F, Mn, P, Li	м. Виноградів
9	Підприємство "StarStilleMebel"	Деревообробна	Виготовлення меблів ручної роботи з дерева; будинки, деталі інтер'єру	Cr, Fe, Cu, Mg, F	с. Букове
10	ТОВ "Виноградівський завод пластмасових виробів"	Хімічна	Пластмасові вироби	Li, As, Hg, Fe, Cu, Zn, Pb	м. Виноградів
11	ТОВ "Хуст-Фільц"	Легка	Фетрові головні убори	Zn, Cu, Fe, Pb, Ag, Cr	м. Хуст
12	ЗАТ "Старт"	Легка	Спортивні вироби; куртки утеплені; костюми вологовітрозахисні	Zn, Cu, Fe, Pb, Ag, Cr	м. Хуст
13	ТОВ "Енран-ЗЛК"	Деревообробна	Клеєні меблеві щити з деревини твердолистяних порід	Cr, Fe, Cu, Mg, F	м. Хуст
14	ПАТ "Техномаш"	Хімічна	Гальванічне обладнання	Li, Cr, Cu, Ni, Sn, Pb, Fe, Ag, Au	м. Хуст
15	ТОВ "Закарпатський металургічний завод"		Титанові порошки та вироби з них, будівельні вироби на основі відходів металургійного виробництва	Ti, Cr, Hg, Cd, Ag, Co, Bi	с. Вишково

Закінчення таблиці 3

16	ТОВ "БРУНО ЛТД"	Деревообробна	Лісопилльне та стругальне виробництво; просочування деревини	Cr, Fe, Cu, Mg, F	с. Великий Бичків
17	Підприємство "Закарпатський арматурний завод"	Машинобудування та приладобудування	Гідравлічне, пневматичне обладнання	Cu, Fe, Zn, Pb, Cr	п. Кобилецька Поляна
18	ПП «Оборудование+»		Обладнання для виготовлення: шлакоблоків, піноізолу, пресованої цегли, тротуарної плитки	Ag, Cu, Mo, F, Hg, Zn	м. Коломия
19	ВАТ "Коломиясельмаш"		Виготовлення навантажувачів; міні екскаваторів, рам лісопилльних, розбризкувачів добрив, гідроциліндрів	Mn, Cr, Ni, Cu, P, Pb	м. Коломия
20	ВАТ "Коломийський завод розподільних комплексних пристроїв"	Електротехнічна	Комплектні розподільчі пристрої, щити електротехнічні	Cu, Zn, Al, Be, Fe, Ni, Sn, Pb, F, Mn, P, Li	м. Коломия
21	ПП "Прикарпаткабель"	Машинобудування та приладобудування	Кабельно-провідникова продукція	Cu, Al, Ag, Fe, Au, Li, Ti	м. Коломия

Примітка. Абревіатури: ТОВ – товариство, ВАТ – відкрите акціонерне товариство; ЗАТ – закрите акціонерне товариство, ПАТ – публічне акціонерне товариство, ТДВ – товариство з додатковою відповідальністю, ПП – приватне підприємство

Розглядаючи причини перевищення вмісту хімічних елементів у снігових водах заповідних зон необхідно враховувати хімічний склад викидів стаціонарних джерел. Так, у снігових водах урочища "Перемичка" Чорногірського масиву вміст Zn, перевищує фоновий у 4 рази. На відстані 30 км від урочища, розташовані підприємства ТОВ "БРУНО ЛТД" (с. Великий Бичків) та Закарпатський арматурний завод (с. Кобилецька Поляна). Викидами першого є Cr, Fe, Cu, Mg, F, а другого – Cu, Fe, Zn, Pb, Cr, Тобто, Zn не є основним елементом у викидах підприємств, тоді як у м. Сігет-Мармороський (розташований у 35 км від урочища) у викидах текстильної промисловості переважає Zn.

У сніговому покриві Угольсько-Широко-лужанського масиву встановлено перевищення

вмісту хімічних елементів – г. Виднога (Hg, Bi, Cr у 5–6 разів), г. Плеша (Ag у 5 разів). Забруднення снігу г. Виднога може спричинити викиди ПАТ "Ільницький завод механічного зварювального обладнання» (відстань – 30 км), а сніг г. Плеша – ТОВ "Хуст-Фільц" або ООО "ВЕТ Аутомотив Україне" (відстань – 25–30 км). Річ у тому, що ці підприємства знаходяться на північному сході від вершини гори, і при наявності південно-західного напрямку вітру джерело забруднення важко розрізнити.

Особливу увагу слід приділити забрудненню снігового покриву вершин Мармароського масиву. Так, забруднення снігу г. Петрос Мармароський (Hg, As та Cd) та г. Піп Іван (As, Cd, Hg, Pb) можна пов'язати з підприємствами на території м. Сігет-Мармороський (Румунія),

що знаходиться на відстані 30 км від вершин, у викидах яких переважають вищезазначені елементи (на відстані більш, ніж 50 км немає ніяких підприємств з таким комплексом забруднюючих речовин у викидах). З огляду на переважаючий північний і північно-східний напрям вітрів, можна припустити транскордонне перенесення забруднюючих сніг елементів з території Румунії.

Важкі метали відносяться до числа розповсюджених і досить токсичних забруднюючих речовин, у результаті накопичення в зовнішньому середовищі вони представляють небезпеку, з точки зору їх біологічної активності. При збільшенні вмісту металів у сніговому покриві, а потім і ґрунті знижується його загальна біологічна активність, і це впливає на ріст і розвиток рослин.

Висновки

Відносно території КБЗ – до цього часу не було проаналізовано викиди промислових підприємств території України та Румунії, що можуть мати вплив на забруднення довкілля. У статті вперше наведено характеристику щодо діяльності стаціонарних джерел забруднення у межах досліджуваних масивів КБЗ та встановлено ряд характерних мікроелементів у сні-

гових опадах гірських вершин за сезон зими 2018–2019 рр.

1. Визначено характерні мікроелементи, забруднювачі снігового покриву гірських вершин Мармароського, Чорногірського, Свидовецького, Кузій-Трибушанського (Кузійського) та Угольсько-Широколужанського заповідних масивів КБЗ у період 2018-2019 рр. Чорногірський масив: урочище Перемичка – Zn, As; Угольсько-Широколужанський масив: г. Виднога – Hg, Bi, Cr, г. Плеша – Ag; Кузій-Трибушанський масив: полонина Стара – Zn, Cr, г. Стіг – Ag; Мармароський масив: г. Петрос Мармароський – Hg, As, Cd; г. Піп Іван – As, Cd, Hg, Pb.

2. Вперше проаналізовано викиди стаціонарних джерел (промислових підприємств) забруднення атмосфери КБЗ з боку України і Румунії. Виявлено 21 підприємство, викиди яких можуть впливати на забруднення атмосфери в межах КБЗ.

3. Встановлено, що найбільш забруднений сніговий покрив (Hg, As, Cd, Pb) на території Мармароського масиву, гірські вершини якого розташовані близько до кордону з Румунією. З огляду на переважаючий північний і північно-східний напрям вітрів можна припустити наявність транскордонного забруднення.

Список посилань

- Жовинський Е.Я., Крюченко Н.О., Папарига П.С. Важкі метали у ґрунтах та рослинності Чорногірської ландшафтно-геохімічної зони на прикладі Карпатського біосферного заповідника // Пошукова та екологічна геохімія, 2008. – № 1 (8). – С. 13–22.
- Жовинський Е.Я., Крюченко Н.О., Папарига П.С. Важкі метали в об'єктах довкілля Свидовецького масиву Українських Карпат // Геохімія та рудоутворення, 2011. – В. 30. – С. 84–89.
- Жовинський Е.Я., Крюченко Н.О., Папарига П.С. Геохімія об'єктів довкілля Карпатського біосферного заповідника. К.:ТОВ "НВП "Інтерсервіс"" 2012.–100 с.
- Енергетика: история, настоящее и будущее. URL: <http://energetika.in.ua/ru/books> (дата звернення 17.07.2019).
- Каталог промислових підприємств України (Укрпром). 2018. URL: <http://www.ukr-prom.com> (дата звернення 15.06.2019).
- Крюченко Н.О., Жовинський Е.Я., Папарига П.С. Сніговий покрив високогір'я Українських Карпат – індикатор забруднення довкілля // Геохімія та рудоутворення, 2011. – В. 29. – С. 89–93.
- Крюченко Н.О., Жовинський Е.Я., Папарига П.С. Геоекологічний моніторинг снігового покриву субальпійського та середньогірного висотних поясів Карпатського біосферного заповідника. // Пошукова та екологічна геохімія, 2014. – № 1(14). – С. 27–35.
- Крюченко Н.О., Жовинський Е.Я., Папарига П.С. Рудні та техногенні геохімічні аномалії заповідних територій Українських Карпат (на прикладі Карпатського біосферного заповідника). К.:ТОВ "НВП "Інтерсервіс"", 2018.–148 с.
- Піпаш Л.І., Папарига П.С. Моніторинг гідрохімічного складу атмосферних опадів у Карпатському біосферному заповіднику // Природа Карпат, 2016. – № 1. – С. 95–100.
- Суркова Г.В. Химия атмосферы. М.: Изд-во Московского университета, 2002. – 210 с.
- Суцук Ю.Я. Геохимия зоны гипергенеза Украинских Карпат. К.: Наук. думка, 1978. – 210 с.