

## **Геохімічна специфіка підземних вод у зоні впливу Рахівсько-Тисенського глибинного розлому в межах населених пунктів Свидовецького та Мармароського масивів Карпатського біосферного заповідника**

*Роботу виконано у Карпатському біосферному заповіднику*

Виявлено геохімічні аномалії літію та арсену в підземних водах в зоні впливу Рахівсько-Тисенського розлому. В межах вузлів ущільнені, тріщинуваті породи забезпечують підвищену фільтрацію як природних вод, а також паро-водних і газоподібних потоків різних хімічних елементів і сполук. Одночасно вони є найкращими шляхами енергомасопереносу та флюїдної активності. Вміст токсичних елементів у підземних водах досліджуваних джерел перешкоджає використанню цих вод для пиття щодня. Визначено геохімічні та флюїдодинамічні фактори ендемічного захворювання населення, пов'язані з Рахівсько-Тисенським поперечним глибинним розломом.

**Ключові слова:** геохімічні аномалії, природні води, токсичні елементи.

**Папарига П. С. Геохимическая специфика подземных вод в зоне влияния Раховско-Тисенского глубинного разлома в пределах населенных пунктов Свидовецкого и Мармаросского массивов Карпатского биосферного заповедника.** Виявлені геохімічні аномалії літію та мышьяка в підземних водах в зоні впливу Раховско-Тисенського розлому. В межах вузлів ущільнені, тріщинуваті породи забезпечують підвищену фільтрацію природних вод, а також паро-водних і газоподібних потоків різних хімічних елементів і сполук. Одночасно вони є найкращими шляхами енергомасопереносу та флюїдної активності. Вміст токсичних елементів у підземних водах досліджуваних джерел перешкоджає використанню цих вод для пиття щодня. Визначено геохімічні та флюїдодинамічні фактори ендемічного захворювання населення, пов'язані з Раховско-Тисенським поперечним глибинним розломом.

**Ключевые слова:** геохимические аномалии, природные воды, токсические элементы.

**Paparyga P. S. Geochemical Specific of Underground Waters in the Affected Rahivsko-Tisin Deep Breaking Zone of the a Secret Within the Limits of Settlements Svidovets and Marmarosh Tracts of Land of the Carpathians Biosphere Reservated.** Geochemical anomalies are exposed of lithium and arsenou in the underground waters in the affected zone of the Rahivsko-Tisin breaking a secret. Within the limits of knots oushiltne, trishinouvaty breeds secure the promoted filtration as natural waters, and also vapor-water and gaseous streams of different chemical elements and halving. Simultaneously they are the best ways of energomasoperenosou and flyoidnoi activity. The table of contents of toxic elements in the underground waters of the explored sources foresees the use of them, as drinkable every day. Definitely geochemical and flyoidodinamic factors of endemic populations, related to the Rahivsko-Tisinscim transversal deep breaking a secret.

**Key words:** geochemical anomalies, natural water, toxic elements.

**Постановка наукової проблеми та її значення.** Одними з найбільш цікавих об'єктів Карпатського біосферного заповідника (КБЗ) є Свидовецький та Мармароський масиви, екосистеми яких належать до найцінніших на нашій планеті та справедливо вважаються «легенями Європи». Специфікою гірського рельєфу та особливістю геологічної будови цих масивів є те, що вони субмеридіально «розсікаються» Рахівсько-Тисенським глибинним поперечним розломом, у межах якого протікає р. Чорна Тиса та власне р. Тиса, вздовж яких на віддалі не більше 500 м проживає 90 % населення Рахівського району і локалізовані найбільші населені пункти: м. Рахів, смт Ясіня та Вел. Бичків, с. Кваси, Білин, Розтоки, Костилівка, Ділове, Луг, Водяне та Біла Церква (рис. 1).



**Рис. 1.** Рахівсько-Тисинський глибинний поперечний розлом. Мармароський і Свидовецький масиви КБЗ в межах Рахівського району (Закарпаття)

**Аналіз останніх досліджень із цієї проблеми.** Рахівсько-Тисинський розлом є південною частиною наскрізного глибинного розлому, що перетинає Карпатську гірську систему уздовж долини річки Тиси, який далі на північ перетинає Горгани і Передкарпатський прогин поблизу смт Надвірної й далі на північному сході досягає Східноєвропейської платформи [1]. Цей розлом добре простежується за результатами геоіндикаційного аеро-космодешифрування. Час його закладання однозначно не встановлено. Однак аналіз геоморфологічних даних свідчить, що початково вододільна лінія в Українських Карпатах проходила по гребеню Полонинського хребта, а на початку антропогену вона була «перепилена» ріками південно-західного схилу Карпат Латориці, Ріки, Терєблі, Терєсви і Чорної Тиси. «Перепилування» полонинського вододілу супроводжувалося місцевими перехопленнями у верхів'ях Тиси, Терєблі та інших річок. Можливо, поява поперечних щодо простягання карпатської гірської споруди річкових долин пов'язана з формуванням у цей час поперечних глибинних розломів Карпат, зокрема Рахівсько-Тисинського.

Цей порівняно молодий поперечний глибинний розлом Карпат розмежує потужні гірські системи Чорногірського масиву та Свидовецького хребта. Багато дослідників доводить, що динаміка глибинних флюїдів безпосередньо залежить від просторово-морфологічних особливостей та кінетики розвитку систем тектонічних розривних структур у земній корі, насамперед розломів. Флюїди надходили і надходять із глибоких горизонтів до поверхні Землі по глибинних розривних структурах, дифундують уздовж зон мікротріщинуватості та мають певний наслідок для геохімічного фону території. Мармароський та Свидовецький масиви характеризуються принципово відмінною геологічною будовою: перший належить до комплексу формацій магматичних та метаморфічних порід, а другий – до флішової формації. У той же час Рахівсько-Тисинський глибинний поперечний розлом наскрізно перетинає як Мармароський, так і Свидовецький масиви [2]. Все це визначає актуальність проведених досліджень щодо встановлення геохімічних наслідків впливу Рахівсько-Тисинського глибинного розлому на стан заповідних територій.

**Формулювання мети та завдань статті.** Об'єктами досліджень були геологічне середовище та підземні води в межах Свидовецького і Мармароського масиву КБЗ та долини р. Тиси.

**Матеріали та методи.** Методи дослідження: польовий, узагальнення наявних літературних і фондових даних, картографічного матеріалу, опробування підземних вод, хімічний аналіз та інтерпретація отриманих результатів.

**Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження.** На досліджуваних територіях (рис. 2) вивчено 10 джерел (температура води у джерелах 6–9 °С, виняток джерело 10, температура води у якому 23–25 °С (вода має специфічний сірководневий запах)). Усі води мають слабку мінералізацію – до 0,7 г/л.

Із джерел відібрано воду для визначення  $\text{NO}_3^-$ , рН, Eh, Ni, Zn, Fe, Li. Результати наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристика хімічного складу води в джерелах підземних вод

Номер водопункту	Ni	Fe	$\text{NO}_3^-$	Li	pH	Eh
1	0,10	0,50	0,30	1,87	5,60	250,00
2	0,10	0,50	0,37	15,14	5,60	230,00
3	0,10	0,50	0,37	13,15	5,70	250,00
4	0,10	0,50	0,15	1,87	5,95	265,00
5	0,10	0,50	0,20	2,97	5,20	260,00
6	0,04	8,61	3,75	21,04	5,80	135,00
7	0,06	4,10	0,50	2,97	6,25	120,00
8	0,04	0,50	0,33	1,56	5,90	220,00
9	0,12	0,11	4,25	25,39	6,35	150,00
10	0,10	0,50	0,10	8,22	7,20	215,00
ГДК за САНПин 2.1.4.559-96	0,1	0,3	45,0	0,03	6,5–8	

Вміст інших компонентів – у межах чутливості приладу.

Підземні води характеризуються підвищеним вмістом літію, арсену, нікелю, заліза та інших хімічних елементів. Враховуючи ГДК для питних вод, треба відзначити, що у воді окремих джерел перевищення ГДК для Li – в 150 раз, As – в 4000 раз (3, 4, 5, 6, 7), Ni – в 2 рази, Fe – в 30 раз.

За результатами визначень було побудовано схеми вмісту мікроелементів у підземних водах в зоні Рахівсько-Тисенського глибинного розлому (рис. 2–5).

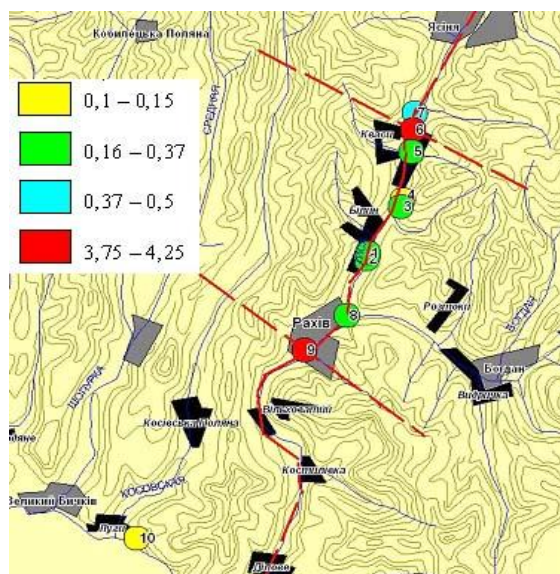


Рис. 2. Карта опробування та вміст Li у підземних водах

Як видно з рисунка 2, максимальний вміст літію притаманний вузлам тектонічних порушень. У межах вузлів ущільнені, тріщинуваті породи забезпечують підвищену фільтрацію природних вод, а також паро-водних і газоподібних потоків різних хімічних елементів і сполук. Одночасно вони є найкращими шляхами енергомасопереносу та флюїдної активності.

Вміст літію при ГДК 0,03 мг/дм<sup>3</sup> у всіх джерелах перевищує у десятки та сотні разів. Найбільш небезпечний для здоров'я людини у джерелах 6 та 9 [8]. Як відомо, основним антагоністами літію є натрій, меншою мірою – калій і магній. Синергічні ефекти також можуть спостерігатися з боку кальцію.



Ці води, безумовно, можна використовувати як лікувальні, коли людина одержує недостатню кількість того чи іншого елемента і може поповнити її при лікуванні. Проте, не можна проводити аналогію з питними водами, які використовує людина постійно. При споживанні води 2–3 л на день в організм потрапляє надлишкова кількість літію. Наприклад, при використанні в питних цілях води джерела № 9 (м. Рахів) людина за добу одержує близько  $10 \text{ мг/дм}^3$ , тобто в 100 разів більше норми, а за 10 діб – токсичну дозу 100 мг.

Щодо нікелю (рис. 3), то його вміст перебуває в межах ГДК ( $0,1 \text{ мг/дм}^3$ ), лише у джерелі № 9 його вміст несуттєво підвищено.

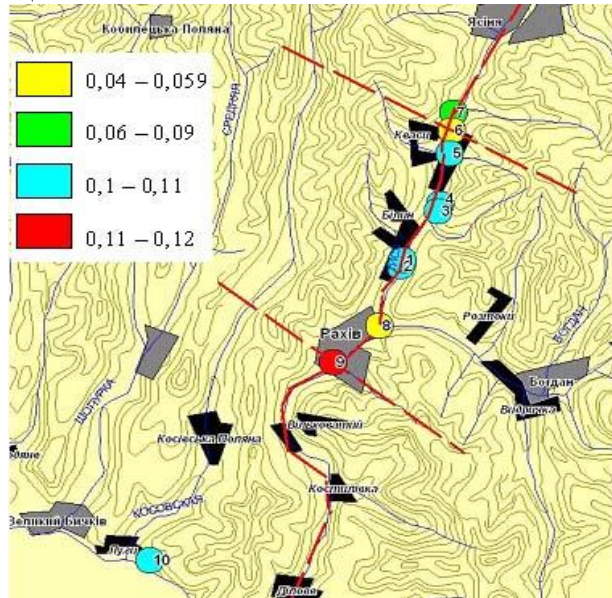


Рис. 3. Вміст Ni у підземних водах

Наявність нікелю у воді зумовлена складом шарів, через які проходить природна вода. У воді нікель може потрапляти з ґрунтів, а також в результаті розкладання рослинних і тваринних організмів, присутніх у водоймищах. У річкових незабруднених водах концентрація нікелю коливається звичайно від  $0,008$  до  $0,01 \text{ мг/дм}^3$ , в забруднених вона в десятки разів більша.

Концентрацію заліза у досліджуваних водопунктах показано на рисунку 4.

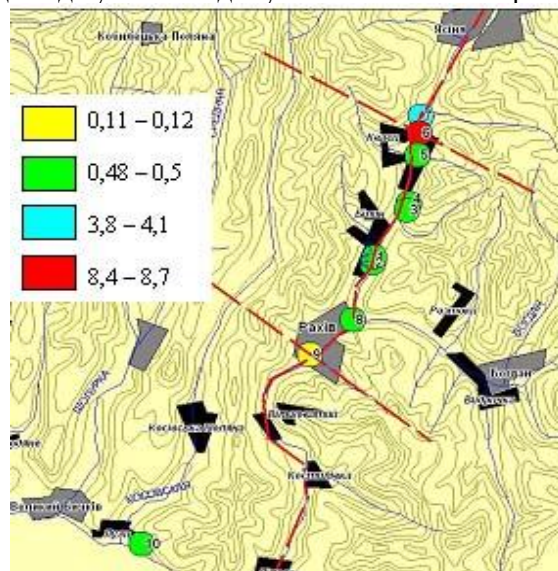


Рис. 4. Вміст Fe у підземних водах

У всіх джерелах, крім 9, відзначено вміст заліза вище ГДК ( $0,3 \text{ мг/дм}^3$ ). Як відомо, залізо – один із найпоширеніших природних елементів. Залізо наявне в більшості вулканічних порід, воно також входить до складу порід, що цементують пісковики. Залізо в значних кількостях міститься в різних

глинах, а в **осадкових** карбонатних породах (наприклад вапняк) трапляється тільки у вигляді незначних домішок.

Щодо розподілу нітратів (рис. 5), то ГДК у водах становить  $45,0 \text{ мг/дм}^3$ . У всіх джерелах вміст нітратів дуже малий, тобто ця територія не потрапляє під вплив техногенних досліджень.

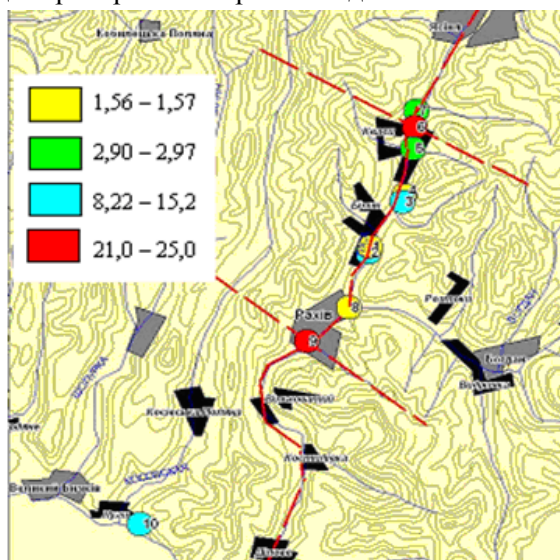


Рис. 5. Вміст  $\text{NO}_3^-$  у підземних водах

Проте видобування цих вод для постійного питного споживання може призвести до вкрай негативних наслідків, оскільки арсен та арсенати належить до полютантів I та II класів небезпеки.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Рахівсько-Тисенський глибинний розлом характеризується безпосереднім впливом на формування хімічного складу підземних вод, що розвантажуються у вигляді самоплинних джерел у долині річок Чорної Тиси та власне Тиси з підвищеним геохімічним вмістом літію та арсену. В межах району виділено дві групи населених пунктів та заповідних масивів Карпатського біосферного заповідника за їхнім розміщенням щодо цього глибинного розлому.

До першої групи населених пунктів віднесено ті з них, які розміщені уздовж річки Тиси, що має V-подібну (у верхів'ї) та U-подібну (в середній та нижній течії) форму долини, контролюється Рахівсько-Тисенським глибинним, тектонічно активним та флюїдопроникним розломом, а також ті, що розміщені безпосередньо в зоні впливу розлому, ширина якої від 50 до 150 м (в окремих ділянках до 300 м). Це зокрема смт Ясіня, с. Кваси, с. Білин, м. Рахів, с. Костилівка, с. Ділове та інші, у яких проживає понад 30 400 чоловік. До цієї групи також належить повністю Свидовецький масив та північна частина Мармароського масиву КБЗ в зоні впливу Рахівсько-Тисенського глибинного розлому.

До другої групи населених пунктів віднесено ті з них, які розміщені в межах структурно-тектонічних блоків, відносно стабільних ділянок земної кори, що розділені цим розломом (с. Росішка, с. Косівська Поляна, с. Чорна Тиса, с. Розтоки, с. Луги, с. Богдан), у яких проживає понад 15 500 чол. До цієї групи належить також південна частина Мармароського масиву КБЗ в зоні впливу Рахівсько-Тисенського глибинного розлому.

Інші населені пункти та території заповідних масивів Рахівського району приурочені до незначних за своїми розмірами та впливом, а також недостатньо вивчених розривних порушень.

#### Список використаної літератури

1. Адаменко О. Проблеми геоморфології і палеогеографії Закарпаття / О. Адаменко // Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій. – Львів : Вид. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2006. – С. 18–24.
2. Гамор Ф. Д. Карпатський біосферний заповідник / Ф. Д. Гамор, В. Ф. Покинйчереда. – Рахів : Вид-во Карпат. біосфер. заповідника, 1998. – 12 с.
3. Беус А. А. Геохимия окружающей среды / А. А. Беус, Л. И. Грабовская, Н. В. Тихонова. – М. : Недра, 1976. – 247 с.
4. Билык С. П. Минеральные воды Закарпаття / С. П. Билык. – Львов : Вища шк., 1986. – 162 с.
5. Важкі метали у ґрунтах заповідних зон України : монографія / [Е. Я. Жовинський, І. В. Кураєва та ін.]. – К. : Логос, 2005. – 104 с.
6. Крайнов С. Р. Гидрогеохимия / С. Р. Крайнов, В. М. Швець. – М. : Недра, 1992. – 463 с.

7. Перельман А. И. Геохимия ландшафта / А. И. Перельман. – М. : Высш. шк., 1975. – 341 с.
8. Папарига П. С. Екологічна безпека природних ландшафтів Рахівського району / П. С. Папарига, Д. Д. Сухарюк // Проблеми сталого природокористування в Карпатському регіоні (екологія, освіта, бізнес) : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (10–11 трав. 2006 р.). – Львів, 2006. – С. 93–97.

Статтю подано до редколегії  
12.09.2012 р.