

ЕКОНОМІЧНА ГЕОЛОГІЯ

УДК 553.7.04

О. Шевченко, канд. техн. наук, Т. Заверталюк, асп.

ОБҐРУНТУВАННЯ МЕЖ ТА ЧАСУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЛОКАЛЬНИХ РОДОВИЩ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД ЗА РІВНОВАЖНИМИ ГЕНЕТИЧНИМИ КОЕФІЦІЄНТАМИ

(Рекомендовано членом редакційної колегії канд. геол.-мінералог. наук, доц. О.Є. Кошляковим)

Запропоновано і теоретично обґрунтовано науково-методичний підхід щодо визначення меж та часу вичерпання запасів мінеральних вод локальних родовищ із дуже уповільненим природним водообміном.

Scientific-method approach offer and theoretical base on definition boundaries and time of exhaust of mineral waters storage of local occurrence with slow water exchange.

Україна має значні і різноманітні гідромінеральні ресурси. За цим показником вона є однією з найбагатших країн світу. Наприкінці минулого сторіччя більш інтенсивно почали розвиватись підприємства з видобутку та використання мінеральних вод для бутілювання або місцевого санаторного застосування. Найбільш відомі бренди мінеральних вод України експортуються в Ізраїль, Німеччину, Росію, США, країни Прибалтики та ін. На сьогодні на 70 курортах відкрито більше 440 санаторно-курортних закладів, які використовують мінеральні води з оздоровчою метою для внутрішнього та зовнішнього використання. І хоча галузь активно розвивається, використовується лише близько 10% затверджених експлуатаційних запасів. Однак, навіть за цих умов, проявляється порушення кондиційного складу мінеральних вод за специфічним компонентом та концентрацією макроіонів. Головним чином, це характерно для локальних родовищ мінеральних вод другої та третьої категорій [1]. Тут, під *локальними* будемо розуміти родовища мінеральних вод із специфічним складом, площа поширення яких обмежується вираженими гідрохімічними (і, часто, геологічними) границями, за межами яких вміст біологічно активного компоненту стає меншим за бальнеологічну норму. Здебільшого це обумовлено геологічною будовою (наявністю диз'юнктивних та плікативних дислокацій), обмеженням поширення порід – носіїв біологічно активних компонентів, або існуванням глибинних джерел їх інжекції (розломів).

Лише невелика група видів мінеральних вод мають *регіональне поширення*, тобто генерація в них біологічно активних компонентів відбувається на великій площі, співставній з площею окремої гідрогеологічної структури. Ресурси таких вод легко поновлюються і практично невичерпні. Якщо не приділяти уваги коливанням вмісту інших компонентів, то прикладом таких вод можуть бути радонові води [3], в меншій мірі – йодо-бромні та вуглекислі. Але, якщо радій в кристалічних породах може бути розсіяний більш менш рівномірно, то концентрації радону у воді все рівно будуть забезпечуватись еманацияною здатністю порід, що пов'язано з їх літологічними відмінностями та досить нерівномірною тріщинуватістю, а також інтенсивністю водообміну. Тобто об'ємна активність радонових вод при експлуатації здебільшого не витримується в часі, що підтверджують дані по Хмельницькому родовищу (Вінницька область) – одною з найбільших родовищ радонових мінеральних вод України.

Найбільш вразливі до якісного виснаження при експлуатації є мінеральні води локальних родовищ із специфічними компонентами, що мають дуже слабкі, слабкі та середні міграційні здібності. Це поліметальні води,

в першу чергу, збагачені алюмінієм, залізом, ванадієм (слабка міграція), в другу – літієм, міддю, кобальтом, марганцем, хромом та ін.(середня міграція), а також мис'яковисті, залізисті, кременисті води.

Таким чином, **проблема** полягає у виснаженні гідромінеральних ресурсів окремих, переважно локальних родовищ, або навіть певних видів мінеральних вод, що пов'язано з перевищенням обсягів їх відбору над темпами поновлення запасів або інтенсивністю генерації у водах специфічних компонентів. Склад мінеральних вод може змінюватись і за рахунок притоку некондиційних поверхневих або підземних вод з суміжних водоносних горизонтів внаслідок зміни співвідношення напорів в процесі експлуатації родовища. Потребує уваги і стан ґрунтових вод першого від поверхні водоносного горизонту (головним чином в алювіальних відкладах) курортних зон та районів промислового видобутку мінеральних вод в Передкарпатті та Закарпатті.

Шляхом до вирішення проблеми виснаження кількісних і якісних характеристик родовищ мінеральних вод, може бути встановлення *темтів генерації специфічних компонентів* в підземних водах, що забезпечують підтримання кондиційності мінеральних вод, а також, на їх основі, і найбільш *репрезентативних гідрохімічних коефіцієнтів*, що відображають генезис мінеральних вод.

Перші результати та теоретичне обґрунтування напрямку досліджень. Досвід проведення дослідно-експлуатаційних відкачок на Острівній ділянці Хмельницького родовища дозволяє зробити висновок, що інтенсивність відкачки впливає не тільки на концентрацію радону, але й по різному змінює вміст основних макроіонів у підземних водах. За хімічним складом це переважно хлоридно-сульфатно-гідрокарбонатні або сульфатно-гідрокарбонатні натрієво-кальцієві води (перелік згідно збільшення концентрації) з мінералізацією в межах 1,0-2,4 г/дм³ (в усіх крім однієї свердловини – до 1,6 г/дм³), твердість 10,45 – 17 ммоль/дм³, рН – 7,2-7,4. Вміст радону в підземних водах 75-600 Бк/дм³, урану 0,04-0,17 мг/дм³; радію – 0,06-0,61 Бк/дм³; СО₂ – 220-300 мг/дм³. Зона водопритоків у свердловині обмежується глибинами 29-59 м. Восени 2006 року, у зв'язку з відкачкою, було відмічено зменшення, хоча і в межах кондицій, вмісту радону в усіх свердловинах. Крім того, відбулись наступні зміни хімічного складу мінеральних вод:

- в усіх випадках збільшився вміст натрію і калію;
- помітно зменшився вміст магнію і нітратів;
- в незначній мірі зменшився вміст хлору і кальцію;
- в більшості свердловин зменшився вміст сульфат-іону (табл. 1).

Таблиця 1. Зміна хімічного складу і концентрації радону у водах експлуатаційних свердловин Острівної ділянки Хмельницького родовища під час безперервної групової відкачки (Шум І., 2007)

№ св.	Вміст у воді макрокомпонентів і радону															
	До групової відкачки (12.09.2006 р.)								Після групової відкачки, 17.10.2006 р.							
	Ca	Mg	Na+K	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃	²²² Rn, Бк/дм ³	Ca	Mg	Na+K	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃	²²² Rn, Бк/дм ³
600-с	204	74	48	112	135	143	708	278	200	46	193	86	117	189	787	240
14-с	192	67	34		158	151	549	211	156	34	141	3	150	99	580	163
11-рк	218	73	74	64	101	185	817	733	144	41	257	20	85	120	836	603
603-с	246	78	59	60	141	268	616	278	200	46	157	23	131	214	641	270

Очевидно, під час відкачки, в умовах коли поширення радієвмісних порід обмежене або їх емануюча здатність невисока (низька тріщинуватість, невелика кількість відкритих тріщин), збільшення швидкості руху води і зменшення часу її контакту з цими породами призводить до зниження вмісту радону.

Крім цього, відомий випадок із зменшенням кондиційного вмісту вільної вуглекислоти в мінеральних вуглекислих водах Голубинського родовища (Свалевський район) на Закарпатті під впливом його надмірного розкриття свердловинами та експлуатації (2006-2007 рр), зменшення вмісту розчиненого кремнію на Березівському родовищі, миш'яку – на Гірсько-Тисенському та ін.

Звідси, зробимо перше припущення, на якому ґрунтуватиметься запропонований науково-методичний підхід: мобілізація різних компонентів природного хімічного складу підземних вод відрізняється за інтенсивністю, що проявляється при сталому водовідборі, і залежить, головним чином, від хімічних властивостей елементів або іонів (тобто внутрішніх факторів) та, певною мірою, – від геохімічної обстановки (зовнішніх чинників). Тобто, компоненти, концентрація яких зменшується, не встигають поновлюватись в розчині при заданій інтенсивності водовідбору.

Існує велика кількість класифікацій мінеральних підземних вод, провідними ознаками яких є хімічний склад за основними та специфічними компонентами; бальнеологічні властивості та спосіб застосування мінеральних вод; їх генезис тощо. Достатньо сказати, що практично кожна країна має щонайменше одну власну класифікацію мінеральних вод, які зустрічаються на її території.

Найбільш цікавими з точки зору вирішення поставленої для даних досліджень задачі, є генетичні класифікації. Одна з них, створена у Франції Ж. Мезоном (1976) для мінеральних і термальних вод, відображає уяву автора про переважно метеорне походження мінеральних вод. Проте, автор підкреслює, що специфічного хімічного складу вода набуває за рахунок тривалого перебування і контакту з вміщуючими породами в надрах землі.

Болгарський дослідник мінеральних вод К. Щерев розглядає мінеральні води або гідромінеральні розчини як специфічне середовище, мінералоруйнуюче або мінералоутворююче, яке відрізняється рухливістю, мінливістю і виступає індикатором процесів, що протікають в земній корі [6]. Виходячи з цього, автор будує натуралістичну класифікацію мінеральних вод на фундаменті абстрактного моделювання всієї системи підземних вод у спряжених генетично-речовинних, енергетичних і просторово-часових осях. За генезисом розчинника і розчинених речовин в глобальній системі екзогенних (інфільтраційних та седиментаційних) вод виділено підсистеми (відділи) літоморфних та екзо-літоморфних вод. Ендогенні води, розчинник яких має ювенільне (мантійно-магматичне) походження, автором не розглядаються у зв'язку з їх дуже обмеженим поширенням, а матаморфогенні води – виходячи з відсутності жорстких об'єктивних критеріїв для їх речовинного і просторового виділення. В системі екзогенних вод виділено класифіка-

ційні таксономічні одиниці, що включають 2 підсистеми, 4 групи (гідромінеральні формації), 19 класів (гідромінеральних фацій) і 63-65 родин (типів) мінеральних вод. Фундаментальною одиницею визначено родину (тип), під якою слід розуміти генетично, речовинно, енергетично і просторово уособлену спільноту мінеральних вод, у яких однаковий або схожий мінеральний, газовий і мікробний склад та спільний діапазон мінералізації, рН, Eh і температури.

Таким чином, існуючі класифікації мінеральних вод достатньо детально відображають механізми та умови їх утворення, але ніяк не враховують стійкість їх складу в умовах експлуатації родовища. Тобто, доцільно створити класифікацію за стійкістю якісного складу мінеральних вод родовищ до їх експлуатації з певною (однаковою) інтенсивністю.

Механізми, що регулюють концентрацію специфічного компонента в природних і порушених експлуатацією умовах можуть бути різними, але спробуємо їх звести до кількох узагальнених випадків:

1. В природних умовах дуже уповільненого водообміну досягається певна рівновага вмісту елементу, що обумовлюється окисно-відновним потенціалом і межею насичення води елементом за даних гідрохімічних умов. Якщо у воді містяться аніони, що утворюють із специфічним компонентом-катионом слаботорозчинні сполуки, то повного насичення не настає.

2. Під час експлуатації родовища зміни хімічного складу води можуть протікати за кількома сценаріями:

а) зменшення концентрації специфічного компонента у зв'язку з перевищенням швидкості водовідбору над швидкістю мобілізації компонента в розчин, що може прирівнюватись до вичерпання статичних, в першу чергу, пружних запасів і надходження некондиційних вод; в іншому випадку – значне перевищення обсягів водовідбору над обсягами інжекційних вод, що містять специфічні компоненти; зміна різковідновної обстановки на слабівідновну або окисну, що суттєво стримує утворення розчинних сполук біологічно активного компоненту, тощо;

б) відносна стабілізація вмісту компоненту, що обумовлено рівновагою, тобто близькими значеннями означених швидкостей;

в) збільшення концентрації специфічного компоненту, пов'язане із залученням динамічних ресурсів, вивільненням порових розчинів з відносно водотривких відкладів (глин) створенням "промивного ефекту", коли за рахунок інтенсифікації водообміну збільшуються швидкості розчинення вміщуючих або контактуючих порід (солей), збільшується надходження CO₂, тощо; крім того, такий варіант можливий за рахунок підтягування вод з нижчезалегаючого водоносного горизонту, що містить більш мінералізовані або більш агресивні до даних порід води.

Індивідуальні лікувальні властивості більшості видів та типів мінеральних вод забезпечуються не лише підвищеним вмістом специфічного компонента, який дає назву воді, а, головним чином, комбінацією розчинених у воді речовин, тобто синергетичним ефектом від сукупної їх дії. Особливо важливо, щоб у воді були присутні такі

іони, які утворюють із біологічно активним компонентом не лише добре розчинні, а й найбільш фізіологічно прийнятні сполуки, що найефективніше долучаються до обмінних, ферментативних та інших процесів в організмі людини. Наприклад, найбільш розчинними для більшості катіогенних елементів є їх сполуки з хлором, але не у всіх випадках вони корисні для організму. Більш прийнятними, наприклад для заліза, міді, кобальту, є комплекси з органічними або органо-мінеральними лігандами.

На сьогодні слабо вивчені швидкості протікання процесів збагачення підземних вод органічними речовинами. Не секрет, що лікувальна дія відомого типу мінеральних вод "Нафтуса" також пов'язана із синергетичними ефектами дії біологічно активних компонентів органічної природи на фоні збагачення сірководнем (нижче бальнеологічної норми), невисокої мінералізації і ординарного хімічного складу. Характерною і необхідною умовою для збагачення цих вод органічними речовинами є наявність окисно-відновних (або слабководних) гідрохімічних умов з $Eh = 90 \dots 200$ мВ. Цікавим, з приводу дослідження генезису органічних речовин у водах типу "Нафтуса", є гідрохімічний метод, що ґрунтується на порівнянні коефіцієнтів накопичення органічних речовин і хлору у відкритих і закритих порох водонасичених порід [2].

Дебіти водозабірних споруд на родовищах вод типу "Нафтуса" здебільшого невисокі (6-15 м³/добу), оскільки водовідбір розраховується лише для місцевого санаторного використання, що, вірогідно, і сприяє відносній сталості хімічного складу мінеральних вод. Крім того, достатньо інтенсивний інфільтраційний водообмін також забезпечує розчинення органічних речовин, що містяться в породах. Проте достеменно невідомо, наскільки буде витримуватись початкове співвідношення компонентів хімічного, в тому числі газового, складу під час тривалої експлуатації родовища з високими дебітами.

А.І. Перельманом, на основі ідей Б.Б. Полинова, запропоновано в якості показника інтенсивності водної міграції елементів використовувати коефіцієнт водної міграції [4], який дорівнює відношенню концентрації елементу в мінеральному залишку води до його вмісту у водонасичених породах. Визначивши цей коефіцієнт, можна порівнювати інтенсивність міграції головних і рідкісних елементів в яких завгодно типах підземних вод. Існує також і поняття контрастності міграції одного елемента в різних типах ландшафтів або в різній гідрохімічній обстановці. Виділено групи елементів з дуже сильною (S, Cl, B, Br, I) міграційною здатністю і малою контрастністю, які можуть бути використані в якості мірила або еталону максимальної швидкості залучення елементів у розчин; а також елементи із сильною міграцією (Ca, Na, Mg, F, Sr), які також добре мігрують, як в окисній, так і у відновній гідрохімічних обстановках. В той же час є елементи з середньою, слабкою та дуже слабкою міграційною здатністю. Серед них такі специфічні компоненти мінеральних вод, як Si, As, Fe, Ag, Ra, що є материнським елементом Rn, а також біологічно активні, необхідні організму людини: Co, Li, Cu, Mn, Ba та деякі інші. Ці останні дуже примхливі до гідрохімічної обстановки, в якій вони можуть утримуватись в розчиненому стані. Так кремній, і в значній мірі арсен, для накопичення до бальнеологічної норми, вимагають підвищеної температури та наявності вуглекислоти в підземних водах. Сприятливим для їх розчинення є лужне середовище з вмістом солей натрію. У верхньопротерозойських прісних водах Мінського родовища підвищений вміст фтору забезпечується не тим, що протерозойські пісковики збагачені фторвміщуючими мінералами, а переважно тим, що, порівняно з водами у вищезалеганих

відкладах, води верхньопротерозойського горизонту мають гідрокарбонатно-натрієвий склад, підвищене рН, мало кальцію і низьку загальну твердість [5].

Зрозуміло, що порушення термодинамічних і гідрохімічних умов, збіднення на вуглекислоту в процесі розкриття та експлуатації родовищ та інші чинники досить швидко можуть призвести до зменшення виходу специфічних компонентів у розчин.

Звідси, друге припущення сформулюємо наступним чином: після початку інтенсивної експлуатації родовища зміни концентрації елементів (іонів) підпорядковуються експоненціальному закону і залежать від коефіцієнту (швидкості) мобілізації або надходження компоненту зі сторони (k). Для швидко поновлюваних ресурсів мінеральних вод з міграційно активними елементами під знаком експоненти може бути позитивний коефіцієнт, тоді рівняння носить кумулятивний характер.

$$N = N_0 e^{kt} \text{ або } N = N_0 (1 - e^{-kt}), \quad (1)$$

де N і N_0 – відповідно, концентрація елементу (іону) через час t після початку експлуатації і до початку експлуатації.

Для мінеральних вод із слабо рухливими компонентами – коефіцієнт з від'ємним знаком, що буде свідчити про перевищення швидкості водовідбору над швидкістю поновлення компоненту:

$$N = N_0 e^{-kt} \quad (2)$$

У зв'язку з великою кількістю факторів, що обумовлюють бальнеологічну норму вмісту компоненту в особливому хімічному середовищі певного типу мінеральних вод на кожному з родовищ, коефіцієнти під знаком експоненти будуть емпіричними, індивідуальними і, здебільшого, інтегрально характеризуватимуть лише конкретну гідрохімічну обстановку окремого родовища. Їх визначення може забезпечити лише тривалий ряд спостережень. Якщо такий коефіцієнт буде отриманий, то для прогнозу часу виснаження родовища можна скористатися оберненою залежністю, в яку в якості прогнозованої величини концентрації підставляється значення, що на 1 мг менше бальнеологічної норми ($N_{НК}$).

$$t = \pm \frac{1}{k} \ln \left(\frac{N_0}{N_{НК}} \right), \quad (3)$$

Як відомо, катіонна складова хімічного складу підземних вод забезпечується мінеральним складом водонасичених порід, які вода проходить на своєму шляху. Ступінь насичення підземних вод катіонами визначається як умовами водообміну, рН, температурою, вмістом CO₂, та аніонним складом, так і часом контакту води з вміщуючими ці компоненти породами. Саме час контакту, за відсутності агресивно діючих складових, може забезпечити підвищений вміст у мінеральних водах біологічно активних компонентів, які не відзначаються високими коефіцієнтами міграції.

Формування більшості видів мінеральних вод пов'язане з локальними чинниками, тобто їх накопичення мають обмежене поширення, що головним чином пов'язано з особливостями геологічної будови. При цьому запаси (ресурси) мінеральних вод можуть бути поновлюваними і не поновлюваними. В першому випадку вони забезпечуються надходженням і збагаченням прісних або немінеральних (маломінералізованих) вод специфічним компонентом, запаси якого дуже значні (поклади солей, залізородних мінералів, розсіяної органічної речовини в осадових породах, озокериту тощо) або поновлюються (надходження глибинної вуглекислоти, сірководню, радону тощо). Для цього повинні витримуватись умови достатньо інтенсивного водообміну, при якому об'єми водного живлення та інтенсив-

ність надходження або мобілізації специфічного компонента врівноважать обсяги водовідбору.

Прикладом родовищ з поновлюваними ресурсами можуть бути родовища бромних вод, що утворюються шляхом вилугування солей або розбавлення седиментаційних розсолів інфільтраційними водами. Інфільтраційний генезис таких вод контролюється хлор-бромним коефіцієнтом, який значно перевищує 300 (що відповідає морській воді) і може досягати кількох тисяч. Але такі родовища теж потенційно вразливі. Поновленню ресурсів може зашкодити потужний водозабір на прісні води, що перехоплює потік інфільтраційних вод від області живлення або призводить до інверсії напорів, в результаті якої можна втратити як прісні так і мінеральні води.

Стойким хімічним складом, характерним для глибокозалегаючих мінералізованих вод, відрізняються мінеральні води Мінського родовища у верхньопротерозойських відкладах регіонального поширення. Знизу в гору, завдяки збільшенню ступеню водообміну з верхніми прісними водами, зменшується лише мінералізація, що дозволяє використовувати води з верхньої частини комплексу внутрішньо, а з більших глибин – в якості бальнеологічних (у ваннах, басейнах) [5]. Завдяки тому, що родовище приурочене до Мінської височини, в розрізі осадової товщі переважає низхідна фільтрація, яка забезпечує поновлення ресурсів лікувальних вод.

При непоновлюваності запасів поклади мінеральних вод, які носять локальний характер, тобто забезпечуються локальними геохімічними чинниками, можуть утворитись за рахунок тривалої взаємодії підземних вод із вмшчючими породами. При цьому для мінеральних вод характерний режим дуже уповільненого водообміну, в якому елементи та їх сполуки набувають рівноваги в системі "розчин-вмшчюча порода" за дуже тривалий час. Цю рівновагу можна охарактеризувати більш менш сталими коефіцієнтами, що являють собою співвідношення вмісту розрахованої за енергіями Гіббса найбільш стійкої сполуки специфічного аніоногенного компоненту (наприклад Na_2SiO_3) у воді до вмісту мікроелементу – комплексоутворювача (Cu, Be, Zn, Al, Fe, Mn то що) (третє припущення). Це може також бути співвідношення катіоногенного елементу з високим коефіцієнтом водної міграції та високим кларком до вмісту специфічного біологічно активного катіоногенного компоненту (або компоненту комплексоутворювача). Такий коефіцієнт можна назвати *рівноважним гідрогенетичним* або гідрохімічно-генетичним.

Тоді, в умовах експлуатації родовища, для елементів або їх сполук, що мають меншу швидкість мобілізації і менший коефіцієнт водної міграції, будуть різко зменшуватись концентрації, що обумовить помітне зростання вищеозначених коефіцієнтів. Звідси, *межі родовища будуть визначатись контуром області захвату водозабору, за час формування якого гідрогенетичний коефіцієнт суттєво не зміниться*. Тобто, в більшості випадків якісне виснаження родовищ буде пов'язано із

кількісним вичерпанням ємнісних запасів, по яких і слід оцінювати експлуатаційні запаси мінеральних вод в умовах дуже уповільненого водообміну.

Висновки.

1. Характер змін хімічного складу мінеральних вод різних родовищ України свідчить, що найбільш захищеними від якісного виснаження під час експлуатації (мають поновлювані запаси) є родовища в умовах інтенсивного водообміну, тобто, переважно такі, що носять регіональний характер, а найменш захищеними – локальні родовища в умовах уповільненого та дуже уповільненого водообміну.

2. При визначенні меж та запасів локальних родовищ мінеральних вод в умовах дуже уповільненого водообміну пропонується враховувати рівноважні генетичні коефіцієнти та час їх різкої зміни. Цей коефіцієнт контролює і обмежує експлуатацію родовища не тільки за просторовими координатами, а й в розмірності часу. Подібні коефіцієнти дозволять визначити час вичерпання ємнісних запасів і початку формування притоку динамічних ресурсів. За умов складної гідрогеологічної будови і невизначеності джерел формування складу мінеральних вод, проведення детальних гідрохімічних досліджень з визначенням рівноважних генетичних і нерівноважних експлуатаційних коефіцієнтів допоможе з'ясувати геологічні границі родовища та шляхи надходження некондиційних вод до водоносного горизонту мінеральних вод.

3. Гідрогенетичні коефіцієнти можуть бути не лише індивідуальними (для конкретного родовища), а поширюватись на родовища одного типу, що залегають в межах однієї гідрогеологічної структури, одного водоносного комплексу та гідрохімічної зони.

4. Використовуючи вищеозначені варіанти збагачення мінеральних вод специфічними компонентами в умовах експлуатації та спираючись на зміни гідрогенетичного коефіцієнту, доцільно класифікувати родовища за режимом експлуатації:

а) можливий практично безперервний режим із визначеними, чітко обмеженими об'ємами водовідбору, що не перевищують пружних запасів, або повністю компенсуються надходженням кондиційних вод;

б) режим водовідбору переривчастий – інтервал зупинки в експлуатації регламентується часом відновлення бальнеологічної норми специфічного компоненту та інших кондицій мінеральної води.

1. Классификация минеральных вод Украины: Под. ред. В.М. Шестопалова. К., 2003. 2. Барс Е.А. Органическая гидрогеохимия нефтегазоносных бассейнов. – М., 1981. 3. Огняник М.С. Минеральные воды Украины: Пособие. К., 2000. 4. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. М., 1975. 5. Станкевич Р.А. Минское месторождение глубоких артезианских вод, Минск: 1997. – С. 39-43. 6. Щерев К.Д. Система экзогенных минеральных вод (Абстрактная модель в генетико-вещественных, энергетических и пространственно-временных ординатах). Автореф. докт. дисс. София, 1975.

Надійшла до редколегії 30.11.09

УДК 553.534+504.55:628.398(477.81)

В. Мельничук, канд. геол.-мін. наук

ОЦІНКА ПРИДАТНОСТІ ТУФОВОЇ ТОВЩІ В НИЖНЬОВЕНДСЬКИХ ТРАПАХ ВОЛИНО-ПОДІЛЬСЬКОЇ ПЛИТИ ДЛЯ ЗАХОРОНЕННЯ РАДІОАКТИВНИХ ВІДХОДІВ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол.-мінералог. наук, проф. В.В. Шевчуком)

Розглядаються вулканічні туфи трапової формації Волино-Поділля як об'єкт для захоронення радіоактивних відходів.

Volcanic tuffs of trap-rocks of Volyno-Podillya is examined as an object for the burial of radio-active wastes.

Вступ. Нагальною проблемою для України і, зокрема, Волино-Подільського регіону, де знаходяться Рівненська

та Хмельницька АЕС, є захоронення радіаційно активних відходів (РАВ) атомної енергетики. Підземне захоронен-