

УДК 551.491.4 (477.83)

**ГЕОХІМІЯ МІНЕРАЛЬНОЇ ВОДИ “НАФТУСЯ”  
(ТРУСКАВЕЦЬКЕ РОДОВИЩЕ)**

**О. Лобаз<sup>1</sup>, Є. Кондратюк<sup>2</sup>, А. Сеньковський<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка

79005 м. Львів, вул. Грушевського, 4

E-mail: mineral@franko.lviv.ua

<sup>2</sup>ВАТ “Геотехнічний інститут”

79000 м. Львів, вул. Перфедського, 21

За допомогою кореляційного і факторного аналізів уточнено мінливості кількісних характеристик мінеральних вод типу “Нафтуся”. Із застосуванням природно-історичного методу визначено сталі і змінні величини, які характеризують води типу “Нафтуся” (речовинний склад порід, аніонний і катіонний склад води, загальна твердість води, рН, наявність органічних речовин, кількість опадів, час сезонних коливань, час відновлення екосистеми тощо).

*Ключові слова:* геохімія, мінеральна вода типу “Нафтуся”, кореляційний аналіз, факторний аналіз, Україна.

Мінеральна вода “Нафтуся” добре відома лікувальними властивостями. В різні роки критерії виділення цього типу мінеральної води та умови її формування визначали Н.А. Білик, Р.Г. Караєв, А.Є. Бабинець та ін. [2]. З’ясовані ними критерії оцінки мінеральних вод типу “Нафтуся” не завжди відображали фактичні дані, оскільки вимоги не враховували змінні параметри по сезонах і роках [7]:

Мінералізація	600–1000 мг/л	Br	0,1 мг/л
pH	7,2–7,4	Co	0,006 мг/л
Гідрокарбонати	600–400 мг/л	H <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	7–14 мг/л
Сульфати	30–70 мг/л	HBO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	2 мг/л
Хлориди	20–30 мг/л	Газонасиченість	30–50 мг/л
Mg <sup>2+</sup>	10–30 мг/л	Азот, інертний газ	76 %
Ca <sup>2+</sup>	80–100 мг/л	CO <sub>2</sub>	16 %
Na <sup>+</sup>	10–30 мг/л	O <sub>2</sub>	2,5 %
Fe <sup>2+</sup>	0,1–1,0 мг/л	H <sub>2</sub> S	2 %
Mn	0,04–0,15 мг/л	H <sub>2</sub>	До 1,8 мг/л
J	0,3 мг/л	Ефіророзчинні речовини	2–10 мг/л

Тому важливо описати змінні та сталі величини, які відображають мінливість формування хімічного складу мінеральних вод типу “Нафтуся”. Вирішення цих завдань дасть змогу ліпше стежити за збереженням еталонних властивостей трускавецької “Нафтусі” та робити прогностні оцінки.

Виділені критерії оцінки “Нафтусі” використовували для відкриття нових родовищ мінеральних вод цього типу [2]. Прикладом є родовища в районі сіл Східниця, Верхнє Синевидне, Шкло, а також у смт Сатанів Хмельницької обл.

Загалом же ідентифікувати родовища таких мінеральних вод досить важко, оскільки для цього потрібно використовувати фізіологічні критерії оцінки. Однак висока вартість і тривалість фізіологічних досліджень не дає змоги застосовувати їх як розшуково-розвідувальний критерій.

Створено базу даних середньомісячних гідрогеохімічних спостережень за хімічним складом мінеральних вод родовища “Нафтуся” протягом 1989–1998 рр. На її підставі зроблено спробу уточнити закономірності їхнього формування за допомогою методів природно-історичного аналізу та багатовимірної статистики (кореляційний і факторний аналізи). Результати досліджень стосовно сталих і змінних характеристик мінеральних вод ділянки “Нафтуся” наведені в табл. 1.

За цими ж даними побудовано кореляційні матриці. Мета кореляційного аналізу полягала не просто у з’ясуванні взаємних зв’язків між тими чи іншими показниками, а й у виявленні причини взаємозв’язків (тобто причинної залежності, представленої коефіцієнтом кореляції). У разі вирішення геологічних завдань за допомогою кореляційної матриці автори праці [4] запропонували умовно розбивати діапазон значень коефіцієнтів парної кореляції на декілька інтервалів, наприклад, високий –  $>0,75$ , середній –  $0,5-0,75$ , низький –  $0,3-0,5$  та незначний –  $<0,3$ . Такий розподіл дає змогу виділити ймовірніші зв’язки та відкинути незначні, менш вагомі. Ми використали два інтервали значимих коефіцієнтів кореляції:  $\geq 0,75$  та  $0,75-0,50$ .

Узагальнені результати проілюстровано з позиції теорії графів [3] (табл. 2). Абсолютне значення коефіцієнта кореляції  $R_{xy}$  – від 0 до 1, тому чим тісніший зв’язок, тим більше абсолютне значення кореляції.

Якщо коефіцієнт кореляції дорівнює нулю, то зв’язку немає, якщо  $R_{xy} = 1$  або  $-1$ , то зв’язок функціональний, причому знак “+” свідчить про пряму, додатну залежність, знак “–” – про обернену, від’ємну.

Таблиця 1

Виділені за допомогою природно-історичного методу сталі та змінні величини, які характеризують мінеральні води ділянки “Нафтуся”

Чинники впливу	Сталі величини	Змінні величини
<b>Фізико-географічні</b>	–	Опади $O$ (залежать від сезонних змін) Температура повітря $T_{\text{пов}}$ (сезонні зміни + вплив парникового ефекту)
<b>Геологічні</b>	Речовинний склад порід $P_c$	Газовий склад $G_c$ (залежить від температури води, температури повітря, глибини залягання водоносного горизонту і наявності органічної речовини, сульфатредукувальних бактерій). Склад газів: вуглекислотно-киснево-азотний з незначним вмістом сірководню й метану

Продовження табл. 1

Чинники впливу		Сталі величини	Змінні величини
<b>Фізико-хімічні</b>		Мінералізація М	–
		Твердість води загальна $T_{\text{заг}}$ – стала величина, залежна від вмісту Ca і Mg, діапазон коливань – 8–10 мг/л	
		pH – стабільна величина (води слабколужні), залежить від гідрокарбонатних кислот, що є буфером, температури води, ступеня мінералізації, дисоціації органічних кислот	
		Еh – змінюється в діапазоні 90–230 мВ, найчастіше – 160 мВ	
Макрокомпоненти	Аніони	$\text{HCO}_3^-$ – коливання в межах 400–600 мг/л. Криві стабільні (крім свердловин 16-НО, 17-НО), коливання корелюють зі змінами $\text{SO}_4^{2-}$	–
		$\text{SO}_4^{2-}$ – діапазон коливань 30–70 мг/л у св. 16-НО, 17-НО, коливання корелюють зі змінами Na (пряма залежність) та $\text{HCO}_3^-$ (обернена залежність)	
		$\text{Cl}^-$ – коливання стабільні в межах 20–30 мг/л	
	Катіони	$\text{Mg}^{2+}$ – не перевищує допустиму норму 10–50 мг/л	$\text{Ca}^{2+}$ – від 80 до 100 мг/л у св. 1-НО, 17-НО, іноді більше $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ – величина частково змінна, зміни пов'язані з коливанням вмісту $\text{SO}_4^{2-}$ у св. 1-НО, 16-НО, 9-НО
Мікрокомпоненти		Мікрокомпоненти МК – залежать від $P_c$ та інтенсивності водообміну	
		$\text{H}_2\text{SiO}_4$ – коливання вмісту в межах 7–14 мг/л; залежить від pH	
		Fe – стала величина, однак за останні роки збільшилась до 3 мг/л у св. 16-НО та 17-НО	
Органічна речовина		$N_{\text{орг}}$ (органічна речовина в перерахунку на азот) – останнім часом значно не збільшується	$C_{\text{орг}}$ (органічна речовина в перерахунку на вуглець) – змінна величина, досягає 40 мг/л
		Феноли Ф – не перевищує допустимі норми	Перманганатна окиснюваність ПО – змінна величина, залежить від $\text{H}_2\text{O}$ та $\text{O}_2$
<b>Фізичні</b>		Режим температури $t_{\text{вод}}$ – діапазон коливань 8–12°C	Час сезонних коливань Чс: 1 – зима; 2, 4 – весна, осінь; 3 – літо
			Час відновлення екосистеми Че – ±10 років
<b>Біологічні (вплив автохтонних організмів)</b>		Тіоновокислі бактерії Тк – обернена залежність від часу сезонних коливань (Чс – 1)	Вуглеводневоокиснювальні мікроорганізми ВОМ – залежні від Чс, $t_{\text{вод}}$ , вмісту нафтопродуктів

Закінчення табл. 1

Чинники впливу	Сталі величини	Змінні величини
<b>Біологічні (вплив автохтонних організмів)</b>	–	Сульфатредуковальні бактерії CP – залежать від макрокомпонентного складу (наявності $\text{SO}_4^{2-}$ ), обернена залежність з Чс; впливає на газовий склад води
<b>Антропогенні</b>	–	Режим рівнів Рр – залежить від природних чинників, відстані до зони живлення, режиму відбору (обернена залежність), кількості опадів (пряма залежність – теоретично)

Опрацювання даних зі спостережних свердловин методом кореляційного аналізу дали змогу з'ясувати таке. Середній і тісний кореляційний зв'язок наявний між парами компонентів  $\text{Mg}^{2+}$ – $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ – $T_{\text{заг}}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ – $T_{\text{заг}}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ – $T_{\text{заг}}$  (прямий зв'язок) та  $\text{Na}^+$ – $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ – $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ – $T_{\text{заг}}$  (обернений зв'язок). Між іншими компонентами кореляційний зв'язок слабкий або ж його нема, що закономірно, оскільки води типу “Нафтуся” належать до  $\text{HCO}_3^-$ – $\text{Ca}^{2+}$ – $\text{Mg}^{2+}$ -типу і мають високу твердість  $T_{\text{заг}}$ . У резервній св. 16-НО, крім перелічених пар компонентів, зафіксовано тісний кореляційний зв'язок  $\text{Ca}^{2+}$ – $\text{SO}_4^{2-}$  та  $\text{SO}_4^{2-}$ – $T_{\text{заг}}$  і середній –  $\text{Ca}^{2+}$ – $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ – $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ – $T_{\text{заг}}$  (див. табл. 2), що відображає мінливість аніонного складу води.

Таблиця 2

Кореляційні зв'язки між різноманітними сталими та змінними величинами, які характеризують мінеральні води ділянки “Нафтуся”, проілюстровані з позиції теорії графів

Пункт спостереження	Сила кореляційного зв'язку		Графи, що відповідають виявленим зв'язкам*
	$\geq 0,75$	0,5–0,75	
Джерело 1		$\text{Mg}^{2+}$ – $\text{Na}^+$ (–0,55) $T_{\text{заг}}$ – $\text{Na}^+$ (–0,58) $T_{\text{заг}}$ – $\text{Mg}^{2+}$ (+0,56) $\text{CO}_2$ – $\text{HCO}_3^-$ (+0,7)	
Св. Н-22 (свердловина спостереження)	$\text{Na}$ – $T_{\text{заг}}$ (–0,78)	$\text{Na}^+$ – $\text{Ca}^{2+}$ (–0,56) $\text{Ca}^{2+}$ – $T_{\text{заг}}$ (+0,63)	

Св. 1-НО		Ca <sup>2+</sup> -T <sub>зар</sub> (+0,6) HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -T <sub>зар</sub> (+0,54)	
----------	--	--	--

Закінчення табл. 2

Пункт спостереження	Сила кореляційного зв'язку		Графи, що відповідають виявленим зв'язкам
	≥0,75	0,5–0,75	
Св. 8-НО		Na <sup>+</sup> -SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (+0,7) Mg <sup>2+</sup> -T <sub>зар</sub> (+0,63)	
Св. 9-Н	T <sub>зар</sub> -Mg <sup>2+</sup> (+0,78)	T <sub>зар</sub> -Na <sup>+</sup> (-0,57) HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -Cl <sup>-</sup> (-0,52) H <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> -Cl <sup>-</sup> (-0,61) Ca <sup>2+</sup> -T <sub>зар</sub> (+0,5) H <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> -HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (+0,65) HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -T <sub>зар</sub> (+0,54) M-HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (+0,53) Cl <sup>-</sup> -Na <sup>+</sup> (+0,52)	
Св. 14-Н	Cl <sup>-</sup> -H <sub>2</sub> S (-0,89)	CO <sub>2</sub> -Cl <sup>-</sup> (-0,5) HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -Cl <sup>-</sup> (-0,56) CO <sub>2</sub> -H <sub>2</sub> S (+0,5) T <sub>зар</sub> -Ca <sup>2+</sup> (+0,71)	
Резервна св. 16-НО	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -Ca <sup>2+</sup> (+0,84) SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -Mg <sup>2+</sup> (+0,71) T <sub>зар</sub> -Ca <sup>2+</sup> (+0,87) T <sub>зар</sub> -Mg <sup>2+</sup> (+0,83) T <sub>зар</sub> -SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (+0,92)	Mg <sup>2+</sup> -Cl <sup>-</sup> (-0,52) HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -Cl <sup>-</sup> (-0,60) SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -Cl <sup>-</sup> (-0,58) T <sub>зар</sub> -Cl <sup>-</sup> (-0,58) T <sub>зар</sub> -HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (+0,68) HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -Ca <sup>2+</sup> (+0,56) HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -Mg <sup>2+</sup> (+0,61) SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (+0,58)	
Свердловина спостереження 17-Н, самовилив	T <sub>зар</sub> -Mg <sup>2+</sup> (+0,74)	Na <sup>+</sup> -SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (+0,61) HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -H <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> (+0,52)	
Св. 17-НО		Mg <sup>2+</sup> -T <sub>зар</sub> (+0,61)	

Св. 21-Н**	Pp-Q (+0,54) Pp-Ca <sup>2+</sup> (-0,53) Pp-H <sub>2</sub> S (-0,62) Na-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (+0,56)	
------------	--	--

\* Кореляційний зв'язок між компонентами  $\geq 0,75$  зображено білим прямокутником, 0,5–0,75 – темним, додатний зв'язок – звичайною лінією, від'ємний – штриховою; товщина лінії відображає силу зв'язку: чим тісніший зв'язок між компонентами, тим товстіша лінія.

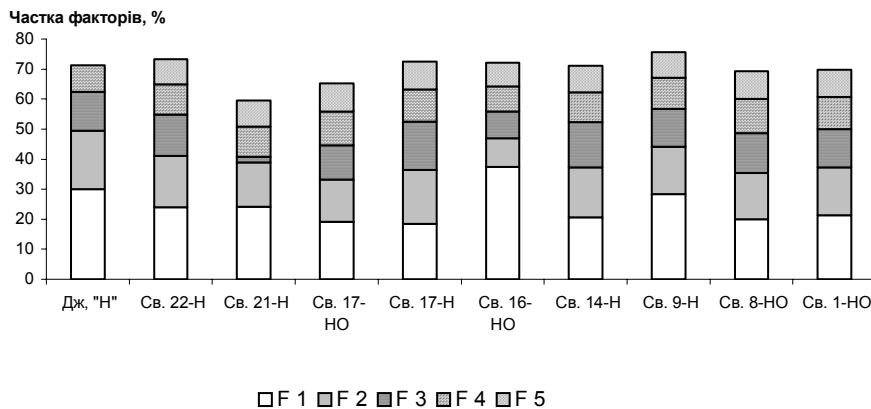
\*\* Довнено режимом рівнів Pp та відбором Q.

Для всебічного дослідження природної системи використано також відомий метод досліджень, який застосовують для дослідження складних (дифузійних) природних систем, – факторний аналіз [1, 13].

Уважають, що дія різних факторів спричинює взаємопов'язану зміну показників, які характеризують досліджувану природну систему. Під час інтерпретації кожний фактор порівнюють з певним геологічним процесом. Як відомо, зміст аналізу полягає у пошуку невідомих “простих” лінійно незалежних (ортогональних) показників, які й називають головними компонентами, або факторами. Ці “прості” характеристики можна трактувати як “причини”, а спостережувані характеристики (показники) – як “наслідки”. Сукупність відповідності фактора кожному показнику оцінюють коефіцієнтом кореляції між ними, або навантаженням фактора на показник. Навантаження відображають силу впливу фактора на зміну показника і визначають належність кожного показника до відповідної сукупності. За навантаженнями з'ясовують (інтерпретують) зміст фактора. Порядок виділення факторів відповідає зменшенню ступеня їхнього впливу на формування змін показників. Перший фактор – головний, відповідальний за формування найтісніших зв'язків між найчисленнішою сукупністю показників.

Ми застосували факторний аналіз для з'ясування можливих комбінацій хімічного складу води й реконструкції умов формування таких комбінацій. Результати аналізу засвідчили таке.

У всіх об'єктах спостереження Трускавецького родовища “Нафтуся” фактори впливу приблизно однакові, частка всіх факторів теж змінюється в незначних межах (див. рисунок) і становить, %: для першого фактора – 20–24, другого – 15–18, третього – 13–16, четвертого – 10–11, п'ятого – 8–10.



Розподіл факторного ( $F_1$ – $F_3$ ) навантаження в різних точках спостереження ділянки “Нафтуся”.

У всіх свердловинах (крім 21-Н, 9-Н) перший, іноді другий фактор відображає якісний склад води, контрольований її твердістю (табл. 3) Проте в одних свердловинах (св. 1-НО) у ділянку впливу першого (другого) фактора потрапляє  $\text{Ca}^{2+}$ , в інших (джерело “Нафтуся-1”, св. 17-НО, 17-Н, 8-НО) –  $\text{Mg}^{2+}$ , також є свердловини з  $\text{Ca}^{2+}$ – $\text{Mg}^{2+}$ -твердістю (св. 14-Н, 16-НО).

Таблиця 3

Факторні навантаження, визначені для об'єктів ділянки “Нафтуся”\*

Свердловина	Фактори				
	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_4$	$F_5$
22-Н	$\text{CO}_2, \text{Mg}^{2+}, T_{\text{зар}}$		$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Cl}^-$	$\text{H}, \text{NH}_4$
	$\text{H}_2\text{S}$	$\text{M}, \text{SO}_4^{2-}, \text{Na}^+ + \text{K}^+$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{HCO}_3^-$	
21-Н	$\text{Cl}^-, \text{Mg}^{2+}, \text{M}$		$\text{Ca}^{2+}, \text{H}_2\text{S}$	$\text{H}_2\text{SiO}_4$	$T_{\text{зар}}$
		$\text{Na}^+ + \text{K}^+, \text{O}_4^{2-}$	$\text{CO}_2$		$\text{pH}$
17-НО	$\text{Mg}^{2+}, T_{\text{зар}}$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{pH}$	$\text{M}, \text{HCO}_3^-$	$\text{Cl}^-, \text{H}_2\text{SiO}_4$
	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$		$\text{H}_2\text{S}$		$\text{CO}_2$
17-Н	$\text{Mg}^{2+}, T_{\text{зар}}$	$\text{Na}^+ + \text{K}^+, \text{SO}_4^{2-}$	$\text{Cl}^-$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{CO}_2, \text{pH}$
			$\text{H}_2\text{SiO}_4, \text{HCO}_3^-$		$\text{H}_2\text{S}$
16-НО	$T_{\text{зар}}, \text{Mg}, \text{Ca}^{2+}, \text{SO}_4^{2-}, \text{HCO}_3^-$	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	$\text{CO}_2$		$\text{H}_2\text{SiO}_4$
	$\text{Cl}^-$			$\text{NH}_4$	
14-Н	$\text{Ca}^{2+}, \text{Cl}^-, T_{\text{зар}}$	$\text{Na}^+ + \text{K}^+, \text{SO}_4^{2-}$	$\text{HCO}_3^-, \text{Mg}^{2+}, T_{\text{зар}}$	$\text{M}, \text{CO}_2$	$\text{O}_2, \text{H}_2\text{S}$
					$\text{pH}$
9-Н	$\text{M}, \text{CO}_2$	$\text{H}_2\text{SiO}_4, \text{HCO}_3^-$	$\text{Na}^+ + \text{K}^+, \text{SO}_4^{2-}$	$\text{Mg}^{2+}, T_{\text{зар}}$	$\text{H}_2\text{S}$
	$\text{O}_2$	$\text{Cl}^-, \text{CO}_2$			$\text{pH}, \text{Ca}^{2+}$
8-НО	$\text{M}, \text{HCO}_3^-$	$T_{\text{зар}}, \text{Mg}^{2+}$	$\text{SO}_4^{2-}, \text{Na}^+ + \text{K}^+$	$\text{H}_2\text{SiO}_4$	
	$\text{Ca}^{2+}$			$\text{CO}_2, \text{Cl}^-$	$\text{O}_2$
1-НО	$\text{HCO}_3^-, T_{\text{зар}}, \text{Ca}^{2+}$		$\text{CO}_2$	$\text{Mg}^{2+}$	
		$\text{Na}^+ + \text{K}^+, \text{SO}_4^{2-}$	$\text{Cl}^-$	$\text{H}_2\text{SiO}_4$	$\text{M}, \text{SO}_4^{2-}$
Джерело “Нафтуся”	$\text{O}_2, \text{CO}_2, \text{HCO}_3^-$	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	$\text{Ca}^{2+}, \text{Cl}^-, \text{M}, \text{HCO}_3^-$		
	$\text{SO}_4^{2-}, \text{H}_2\text{S}$	$T_{\text{зар}}, \text{Mg}^{2+}$		$\text{H}_2\text{SiO}_4$	

\*Факторні навантаження наведено відповідно до значимого коефіцієнта  $>0,5$ : для кожного об'єкта у верхньому рядку – зі знаком навантажень “плюс”, у нижньому – зі знаком “мінус”.

Наявність  $\text{HCO}_3^-$  та  $\text{CO}_2$  у сфері дії фактора  $F_1$  або  $F_2$  (див. табл. 3) свідчить про постійний процес вуглекислотної вилуговування.

Другий фактор, іноді третій, по всіх свердловинах контролює вміст  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  та  $\text{SO}_4^{2-}$  (див. табл. 3). Згідно з класифікацією фізико-хімічних процесів у підземних водах [11], у міграційній системі підземна вода–порода в умовах зони інтенсивного водообміну зміни в складі води пов'язані із вмістом  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  та  $\text{SO}_4^{2-}$  і є результатом вилуговування.

У межах відкритої системи – джерела “Нафтуса” – фактори за сферою дії та часткою впливу відрізняються від факторів, визначених у свердловинах (див. табл. 3). Наприклад,  $F_1$  відображає перебіг біохімічного процесу – сульфатредукції. Серед свердловин такий вплив виявлено лише у св. 22-Н, а в решті зафіксовано значно меншу активність цього процесу ( $F_4, F_5$ ).

Наявність іона  $Ca^{2+}$  у сфері дії фактора  $F_1$  (або  $F_2$ ) для св. 16-НО, 14-Н, 21-Н, 9-Н (див. табл. 3) можна пояснити активністю процесів розчинення у зоні як інтенсивного, так і ускладненого водообміну, згідно з класифікацією процесів для міграційної системи підземна вода–порода [11].

Наявність  $H_2SiO_4$  у сфері дії факторів  $F_3$ – $F_5$  (див. табл. 3) свідчить про постійний процес гідролізу в системі порода–підземна вода. За твердженням К.Ю. Питьової [11], гідроліз хоча й незначно впливає на формування хімічного складу підземної води, однак сприяє процесам вилугочування.

Оскільки у поля факторів  $F_5$  і  $F_4$  у св. 22-Н та 16-НО потрапили  $pH$  і  $NH_4$  (див. табл. 3), то можна припустити дію біохімічного процесу нітрифікації, хоч це й не характерно для вод типу “Нафтуса”.

1. *Бабинец А.Е., Шестопалов В.М., Моисеева Н.П.* Лечебные минеральные воды типа «Нафтуса». К., 1986.
2. *Девис Дж.С.* Статистический анализ данных в геологии / Пер. с англ.; В 2 кн. / Под ред. Д.А. Родионова. Кн. 2. М., 1990.
3. *Івасівка С.В., Бубняк А.Б., Дацько О.Р., Полюжин І.П.* Узагальнення багаторічних спостережень за вмістом органічних речовин в мінеральних водах Трускавецького родовища “Нафтуса” // Мед. гідрологія та реабілітація. 2005. Т. 3. № 1.
4. *Каждан А.Б., Гуськов О.И.* Математические методы в геологии. М., 1990.
5. *Колодій В.В.* Мінеральні води та умови їх формування в Карпатському регіоні // Геологія і геохімія горючих копалин. 1996. № 3–4 (96–97).
6. *Колодій В.В., Колодій І.В., Петрицька У.І., Гаєвський В.Г.* Екологічний стан поверхневих та прісних вод Трускавецького курортно-рекреаційного району // Геологія і геохімія горючих копалин. 1996. № 3–4 (96–97).
7. *Маринов Н.А., Пасека И.П.* Трускавецкие минеральные воды. М., 1975.
8. *Пиннекер Е.В.* Основные закономерности формирования состава подземных вод // Проблемы теор. и регион. гидрогеохимии. М., 1979.
9. *Питьёва К.Е.* Задачи и методы изучения формирования химического состава подземных вод // Проблемы теор. и регион. гидрогеохимии. М., 1979.
10. *Питьёва К.Е.* Гидрогеохимические аспекты охраны геологической среды // Современные проблемы биосферы. М., 1984.
11. *Питьёва К.Е.* Гидрогеохимия. М., 1988.
12. *Хом'як М.* Геостатистика: Курс лекцій у 2 ч. Львів, 2005.
13. *Чесалов С.М., Иванова О.А., Рыбаков В.С.* Использование факторного анализа при обработке данных многолетнего режима эксплуатации месторождений минеральных вод // Минеральные воды и лечебные грязи, условия их формирования и ресурсы. М., 1987.



**GEOCHEMISTRY OF THE MINERAL WATER “NAFTUSYA”  
(TRUSKAVETS’ DEPOSIT)**

**O. Lobaz<sup>1</sup>, Ye. Kondratyuk<sup>2</sup>, A. Sen’kovs’kyi<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Ivan Franko National University of Lviv  
Hrushevskogo St. 4, UA – 79005 Lviv, Ukraine  
E-mail: mineral@franko.lviv.ua*

*<sup>2</sup>Open Joint-Stock Company “Geotechnical Institute”  
Perfedskogo St. 21, UA – 79000 Lviv, Ukraine*

The article deals with the studying of “Naftusya” mineral water (Truskavets’ deposit) chemical composition using correlation and factory methods. The main factors, which promoted the formation of “Naftusya”-type mineral waters chemical composition, have been characterised.

*Key words:* geochemistry, mineral water of “Naftusya”-type, correlation method, factory method, Ukraine.

Стаття надійшла до редколегії 05.09.2005

Прийнята до друку 24.10.2005