

УДК 550.42:556.11(477.43)

**ГЕОХІМІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ПИТНОГО  
ВОДОПОСТАЧАННЯ КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКОГО РАЙОНУ**

**Станіслав ПРИДЕТКЕВИЧ**

*кандидат географічних наук, старший викладач кафедри географії та  
методики її викладання;*

*Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка  
м. Кам'янець-Подільський, Україна*

**Юлія ПРИДЕТКЕВИЧ**

*асистентка кафедри хімії*

*ЗВО «Подільський державний університет»*

*м. Кам'янець-Подільський, Україна*

**Владислав ГАРБАР**

*кандидат географічних наук, старший викладач кафедри географії та  
методики її викладання;*

*Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка  
м. Кам'янець-Подільський, Україна*

**Катерина СІКАНЕВИЧ**

*здобувачка вищої освіти*

*Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка  
м. Кам'янець-Подільський, Україна*

*Анотація. У роботі наведено результати геохімічного аналізу вод із різних джерел у межах Кам'янець-Подільського району Хмельницької області: сіл Дерев'яне, Оленівка та двох насосних станцій міської системи водопостачання. Визначено головні фізико-хімічні показники (твердість, електропровідність, рН, вміст хлоридів, нітратів та заліза загального). Результати засвідчують значну варіативність хімічного складу вод залежно від генетичного типу водоносного горизонту й ступеня антропогенного впливу. Найвищі концентрації нітратів (148,6 мг/дм<sup>3</sup>) і хлоридів (254 мг/дм<sup>3</sup>) зафіксовано у воді з колодязів с. Дерев'яне, що свідчить про поверхневе забруднення антропогенного походження. Вода з колодязів с. Оленівка характеризується підвищеним умістом нітратів (96,4 мг/дм<sup>3</sup>) і помірною мінералізацією, зумовленою карбонатною природою порід та частковим впливом сільськогосподарської діяльності. Вода з насосних станцій характеризується помірною мінералізацією, нейтральним рН та нижчим вмістом токсичних компонентів, що свідчить про ефективність очищення в системі централізованого водопостачання.*

*Ключові слова: підземні води, геохімічний аналіз, нітрати, хлориди, твердість.*

*Summary. The study presents the results of a geochemical analysis of water from various sources within the Kamianets-Podilskyi District of Khmelnytskyi Region, including the villages of Dereviane and Olenivka, as well as two pumping stations of the city's water supply system. The main physicochemical parameters were determined (hardness, electrical conductivity, pH, and the content of chlorides, nitrates, and total iron). The results indicate considerable variability in the chemical composition of the waters depending on the genetic type of the aquifer and the degree of anthropogenic impact. The highest concentrations of nitrates (148.6 mg/dm<sup>3</sup>) and chlorides (254 mg/dm<sup>3</sup>) were recorded in the well water of Dereviane village, indicating surface pollution of anthropogenic origin. The well water of Olenivka village is characterized by elevated nitrate content (96.4 mg/dm<sup>3</sup>) and moderate mineralization caused by the carbonate nature of the*

*rocks and partial influence of agricultural activity. Water from the pumping stations exhibits moderate mineralization, neutral pH, and lower concentrations of toxic components, which indicates the effectiveness of purification processes in the centralized water supply system.*

*Keywords: groundwater, geochemical analysis, nitrates, chlorides, hardness.*

**Вступ.** Гідрохімічні дослідження є ключовими для оцінки екологічного стану природних і техногенних водних систем. Регіон Поділля, зокрема Кам'янець-Подільський район, характеризується складною геологічною будовою – поєднанням лесових товщ, карбонатних відкладів та розвиненої яружно-балкової мережі. Це зумовлює як природну високу твердість і мінералізацію підземних вод, так і потенційну вразливість до поверхневого забруднення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідження геохімічного складу природних вод в Україні та за її межами мають значну наукову традицію, що відображається у сучасних працях, присвячених як регіональним, так і локальним аспектам хімічного стану підземних та поверхневих вод [1-4, 6-9]. Попередні дослідження, присвячені геохімічному аналізу вод, здебільшого зосереджуються на великих басейнових системах або урбанізованих територіях, де вивчаються загальні тенденції мінералізації, нітратного та хлоридного забруднення під впливом господарської діяльності. На відміну від них, дане дослідження має локальний характер і спрямоване на детальне порівняння хімічного складу вод із різних типів джерел у межах конкретного району. Його специфіка полягає у поєднанні геохімічного аналізу з фізико-географічною оцінкою умов формування вод, що дозволяє встановити причинно-наслідкові зв'язки між літологічною будовою, характером землекористування та якістю питних вод у межах локальної системи водопостачання.

**Метою дослідження** є порівняльна геохімічна оцінка складу вод різних типів джерел (природних і техногенних) у межах Кам'янець-Подільського району та визначення можливих чинників формування їхнього хімічного складу.

**Матеріали та методи.** Дослідження базується на лабораторних аналізах проб води з чотирьох локацій Кам'янець-Подільського району: 1) с. Дерев'яне, 2) с. Оленівка, 3) насосна станція № 1 (НС-1, джерело централізованого водопостачання), 4) насосна станція № 2 (НС-2) (Табл. 1).

Таблиця 1

Результати лабораторного аналізу якості води

Показник	Дерев'яне	Оленівка	НС-1	НС-2
Твердість, ммоль/л	19,7	16,3	13,5	10,9
Електропровідність, мкСм/см	2342	1200	797	997
pH	6,80	6,94	7,42	7,37
Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	254	66,1	34,8	69,6
Нітрати, мг/дм <sup>3</sup>	148,6	96,4	55,7	57,4
Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>	0,044	0,091	0,057	0,039

(за даними лабораторних аналізів, 2024-2025 рр.)

У ході лабораторних досліджень визначено такі показники: загальна твердість, електропровідність, рН, хлориди, нітрати, залізо загальне. Дані оброблено методами порівняльної геохімії та статистичної оцінки.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Село Дерев'яне розташоване в межах Придністерської височини у басейні р. Тернава та частково на її вододілі з р. Студениця (в середньому 310 м над рівнем моря). В основі залягають карбонатні та мергелісти породи. Водозбір характеризується добре дренованими, але проникними ґрунтами, які активно пропускають поверхневі води. Переважає сільськогосподарське використання території – орні землі, багаторічні насадження, присадибні ділянки, що створює ризик потрапляння нітратів і хлоридів у верхній водоносний горизонт через фільтрацію. Підземні води тут належать до зони інтенсивного впливу поверхневого стоку.

Село Оленівка розміщене у басейні р. Мукша ( $\approx 280-290$  м над рівнем моря). Місцевість відзначається більш розчленованим рельєфом, наявністю балок і природного дренажу. Тут поширені чорноземи опідзолені, які утворюють порівняно кращий бар'єр для вертикальної інфільтрації. Водночас інтенсивне землеробство також формує помірне антропогенне навантаження. Колодязна вода має змішаний (природно-техногенний) тип формування.

Насосна станція № 1 розташована в системі міського Дністровського водогону, який отримує річкову воду через попереднє очищення. Фізико-географічно ділянка знаходиться в межах урбанізованої частини Кам'янець-Подільського, на стабільному геологічному субстраті, без активного поверхневого забруднення. Характер води тут визначається технічним контролем якості.

Насосна станція № 2 – елемент другої черги подачі міської мережі, розміщений на південному плато міста, у зоні розподілу води до споживачів. Вода надходить сюди після резервуара чистої води, вплив природних чинників мінімальний, головну роль відіграють техногенні умови функціонування системи.

Високі значення загальної твердості (до 19,7 ммоль/л у с. Дерев'яне) і електропровідності (2342 мкСм/см) зумовлені карбонатним характером геологічного середовища – наявністю вапняків і мергелів Подільської височини. Це підтверджує природне насичення вод кальцієм і магнієм унаслідок розчинення карбонатів. Для насосних станцій (НС-1 і НС-2) показники твердості та електропровідності знижені майже вдвічі, що свідчить про попереднє очищення або змішування вод із глибших, менш мінералізованих горизонтів.

Значення кислотно-лужної рівноваги (рН) коливаються в межах 6,8-7,4, що відповідає нейтрально-слаболужному середовищу. Це типовий показник для підземних вод карбонатного типу, який не створює техногенних або екологічних ризиків.

Найвищий вміст хлоридів зафіксовано в с. Дерев'яне (254 мг/дм<sup>3</sup>), що дещо перевищує норматив ( $\leq 250$  мг/дм<sup>3</sup>). Такий рівень пов'язаний із антропогенним впливом – інфільтрацією добрив з поверхневих шарів ґрунту. У

воді насосних станцій уміст хлоридів є втричі нижчим, що підтверджує наявність контролю якості в системі водопостачання.

Підвищені концентрації нітратів спостерігаються в усіх пробах, особливо в с. Дерев'яне (148,6 мг/дм<sup>3</sup>) та Оленівці (96,4 мг/дм<sup>3</sup>). Обидва значення перевищують гранично допустиму концентрацію (50 мг/дм<sup>3</sup>) для питної води, визначену ДСанПіН 2.2.4-171-10 [5]. Основна причина – інфільтрація агрохімікатів та органічних речовин із поверхні. Для насосних станцій (55,7-57,4 мг/дм<sup>3</sup>) також спостерігається незначне перевищення, що свідчить про наявність у водозаборі нітратного навантаження з поверхневих шарів.

Усі проби містять незначну кількість заліза (0,039-0,091 мг/дм<sup>3</sup>), що нижче нормативного порога 0,3 мг/дм<sup>3</sup>. Це свідчить про відсутність редукційних процесів і належний окисаційний режим у водоносному горизонті.

Хімічний склад досліджених вод формується під дією двох головних чинників: 1) природного літогенезу, пов'язаного з розчиненням карбонатних і гіпсових відкладів Подільської височини; 2) антропогенного впливу, зумовленого сільськогосподарською діяльністю, побутовими стоками та поверхневим дренажем у зонах слабкого захисту підземних вод.

Висока твердість і мінералізація є природною ознакою геохімічного середовища, тоді як надлишок нітратів і хлоридів – індикатором екзогенних домішок антропогенного походження.

Для забезпечення стабільної якості питної води рекомендуємо:

- 1) проводити регулярний моніторинг NO<sub>3</sub><sup>-</sup> і Cl<sup>-</sup> у колодязях;
- 2) упорядкувати санітарні зони навколо джерел водозабору;
- 3) використовувати локальні системи очищення від аніонних залишків;
- 4) розробити регіональну геохімічну карту нітратного забруднення.

**Висновки.** Вода з колодязів у селах Дерев'яне та Оленівка не відповідає санітарним вимогам за вмістом нітратів і частково хлоридів, що свідчить про забруднення верхніх водоносних горизонтів. Порівняно з ними, вода з насосних станцій має нижчі показники мінералізації та кращу якість, хоча зберігає ознаки незначного нітратного навантаження. Геохімічний тип вод регіону – гідрокарбонатно-кальцієво-магнієвий із домішками хлоридів та нітратів. Для стабільної якості питної води слід контролювати NO<sub>3</sub><sup>-</sup> і Cl<sup>-</sup>, упорядкувати санітарні зони, застосовувати локальні системи очищення та створити геохімічну карту нітратного забруднення.

#### Список використаних джерел

1. Кошлякова Т. Кошляков О. (2024). Зміни хімічного складу питних підземних вод Херсонського Родовища за даними тривалих спостережень у довоєнні часи. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*, 3 (106), 69-75. URL : <https://doi.org/10.17721/1728-2713.106.09>
2. Кошлякова Т.О., Кошляков О.Є., Швайка І.Д. (2022) Еколого-геохімічний стан поверхневих і приповерхневих вод міста Києва. *Геохімія техногенезу*. № 35. URL : <https://doi.org/10.32782/geotech2022.35>
3. Лавринюк З., Караїм О., Гулай Л. (2021) Гідрохімічний аналіз та особливості використання поверхневих вод річки Оконка. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, (3), 24–29. URL : <https://doi.org/10.32782/pcsd-2021-3-4>
4. Люта Н., Саніна І. (2025) Особливості хімічного складу підземних вод у теригенних відкладах еоцену та альб-сеноману в басейні Дніпра. *Вісник Київського*

національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія, 1 (104), 107-114. URL : <https://doi.org/10.17721/1728-2713.104.13>

5. Наказ МОЗ України від 12.05.2010 № 400 «Про затвердження Державних санітарних норм та правил “Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною”» URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>

6. Наконечний К., Наконечна М., Мельничук К. Геоекологічні дослідження якості вод в с. Валя Кузьміна, Глибоцького району, Чернівецької області. Науковий вісник Чернівецького університету : збірник наукових праць. Чернівці : Чернівецький нац.ун-т, 2019. Вип. 814 : Географія. 20-26. URL : [https://geo.chnu.edu.ua/media/hl5fzrvvm/visnyk\\_chnu-814-2019.pdf](https://geo.chnu.edu.ua/media/hl5fzrvvm/visnyk_chnu-814-2019.pdf)

7. Прибилова В.М. Качан А.М. Хімічний склад підземних вод Харківської області як фактор ризику для здоров'я населення. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна*. Серія «Геологія. Географія. Екологія». Вип. 46. 37-45. URL : <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2017-46-04>

8. Hickey, David; Opitz, Ryan; and Gazis, Carey (2023) Geochemical Analysis of Surface and Ground Waters Around Cle Elum, WA; Implications for the Proposed Exempt Well Moratorium, *International Journal of Undergraduate Research and Creative Activities*. Vol. 1: Iss. 1, Article 2. URL : <https://digitalcommons.cwu.edu/ijurca/vol1/iss1/2>

9. Ricardo Paíz, Juan Francisco Low-Calle, Amy Guicela Molina-Estrada, Sergio Gil-Villalba, Maria Teresa Condesso de Melo (2023) Combining spectral analysis and geochemical tracers to investigate surface water–groundwater interactions: A case study in an intensive agricultural setting (southern Guatemala). *Science of the total environment*. Vol. 899 (15), URL : <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165578>