

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»



ЕКОЛОГІЯ. ДОВКІЛЛЯ.
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ - 2025
Колективна монографія

ПОЛТАВА 2025

ГРУНТОВІ ВОДИ КОЛОМАЦЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ ЯК ДЖЕРЕЛО ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Бурда А.Ю., здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня, **Бунякіна Н.В.**, кандидат хімічних наук, доцент,
Смоляр Н.А., кандидат біологічних наук, доцент,
Дрючко О.Г., кандидат хімічних наук, доцент

*Національний університет «Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка», Україна*

GROUNDWATER OF KOLOMATSK TERRITORIAL COMMUNITY AS A SOURCE OF DRINKING WATER SUPPLY

Burda A., master's student, **Bunyakina N.**, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, **Smolar N.**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, **Dryuchko O.**, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»,
Ukraine*

Анотація. Дослідження спрямоване на аналіз фізико-хімічних та токсикологічних характеристик ґрунтових вод Коломацької територіальної громади, розташованої в Полтавській області (Україна). В умовах зростаючого антропогенного впливу на довкілля важливо було оцінити стан ґрунтових вод, які є джерелом питної води для місцевого населення. Зразки ґрунтових вод були відібрані з різних ділянок територіальної громади відповідно до стандартних процедур відбору проб. Аналізи проводилися у сертифікованій лабораторії з використанням сучасних аналітичних методів, таких як потенціометрія, титриметрія та фотоколориметрія. За експериментальними результатами виявлено значне перевищення рівня нітратів у деяких зразках, що може свідчити про забруднення підземних вод. Результати дослідження можуть стати основою для розробки регіональної програми з охорони водних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки регіону.

Ключові слова: ґрунтові води, фізико-хімічні та токсикологічні показники якості води, забруднення, нітрати.

Abstract. The research of the scientific work is aimed at analyzing the physicochemical and toxicological characteristics of the grounded waters of the Kolomatsk territorial community, located in Poltava region. In the conditions of

anthropogenic impact on the environment, it was important to assess the state of grounded waters, which are a source of drinking water for the local population. Samples of grounded waters were taken from different areas of the territorial community in accordance with standard sampling procedures. The analyzes were carried out in a certified laboratory using modern analytical methods, such as potentiometry, titrimetry and photolorimetry. According to the experimental results, a significant excess of the level of nitrates in some samples was established, which may indicate groundwater contamination. The results of the study can become the basis for the development of regional programs for the protection of water resources and ensuring the ecological safety of the region.

Keywords: *grounded waters, physicochemical and toxicological indicators of water quality, pollution, nitrates.*

Оцінка фізико-хімічних і токсикологічних властивостей ґрунтових вод є ключовим елементом екологічного моніторингу та охорони здоров'я.

Токсикологічні параметри включають вміст токсичних речовин, таких як важкі метали, органічні забруднювачі та патогенні мікроорганізми. Навіть у малих кількостях ці речовини можуть серйозно загрожувати здоров'ю людей та екосистемам.

Регулярний моніторинг ґрунтових вод є необхідним для раннього виявлення забруднень і зменшення ризиків, пов'язаних із використанням водних ресурсів. Це є основою для забезпечення водопостачання, охорони навколишнього середовища і збереження здоров'я населення.

До складу Коломацької територіальної громади входить 11 сіл, а саме: Коломацьке, Степанівка, Дудникове, Василівка, Мале Ладизжине, Сонячне, Старицьківка, Олексіївка, Зоря, Рубанівка і селище Степне.

Коломацька територіальна громада Полтавського району Полтавської області розташована у східній частині Полтавщини. Географічне положення Коломацької територіальної громади в межах помірного кліматичного поясу зумовлює риси помірно-континентального типу клімату в межах її території.

Клімат помірно-континентальний, теплий, м'який: середня температура повітря є такою: липень (+20,5°C); січень (-7,0°C); середньорічна кількість опадів 450-570 мм; коефіцієнт зволоження 0,7; тривалість безморозного періоду становить 174 дні. Найбільший вплив на формування погодних умов і клімату мають величина і характер сонячного випромінювання, віддаленість громади від великих водних мас, належність до зони дії переважно атлантичних помірних та арктичних холодних повітряних мас, рівнинність. У цілому, кліматичні умови громади сприятливі для людей і розвитку сільськогосподарського та лісгосподарського виробництва.

Площа водного фонду – 1,3% території. В адміністративних межах Коломацької сільської ради протікає річка Коломак, яка є лівою притокою Ворскли (басейн Дніпра). У долині річки розташований ландшафтний заказник загальнодержавного значення «Вільхівщанський», що проходить за межами сіл Коломацьке, Дудникове, Степанівка, Мале Ладизине та Василівка, а також поблизу сіл Черкасівка та Вільхівщина сусідньої громади.

Всього сільськогосподарських земель на території громади – 90,0% від загальної площі земель, із них: ріллі – 78,75%, багаторічних насаджень – 0,72%, сіножатей 4,47% та пасовищ 3,88%, під господарськими будівлями і дворами – 1,29%, під господарськими шляхами і прогонами – 0,9% [1].

Згідно з [2], питна вода – це вода, яка призначена для споживання людьми (водопровідна, фасована, з бюветів, пунктів розливання, шахтних колодязів та каптажів джерел), щоб задовольняти фізіологічні, санітарно-гігієнічні, побутові та господарські потреби споживачів, а також для виробництва продукції, яка вимагає її використання. Якість цієї води, оцінювана за органолептичними, мікробіологічними, паразитологічними, хімічними, фізичними та радіаційними показниками, повинна відповідати встановленим гігієнічним вимогам.

Відповідно до [3], захист і фільтрація через ґрунти й породи часто забезпечують підземним водам значно вищу якість і потребують менше очищення, ніж поверхневі води. Проте, якість підземних вод може значно відрізнятись залежно від місцевої і регіональної геології та відстані до джерел забруднення. Якість підземних вод також може погіршуватись залежно від методів відкачування води і застосованих захисних заходів. Хоча свердловини або пробні свердловини поблизу можуть дати загальне уявлення про якість підземних вод, їхню остаточну якість можна визначити лише після досягнення водоносного горизонту в місці розташування свердловини.

Цілі сталого розвитку (ЦСР), також відомі як Глобальні цілі, були ухвалені Організацією Об'єднаних Націй у 2015 році як універсальний заклик до дій щодо скорочення бідності, захисту планети та забезпечення того, щоб до 2030 року усі люди жили в мирі і достатку.

17 Цілей взаємодоповнюють одна одну: дії в одній сфері також впливають на результати в інших, тому в розвитку мають бути збалансовані соціальна, економічна та екологічна стійкість.

Країни зобов'язалися визначати пріоритетність прогресу для тих країн і спільнот, які найбільше відстають. ЦСР мають на меті покласти край бідності, голоду, СНІДу та дискримінації жінок і дівчат.

Для досягнення ЦСР у кожному контексті необхідні творчі підходи, ноу-хау, технології та фінансові ресурси всього суспільства [4].

Однією з Цілей сталого розвитку є Ціль 6 «Чиста вода та належні санітарні умови».

Забезпечення населення водою є одним із пріоритетних завдань України. Незважаючи на те, що Україна на сьогодні має внутрішні запаси водних ресурсів, важливими є питання їх доступності до 100% міського та сільського населення, зменшення дисбалансу між посушливими регіонами півдня та іншими, більш водоемними, територіями півночі та північного заходу, зведення до мінімуму та ліквідація скидання відходів і небезпечних речовин, переходу промислових підприємств на замкнені системи водоспоживання. Реалізація таких заходів можлива за активної підтримки уряду та всіх ланок влади і активної кооперації всіх суб'єктів господарювання з метою створення чи використання сучасних, інноваційних екологічно безпечних об'єктів у сфері водопостачання та водовідведення [5].

Ціль 6 має завдання, які Коломацька громада може виконати на локальному рівні у контексті користування ґрунтовими водами:

6.1 До 2030 року забезпечити загальний і рівноправний доступ до безпечної і недорогої питної води для всіх.

6.3 До 2030 року підвищити якість води за допомогою зменшення забруднення, ліквідації скидання відходів і зведення до мінімуму викидів небезпечних хімічних речовин та матеріалів, скорочення вдвічі частки неочищених стічних вод і значного збільшення масштабів рециркуляції та безпечного повторного використання стічних вод.

6.a До 2030 року розширити міжнародне співробітництво і підтримку в справі зміцнення потенціалу розвиткових країн щодо здійснення діяльності та програм у галузі водопостачання й санітарії, включаючи збір поверхневого стоку, опріснення води, підвищення ефективності водокористування, очищення стічних вод і застосування технологій рециркуляції та повторного використання [6].

Як зазначено в джерелі [7], вода, призначена для пиття, має бути безпечною для споживання, забезпечуючи збереження здоров'я людей. Критерії якості питної води повинні відповідати таким гігієнічним вимогам: безпечність із епідеміологічного та радіаційного погляду, наявність сприятливих органолептичних властивостей та нешкідливий хімічний склад. Гігієнічні вимоги до питної води охоплюють аспекти, такі, як відсутність шкідливих мікроорганізмів, хімічних забруднень, належний рівень мінералізації та інші фізико-хімічні параметри.

Для дослідження води були обрані такі показники: рН, загальне залізо, сульфати, хлориди, амоній, нітрати, нітрити, загальна лужність.

Ці показники дають комплексне уявлення про якість води, її придатність для споживання, технічного використання та вплив на здоров'я людини.

Як зазначено в джерелі [8], важливе екологічне значення для водного середовища має рН – це показник концентрації іонів водню у воді. Зниження рівня рН сприяє підвищенню розчинності карбонатів, сульфідів, фосфатів важких металів і збільшує їх міграцію та доступність для засвоєння живими організмами, що може призводити до отруєння. Відомо, що при низькому рівні рН вода має високу корозійну активність, а при високому рівні (рН > 11) має неприємний запах і може викликати подразнення очей і шкіри.

Згідно [9], ферум є необхідним хімічним елементом для нормального функціонування людського організму. Він впливає на синтез гемоглобіну, міоглобіну та дихальних ферментів. Організм зазвичай накопичує запаси заліза в селезінці та печінці, які можуть бути мобілізовані у разі потреби для забезпечення необхідних функцій. Відповідно до [10], вода з високим вмістом заліза має характерний іржавий колір і неприємний металевий присмак.

Сульфати – це солі сульфатної кислоти. У природних водах вони можуть мати джерела як мінерального, так і органічного походження. Мінеральні сульфати надходять у воду з ґрунту, де вони знаходяться у вигляді сульфатів натрію (Na_2SO_4), магнію (MgSO_4), кальцію (CaSO_4) та інших елементів.

Згідно з [11], хлориди – це речовини, що складаються з іонів хлору та катіонів металу. Вони природно зустрічаються у вигляді мінералів або розчиненими у воді. У воді хлориди вважаються одними з основних неорганічних солей. Хлориди вступають у реакцію з металами, що призводить до їх корозії. Це може спричинити пошкодження трубопроводів, витік води та інші проблеми.

Амоній (NH_4^+) – це іон, який утворюється в результаті протонування аміаку (NH_3). У природних водних середовищах амоній може мати як природне, так і антропогенне походження. Амоній утворюється в результаті розкладання білків, сечовини та інших органічних сполук, які потрапляють у воду з ґрунту, рослин та тварин. Також деякі мікроорганізми здатні розщеплювати органічні сполуки з утворенням амонію.

Застосування азотних добрив у сільському господарстві може призводити до вимивання нітратів у ґрунтові води, які потім перетворюються на амоній в результаті діяльності мікроорганізмів.

Нітрати – це солі нітратної кислоти, які природним шляхом присутні в навколишньому середовищі, зокрема в ґрунті та воді. Вони є

важливими для рослин, оскільки виступають основним джерелом азоту, необхідного для їх росту. Однак, високий рівень нітратів у природній воді може бути шкідливим для здоров'я людини та довкілля.

Джерела нітратів у воді можуть бути природними і антропогенними. До природних джерел належать розкладання органічних речовин, атмосферні опади та біологічна фіксація азоту. Антропогенні джерела нітратів пов'язані з діяльністю людини: використання азотних добрив, стічні води, промислові викиди і неправильне управління відходами.

Як зазначено в [12], у Полтавській області одним із основних забруднювачів питної води є нітрати. Ці речовини часто виявляються в найбільшій кількості у джерелах децентралізованого водопостачання, таких як громадські та приватні шахтні колодязі.

Згідно з джерелом [13], найбільш небезпечною формою нітрогенних сполук для людини є нітрити, які утворюються з нітратів. Нітрати та нітрити широко використовуються як харчові добавки для фіксації кольору м'ясопродуктів та подовження тривалості їх зберігання, а також у виробництві та консервуванні м'ясних та деяких рибних продуктів. Ці сполуки потрапляють до організму людей і тварин через питну воду та продукти харчування, що може спричинити інтоксикації різного ступеня.

Згідно з джерелом [14], питна вода повинна мати оптимальний вміст мінеральних речовин, що визначається за критеріями фізіологічної повноцінності мінерального складу. Ці критерії включають загальну жорсткість, загальну лужність, вміст йоду, калію, кальцію, магнію, натрію, сухий залишок та фториди.

Кальцій і магній – це не просто мікроелементи, а життєво важливі речовини, які беруть участь у численних процесах в організмі людини. Їх дефіцит може призвести до серйозних проблем зі здоров'ям, тому важливо отримувати їх у достатній кількості. Важливо зазначити, що вода з низьким вмістом кальцію і магнію може бути шкідливою для здоров'я.

Для того, щоб отримувати достатню кількість цих мікроелементів, рекомендується вживати різноманітну здорову їжу та пити мінеральну воду.

Така ж багатогранна роль магнію в організмі людини. Він необхідний для нормального перебігу багатьох біохімічних реакцій і фізіологічних процесів, що забезпечують енергетику і функціонування різних органів. Магній сприяє підтримці нормального рівня кальцію у кістковій тканині та його постійному оновленню в кістці, перешкоджає втратам кальцію.

Вважають, що магній відіграє ключову роль у регуляції сну, зменшенні проявів стресу, нормалізації адаптаційних процесів. Його дефіцит є фактором ризику розвитку серцево-судинних захворювань, у тому числі артеріальної гіпертензії і порушень серцевого ритму, зниження активності ферментів ліпідного метаболізму і вуглеводного обміну, що створює умови для швидкого накопичення надлишку жирової тканини у дітей. Тим, хто довго споживає м'яку воду, потрібно поповнювати дефіцит кальцію та магній як дієтичними, так і фармакологічними засобами [15].

Згідно з [16], у природному середовищі більшість загальної лужності зазвичай походить від карбонатної лужності, що виникає внаслідок розчинення карбонатних порід і наявності діоксиду карбону в атмосфері. Оскільки концентрація кальцію карбонату зростає, лужність також збільшується, що зменшує ризик підкислення води.

Для визначення заліза використовувалася методика [17], яка є стандартизованим та перевіреним методом визначення масової концентрації загального заліза у воді. Вона ґрунтується на утворенні комплексу роданіду і феруму (III) червоного кольору, інтенсивність забарвлення якого вимірюється на фотоколориметрі при довжині хвилі 490 нм.

Для визначення сульфатів застосовувався метод [18], що базується на утворенні хромової кислоти та визначенні її йодометричним методом.

Метод вимірювання масової концентрації хлоридів полягає в осадженні хлорид-іонів аргентум нітратом. Як індикатор використовують розчин калію хромату, який із надлишком іонів срібла утворює осад цегляного кольору [19].

Під час дослідження масової концентрації іонів кальцію та магнію у ґрунтових водах використовувався метод, наведений у [20], який базується на утворенні комплексів іонів кальцію та магнію з трилоном Б. Іони кальцію титрували розчином трилону Б за наявності мурексиду, що утворює комплекс рожевого кольору. Після зв'язування усіх іонів кальцію трилоном Б, індикатор мурексид має фіолетовий колір. Для титрування іонів магнію використовували трилон Б із індикатором еріохромом чорним Т. Колір індикатора змінювався від бузково-фіолетового до синього.

Для визначення лужності застосовувалася методика [21], яка полягає в титруванні проб стандартним розчином кислоти до досягнення кінцевої точки рН 8,3 та 4,5. Цей метод дозволяє визначити в пробі наявність трьох основних компонентів, що впливають на лужність: гідрокарбонатів, карбонатів і гідроксиду. Під час титрування

до рН 8,3 визначали кількість гідроксиду і половину наявного карбонату, а до рН 4,5 – загальну лужність проби.

Метод вимірювання масової концентрації іонів амонію засновано на взаємодії іонів NH_4^+ у лужному середовищі з реактивом Несслера. Фотоколориметричним методом вимірювали оптичну густину забарвлених розчинів при довжині хвилі $\lambda = 425$ нм [22].

Визначення масової концентрації нітрат-іонів проводили фотоколориметричним методом [23]. Цей метод ґрунтується на здатності нітрат-іонів вступати в хімічні реакції з утворенням сполук, інтенсивність забарвлення яких пропорційна концентрації нітратів у зразку. Вимірювали оптичну густину розчинів при довжині хвилі $\lambda = 413$ нм.

Для виявлення нітрит-іонів у пробах була застосована методика [24]. Метод ґрунтується на реакції нітрит-іонів з реактивом Грісса у кислому середовищі з утворенням азобарвника червоного кольору. Інтенсивність червоного забарвлення розчину пропорційна концентрації нітрит-іонів. Оптичну густину розчинів вимірювали при довжині хвилі $\lambda = 520$ нм.

Об'єктом досліджень є ґрунтові води (свердловинні та колодязні) в межах Коломацької ТГ.

Предметом досліджень є аналіз фізико-хімічних та токсикологічних показників ґрунтових вод у межах території Коломацької ТГ, що визначають якість води водних об'єктів та впливають на здоров'я населення.

У процесі дослідження проб води було використано ряд методів хімічного аналізу, зокрема: потенціометричний, титрометричний та фотоколориметричний. Використання цих методів хімічного аналізу дозволило отримати точні та надійні результати, необхідні для оцінки якості води та визначення наявності забруднюючих речовин.

Проби води відбирали з джерел децентралізованого водопостачання, а саме колодязів та свердловин. У деяких населених пунктах громади проби відбирали з декількох джерел.

Проби відбирали в скляну хімічно чисту тару і відразу транспортували до лабораторії, де в той же день проводили дослідження.

Для питної і господарсько-побутової води оптимальним вважається рівень рН у діапазоні від 6,5 до 8,5 [14].

За результатами аналізу (рис. 1) показник рН у всіх досліджуваних пробах у межах норми й коливається від 6,73 до 7,63 одиниць рН.

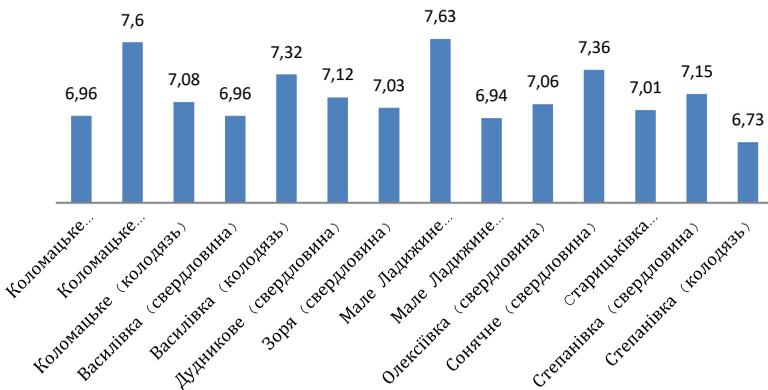


Рисунок 1 – Результати вимірювання водневого показника, одиниці рН

Аналіз проб на загальне залізо показав дуже малі його концентрації, що унеможливило знаходження конкретних кількісних показників за методикою [17].

Згідно з [14] максимально допустима концентрація сульфатів у питній воді не повинна перевищувати 500 мг/дм³.

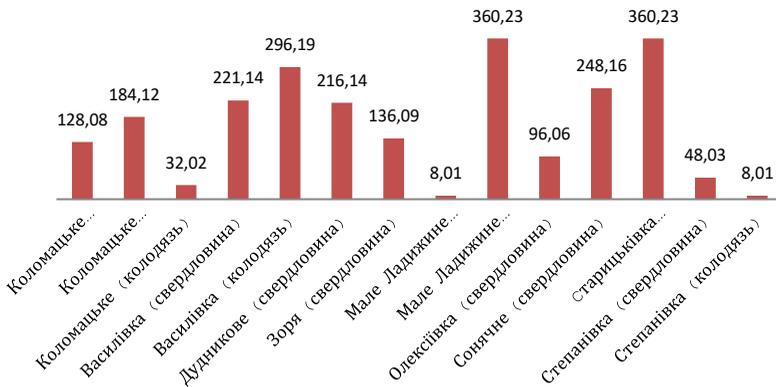


Рисунок 2 – Уміст сульфатів у пробах води, мг/дм³

Уміст сульфатів, згідно результатів аналізу (рис. 2), у досліджуваних пробах є в межах норми. У деяких пробах значення

показника наближене до мінімуму. Такі результати спостерігаються в селах Коломацьке (колодязь 3,5 м), Мале Ладигжене (свердловина 17 м), Степанівка (свердловини 14,5 та 16 м).

Максимально допустима концентрація хлоридів у питній воді не повинна перевищувати 350 мг/дм³ [14].

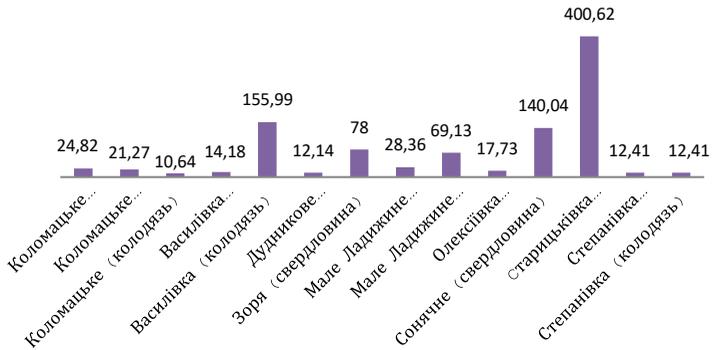


Рисунок 3 – Уміст хлоридів у пробах води, мг/дм³

Згідно з результатами аналізу (рис. 3), у більшості досліджуваних проб вміст хлоридів становить 100 мг/дм³, але в одній пробі зі свердловини (село Старицьківка) спостерігається їх перевищення.

Максимально допустима концентрація іонів амонію у питній воді джерел децентралізованого водопостачання не повинна перевищувати 2,6 мг/дм³ [14].

Уміст амонію в досліджуваних пробах (рис. 4) не перевищує норму. У більшості випадках результат був нижче чутливості методики.

Оскільки структура розподілу земель Коломацької ПГ характеризується наявністю значної частини сільськогосподарських угідь, то вплив сільського господарства на ґрунтові води є суттєвим.

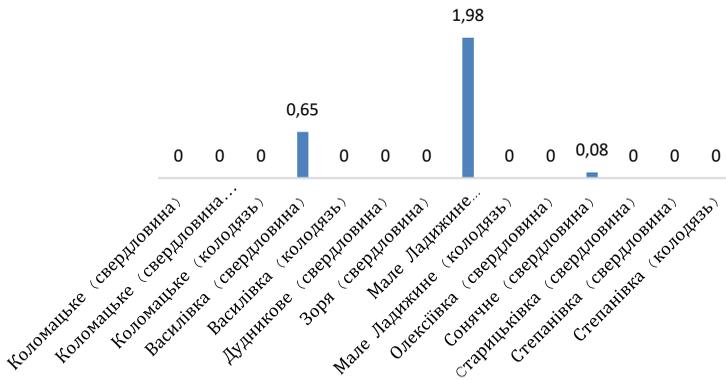


Рисунок 4 – Уміст іонів амонію у пробах води, мг/дм³

Норматив нітратів для питної води (водопровідної, з колодязів та каптажів джерел) – 50 мг/дм³ [14].

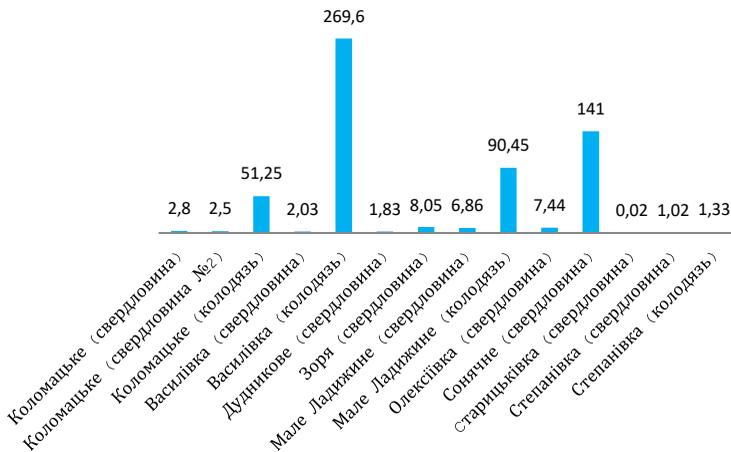


Рисунок 5 – Уміст нітратів у пробах води, мг/дм³

На рисунку 5 наведено вміст нітратів у відібраних пробах. Найбільше перевищення нормативу спостерігається у селі Василівка, а саме в колодязній воді показник більший ніж у 5 разів. Ситуація у свердловині цього населеного пункту значно ліпша. Це може бути зумовлено гідрогеологічною особливістю місцевості, оскільки відбір проб був здійснений на одній вулиці, але з джерел різної глибини.

За результатами аналізу визначено, що в усіх пробах води вміст нітритів нижче чутливості методики. Це вказує на їх відсутність або незначну кількість.

Аналізуючи дані (рис. 6), спостерігаємо, що для більшості відібраних проб води характерне перевищення вмісту кальцію порівняно з нормативом 25 – 75 мг/дм³ [14]. Така тенденція спостерігається як у колодязних, так і в свердловинних водах, що може бути характерною особливістю Коломацької громади.

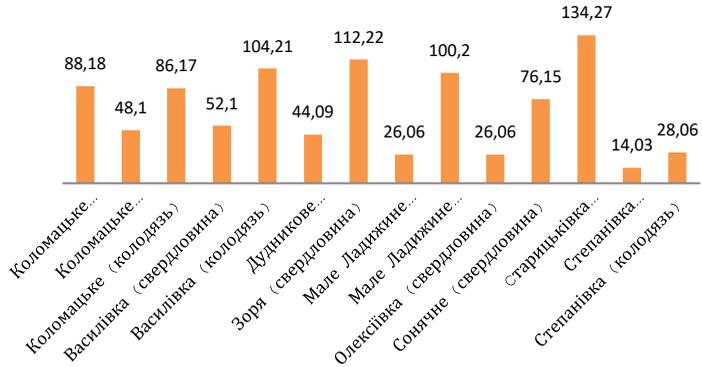


Рисунок 6. Уміст кальцію у пробах води, мг/дм³

Уміст магнію у воді, згідно з результатами дослідження (рис. 7), у більшості випадках відповідає нормі 10-50 мг/дм³ [14].

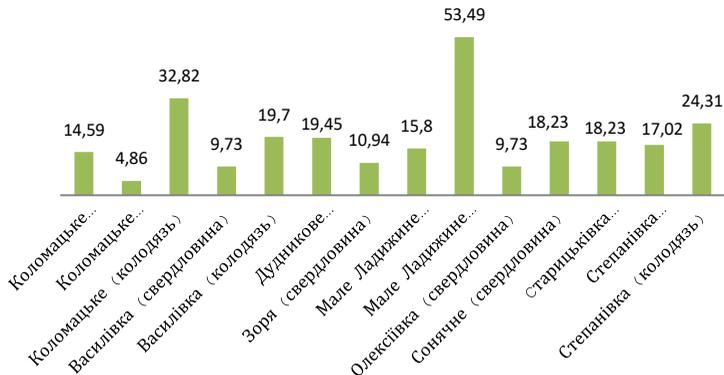


Рисунок 7 Уміст магнію у пробах води, мг/дм³

Але спостерігаються деякі невідповідності, безпосередньо у селах Коломацьке та Василівка, де значення показника є меншим від нормативного. Для колодязної води в селі Мале Ладижине характерне незначне перевищення нормативу.

Загальна лужність (норматив 0,5-6,5 ммоль/дм³) здебільшого в межах норми, але спостерігаються випадки її перевищення, що обумовлено гідрогеологічною будовою місцевості (рис. 8).

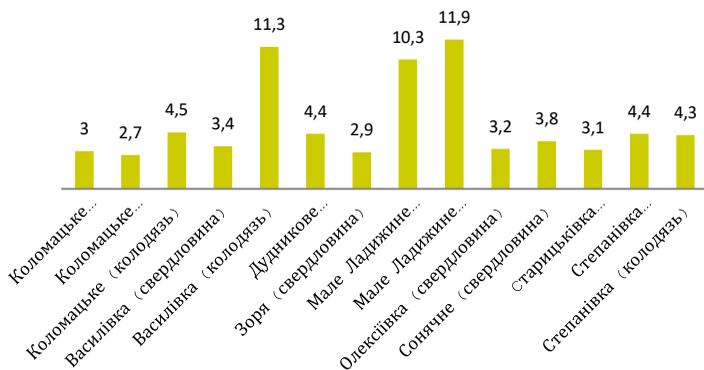


Рисунок 8 – Результати визначення загальної лужності у пробах води, ммоль/дм³

Серед проаналізованих 14 проб тільки для трьох встановлено задовільні параметри за всіма вищезазначеними показниками. Це свідчить про те, що вода в цих пробах може вважатися придатною для споживання без додаткового оброблення, оскільки її хімічний склад відповідає нормативним вимогам [14].

Порівнюючи результати аналізу проб таких показників, як нітрати, нітрити, амоній, залізо та сульфати з нормативними значеннями Директиви Ради 98/83/ЄС, спостерігається невідповідність європейським вимогам. За вмістом нітратів для чотирьох із 14 досліджуваних проб встановлено перевищення нормативних значень – 50 мг/дм³, за вмістом нітритів – значення у пробах наближене/дорівнює 0, за вмістом амонію – три проби мають перевищення норми 0,0005 мг/дм³, за вмістом заліза – значення у пробах наближене/дорівнює 0, за вмістом сульфатів – три проби мають перевищення норми 250 мг/дм³.

Ґрунтові води є критичним ресурсом для соціальних, економічних та екологічних потреб. Питання їх неефективного використання та забруднення потребує вирішення.

Основним джерелом забруднення вод Коломацької ТГ є сільське господарство, де використовуються нітратні добрива, пестициди та гербіциди. Дослідження якості води виявило перевищення нормативів за вмістом нітратів, кальцію, магнію та інших показників, що потребує впровадження коригуючих заходів. Для забезпечення якісною питною водою населення в Коломацькій громаді потрібно організувати регулярний моніторинг. Для сталого розвитку громади необхідна збалансована стратегія управління водними ресурсами, враховуючи досвід ЄС. Досягнення Цілей сталого розвитку, зокрема Цілі 6, передбачає забезпечення доступу до безпечної води, зменшення забруднення, очищення стічних вод і підвищення ефективності водокористування.

У Коломацькій громаді це можливо шляхом впровадження сучасних екологічно безпечних технологій, міжнародної співпраці та залучення фінансів. Дослідження проб води показало, що лише три з них відповідають нормативам, тоді як у інших виявлено відхилення від стандартів, особливо за кількістю нітратів.

Використані інформаційні джерела:

1. Робоча група з розробки Стратегії розвитку Коломацької сільської територіальної громади до 2027 року під керівництвом Почечун Є.О. (2024). Стратегія розвитку Коломацької сільської територіальної громади до 2027 року, 12–20.

2. Закон України «Про питну воду та питне водопостачання» від 10.01.2002 № 2918-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2918-14#Text>

3. Підземні води. URL: <https://www.emergency-wash.org/water/uk/tekhnohii/technology/groundwater#!>

4. Програма розвитку ООН. Що таке цілі сталого розвитку? URL: <https://www.undp.org/uk/ukraine/tsili-staloho-rozvytku>

5. Дія. Бізнес. (2024). Ціль 6. Чиста вода та відповідні санітарні умови. URL: https://business.diiia.gov.ua/entrepreneurhandbook/item/cil_6_chista_voda_ta_nalezni_sanitarni_umovi

6. Мережа Глобального договору в Україні. Цілі сталого розвитку 17. Чиста вода та санітарія. Забезпечити доступність і стале використання води та санітарії для всіх. URL: <https://globalcompact.org.ua/tsili-stijkogo-rozvytku/>

7. Екософт. (2023). Вимоги до якості питної води. URL: <https://ecosoft.ua/ua/blog/trebovaniya-k-kachestvu-pitevoy-vody/>

8. Охріменко О. Хімічний склад і класифікація природних вод. Роль наук про Землю в національній економіці. *Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції*. Херсон : ДВНЗ «ХДАУ», 2019. С. 203.

9. Марінцова Н.Г., Половкович С.В., Новіков В.П. Біологічна хімія. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. С. 336

10. Кримець Г. (2017). Залізо у воді. Чим небезпечний високий вміст заліза у воді? URL: <https://himanaliz.ua/uk/zalizo-u-vodi/>

11. Хлориди та хлор у воді: джерела, вплив та методи очищення. (2023).
URL: <https://www.aquanova.com.ua/ua/stati-i-obzory/khlorydy-ta-khlor-u-vodi-ua/>
12. Голик Ю.С., Ілляш О.Е. Екологія Полтавщини. Аналіз стану виконання Програми охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної політики з урахуванням регіональних пріоритетів Полтавської області на період до 2010 року. Полтава : Полтавський літератор, 2006.
13. Світова медицина: сучасні тенденції та фактори розвитку. Збірник тез наукових доповідей учасників міжнародної науково-практичної конференції. Львів : ГО «Львівська медична громада», 2017. С. 101.
14. Державні санітарні норми і правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10), (2010).
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>
15. Бунякіна Н. В., Дрючко О. Г., Бурда А. Ю. Оцінка якості питної води міста Полтава за фізіологічною цінністю мінерального складу. *Екологія. Довкілля. Енергозбереження – 2023*: зб. матеріалів IV Міжнар. наук.-практ. конф. (7–8 груд. 2023 р.). Полтава : Нац. ун-т ім. Юрія Кондратюка, 2023. С. 30–32.
16. Загальна лужність як властивість води. URL: <https://ekspertiza.com.ua/uk/tse-korisno-znati/906-zahalna-luzhnist-ia-k-vlastyvist-vody>
17. МВВ №081/12-0175-05. Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика вимірювання масової концентрації заліза загального фотоколориметричним методом з роданідом. К. : Держспоживстандарт України, 2005. С. 11.
18. МВВ №081/12-0177-05. Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика вимірювання масової концентрації сульфатів титриметричним методом. К. : Держспоживстандарт України, 2005. С. 10.
19. МВВ 081/12-0004-01. Поверхневі та очищені стічні води. Методика вимірювання масової концентрації хлоридів методом аргентометричного титрування. Київ : (УкрЦСМ), 2002. С. 14.
20. МВВ 081/12-0006-01. Поверхневі та очищені стічні води. Методика вимірювання масової концентрації кальцію та магнію титриметричним методом. К.: Держстандарт України, 2002. С. 14.
21. ДСТУ ISO 9963-1:2007. Якість води. Визначення лужності. Частина 1. Визначення загальної та часткової лужності (ISO 9963-1:1994, IDT). К. : Держспоживстандарт України, 2007. С. 5.
22. МВВ №081/12-0106-03. Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика вимірювання масової концентрації іонів амонію фотоколориметричним методом з реактивом Несслера. К. : Держспоживстандарт України, 2003. С. 14.
23. МВВ №081/12-0651-09. Зворотні, поверхневі, підземні води. Методика вимірювання масової концентрації нітрат-іонів фотоколориметричним методом. К. : Держспоживстандарт України, 2009. С. 14.
24. КНД 211.1.4.023-95. Методика фотометричного визначення нітрит-іонів з реактивом Гірсса в поверхневих та очищених стічних водах, 1995. С.4.