

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально - науковий інститут екології
Кафедра екології та менеджменту довкілля

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра

на тему

ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД З РІЗНИХ ДЖЕРЕЛ ВОДОПОСТАЧАННЯ У ШЕВЧЕНКІВСЬКОМУ РАЙОНІ МІСТА ХАРКОВА

Виконав: студент 4 курсу, групи ДЕ-42
спеціальності : 101 «Екологія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

_____ / Рассим ХАЛІЛОВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник _____ / Анатолій ЛІСНЯК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент _____ / Інга СКЛЯРОВА
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри _____ / Андрій АЧАСОВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль _____ / Інна МИРОНОВА
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК _____ / Світлана БУРЧЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Харків – 2025 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені В. Н. КАРАЗІНА

Інститут: Навчально-науковий інститут екології

Кафедра: екології та менеджменту довкілля

Рівень вищої освіти: бакалавр

Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

_____ / проф. Андрій АЧАСОВ
підпис ім'я та прізвище

“ __ ” _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)

Рассим ХАЛІЛОВ

(ім'я, прізвище студента)

1. Назва теми роботи на завдання Оцінка якості вод з різних джерел водопостачання у Шевченківському районі міста Харкова

керівник роботи студента Анатолій ЛІСНЯК, доцент, канд. с.-г. наук,
(ім'я, по-батькові, прізвище, вчене звання, науковий ступінь)

затверджені наказом по університету від “ __ ” _____ 20__ року №__

2. Строк подання студентом роботи 15. 05. 2025 р.

3. Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Проведення ґрунтового літературного огляду за обраною темою.

У межах огляду необхідно розглянути наступні ключові питання:

- сучасний стан досліджень проблеми якості питної води як у загальному контексті, так і зокрема щодо міста Харкова;

- характеристика основних джерел питного водопостачання у Шевченківському районі Харкова;
- аналіз актуальних нормативних вимог до якості питної води, зокрема згідно з національними стандартами;
- порівняння підходів різних науковців щодо заходів із покращення якості питної води.

2. Опрацювання методологічної бази дослідження якості питної води та розробка плану експериментальної частини.

Передбачає вивчення сучасних методик аналізу води, підбір необхідних лабораторних методів та планування досліджень з урахуванням особливостей водопостачання в межах Шевченківського району Харкова.

3. Відбір зразків питної води з різних джерел водопостачання Шевченківського району.

Забір проб має охоплювати основні типи джерел: централізоване водопостачання, свердловини, питні джерела, автомат з питною водою тощо.

4. Проведення лабораторного аналізу зразків води.

На цьому етапі здійснюється визначення фізико-хімічних та органолептичних показників, що дозволяють оцінити відповідність води нормативам якості.

5. Експериментальне дослідження ефективності різних методів очищення води в домашніх умовах.

Передбачає практичне випробування побутових способів очищення - зокрема, фільтрацію, заморожування, кип'ятіння та відстоювання - з подальшим порівнянням їх результативності.

6. Аналіз отриманих результатів і формулювання висновків.

На завершальному етапі треба провести комплексну інтерпретацію даних, зіставлення результатів лабораторних досліджень із нормативними вимогами, визначення найефективніших заходів очищення та формулювання практичних рекомендацій.

4. Послідовна схема проведення дослідницької діяльності згідно з визначеними етапами:

№ з/п	Конкретні етапи дослідження
1	Аналітичний огляд літературних джерел та виявлення актуальних проблем якості питної води у Шевченківському районі м. Харків
2	Оволодіння методичними підходами до дослідження якості води у Шевченківському районі міста Харкова
3	Опрацювання та аналіз результатів лабораторного дослідження проб води, їх інтерпретація та наукове узагальнення
4	Розробка практичних рекомендацій для покращення стану вододжерел у Шевченківському районі м. Харків

5. Дата видачі студенту завдання « 15 » червня 2024 року

Студент

підпис

Рассим ХАЛІЛОВ

ім'я і прізвище

Керівник роботи

підпис

Анатолій ЛІСНЯК

ім'я і прізвище

АНОТАЦІЯ

**ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД З РІЗНИХ ДЖЕРЕЛ ВОДОПОСТАЧАННЯ У
ШЕВЧЕНКІВСЬКОМУ РАЙОНІ МІСТА ХАРКОВА**

Рассим ХАЛІЛОВ

Кваліфікаційна робота «Оцінка якості вод з різних джерел водопостачання у Шевченківському районі міста Харкова» складається з 43 сторінок, поділених на 3 розділи, 7 підрозділів, містить 15 рисунків та 22 джерела інформації.

Метою дослідження є оцінка якості питної води з різних вододжерел Шевченківського району Харкова та комплексний аналіз її стану.

Об'єктом дослідження є вода, призначена для споживання, яка була відібрана з різноманітних джерел централізованого та децентралізованого водопостачання Шевченківського району.

Предметом дослідження є сукупність органолептичних показників, фізико-хімічних властивостей та санітарно-токсикологічних параметрів питної води, характерної для цієї адміністративної території.

Методика дослідження включає: аналіз наукових публікацій, лабораторно-аналітичні дослідження, порівняльно-оцінний аналіз.

Короткий опис роботи. Для визначення якості та безпечності питної води у Шевченківському районі було відібрано 6 проб з різних джерел. Проведено лабораторні дослідження за основними показниками, виконано порівняльний аналіз та оцінку якості. На основі отриманих результатів розроблені рекомендації щодо покращення стану водних ресурсів.

Робота базується на аналізі наукової літератури, інтернет-джерел та власних експериментальних даних.

ШЕВЧЕНКІВСЬКИЙ РАЙОН, ЯКІСТЬ ВОДИ, ПИТНА ВОДА,
ВОДОПОСТАЧАННЯ, ЛАБОРАТОРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ, АНАЛІЗ ВОДИ.

ABSTRACT

ASSESSMENT OF WATER QUALITY FROM DIFFERENT SUPPLY SOURCES IN SHEVCHENKIVSKYI DISTRICT OF KHARKIV CITY

Rassim KHALILOV

The qualification work «Assessment of water quality from various water supply sources in the Shevchenkivskyi district of Kharkiv city» consists of 43 pages, divided into 3 sections, 7 subsections, contains 15 figures and 22 sources of information.

The purpose of the study is to assess the quality of drinking water from various water sources in the Shevchenkivskyi district of Kharkiv and a comprehensive analysis of its condition.

The object of the study is drinking water, selected from various water supply sources in the Shevchenkivskyi district.

The subject of the study is organoleptic, physicochemical and sanitary-toxicological characteristics of drinking water within the district.

The research methodology includes: analysis of scientific publications, laboratory analytical studies, comparative and evaluative analysis.

Brief description of the work. To determine the quality and safety of drinking water in the Shevchenkivskyi district, 6 samples were selected from different sources. Laboratory studies were conducted according to the main indicators, comparative analysis and quality assessment were performed. Based on the results obtained, recommendations were developed for improving the state of water resources.

When writing the work, theoretical sources, information from online platforms, and the results of independently conducted experiments were used.

SHEVCHENKIV DISTRICT, WATER QUALITY, DRINKING WATER, WATER SUPPLY, LABORATORY RESEARCH, WATER ANALYSIS.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. СТАН СКЛАДУ ЯКОСТІ ВОДИ ПИТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ У МІСТІ ХАРКІВ ТА ЇЇ САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНЕ НОРМУВАННЯ.....	11
1.1. Аналіз наукових підходів до вивчення макрокомпонентного складу питної води в межах міста Харків.....	11
1.2. Стан дослідження питання мікрокомпонентного складу якості води питного призначення у м. Харків.....	14
РОЗДІЛ 2. ВИХІДНІ МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	18
2.1. Організація та реалізація експериментальної частини дослідження.....	18
2.2. Аналіз застосованих методів оцінки якості питної води	19
РОЗДІЛ 3. ІНТЕРПРЕТАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ТА ЕКСПЕРТНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ У ШЕВЧЕНКІВСЬКОМУ РАЙОНІ М. ХАРКІВ.....	23
3.1. Розгляд і узагальнення результатів аналізу питної води в межах Шевченківського району м. Харків.....	23
3.2. Компаративна характеристика якості питної води за даними досліджень у Шевченківському районі.....	34
3.3. Обґрунтовані пропозиції щодо підвищення якості питної води в досліджуваному районі.....	37
ВИСНОВКИ.....	40
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	41

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

ДСанПіН – нормативні документи, що регламентують державні санітарні норми і правила;

ПВ – вода, призначена для питного споживання;

Автом. – зразки води, набрані з автоматів розливу;

Сведл. – вода зі свердловин індивідуального (приватного) користування;

Водопр. – зразки води, що надходить із централізованої міської системи водопостачання (відбір здійснено в квартирі);

ДСТУ – національні стандарти України, чинні в межах державної стандартизації;

рН – величина, що характеризує рівень кислотності або лужності водного середовища (водневий показник).

ВСТУП

Актуальність теми. Вода становить основу життєдіяльності всіх живих істот, безпосередньо впливаючи на ключові біологічні процеси: засвоєння поживних речовин, транспорт крізь кровоносну систему, виведення шкідливих речовин і підтримку стабільної температури тіла. Наукові дані свідчать, що систематичне вживання води з оптимальним мінеральним складом сприяє нормалізації обміну речовин, активізації клітинних процесів, підвищенню опірності організму та запобіганню розвитку хронічних патологій. Важливою функцією води є терморегуляція, яка запобігає перегріву під час фізичної активності або за високих температур навколишнього середовища. Організація безперебійного постачання населення якісною питною водою потребує застосування прогресивних методів очищення, раціонального управління водними запасами, залучення місцевих спільнот та постійного наукового контролю. Систематичний моніторинг якості води відповідно до встановлених санітарних стандартів є обов'язковою умовою профілактики захворювань, пов'язаних із вживанням забрудненої води, та гарантією збереження здоров'я населення [1, 2].

Таким чином, вода виступає не лише базовою життєвою необхідністю, а й стратегічно важливим ресурсом, що визначає рівень життя, стан екології та перспективи сталого розвитку суспільства.

Мета дослідження: визначити якісні характеристики питної води з різних джерел у Шевченківському районі Харкова та провести її комплексну оцінку.

Об'єкт дослідження: проби питної води з різних водозабірних точок Шевченківського району (централізована мережа, питні джерела, свердловини).

Предмет дослідження: органолептичні властивості, фізико-хімічні параметри та санітарно-токсикологічні показники досліджуваної води.

Гіпотеза: оскільки якість питної води безпосередньо впливає на здоров'я населення, вибір оптимального джерела водопостачання набуває особливої актуальності.

Завдання дослідження:

- 1) аналіз наукових джерел щодо стану питної води в районі дослідження;
- 2) відбір зразків води з різних типів джерел;
- 3) лабораторне дослідження відібраних проб;
- 4) порівняльний аналіз результатів для виявлення відмінностей у якості води;
- 5) розрахунок оцінки забруднення для кожної проби;
- 6) розробка рекомендацій щодо покращення якості води та безпечного споживання.

Методика дослідження: аналіз наукової літератури, лабораторні хімічні дослідження, порівняльно-аналітичні методи оцінки.

Наукова новизна: вперше для оцінки якості води у Шевченківському районі застосовано метод вимірювання електропровідності, що дозволило точніше визначити мінеральний склад та загальний стан досліджуваних зразків.

Практична цінність: результати дослідження дають змогу мешканцям району обґрунтовано вибирати джерела водопостачання, а також містять корисні рекомендації щодо покращення якості води. Отримані дані можуть бути використані для подальших наукових розробок у сфері гідрології та екології.

РОЗДІЛ 1

СТАН СКЛАДУ ЯКОСТІ ВОДИ ПИТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ У МІСТІ
ХАРКІВ ТА ЇЇ САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНЕ НОРМУВАННЯ1.1. Аналіз наукових підходів до вивчення макрокомпонентного складу
питної води в межах міста Харків

Природні води представляють собою складні системи водних розчинів, у складі яких розрізняють макро- та мікроелементи, розчинені гази, органічні компоненти та живу біомасу, зокрема мікроорганізми. Ізотопні форми хімічних елементів, що містяться як у водному середовищі, так і в розчинених речовинах, мають суттєве наукове значення. На сьогоднішній день завдяки різним аналітичним методам у підземних водах виявлено 85 хімічних елементів із 105, наявних у таблиці Менделєєва. Ці елементи формують загальну геохімічну характеристику вод, визначають їх властивості та мають як наукову, так і практичну цінність [5].

Залежно від ступеня мінералізації, природні води поділяються на кілька категорій: ультрапрісні ($<0,2$ г/дм³), прісні (<1 г/дм³), солонуваті (1–25 г/дм³), солоні (25–35 г/дм³) та розсоли (>35 г/дм³). Розсоли, у свою чергу, класифікуються за концентрацією солей на: дуже слабкі (<70 г/дм³), слабкі (70–140 г/дм³), міцні (140–270 г/дм³), дуже міцні (270–350 г/дм³) і надміцні (>350 г/дм³).

Залежно від поширеності у підземних водах мінеральні компоненти поділяють на макро- та мікроелементи [2, 8].

Макрокомпоненти. Під час свого обігу через геологічне середовище, води вилучають з порід різноманітні елементи, серед яких домінують кремній, вуглець, сірка, хлор, кальцій, натрій, калій та магній — вони формують основу літосфери (99,3 %). Для порівняння, склад Всесвіту переважно представлений воднем (76 %) та гелієм (23 %), а решта елементів становлять лише близько 1 % [5].

Вміст хімічних елементів у водному середовищі визначається рівнем розчинності мінералів, що є складовими земної кори. До основних іонів, які формують хімічний склад природних вод, належать Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} і CO_3^{2-} - саме вони становлять понад 90–95 % від загальної маси розчинених солей.

Ці макроіони визначають загальний геохімічний тип вод, на відміну від мікроелементів, що зустрічаються у мізерних концентраціях. Деякі речовини займають проміжне становище між макро- та мікроелементами — це, зокрема, H^+ , NH_4^+ , NO_3^- , H_3SiO_4 , Fe^{2+} , Fe^{3+} , залежно від локальних гідрогеохімічних умов [11, 18].

Кількісний вміст основних іонів прямо залежить від загальної мінералізації води. У слабомінералізованих водах їх концентрації становлять декілька мг/дм³, а в концентрованих розсолах — до сотень грамів на кілограм. Варто зазначити, що участь K^+ та CO_3^{2-} у складі макроіонів є дискусійною, оскільки їхній вміст у підземних водах зазвичай невеликий, тоді як в атмосферних опадах ці іони можуть бути значущими [8, 9].

Хлорид-іони (Cl^-) мають високу мобільність через специфічні фізико-хімічні властивості: вони не формують малорозчинних сполук, майже не затримуються ґрунтовими колоїдами (крім червоноземів тропіків) та не накопичуються біологічним шляхом. Завдяки високій розчинності хлоридів натрію, кальцію і магнію, Cl^- легко переміщуються водними шляхами. Їхня концентрація у водах може коливатись від незначних кількостей до сотень грамів на дм³. У слабомінералізованих водах Cl^- зазвичай третій за концентрацією, але в міцніших — переходить на перші позиції. Найбільше значення хлориди мають у сильно мінералізованих розсолах, морських водах та глибоких пластових горизонтах [10].

Сульфатні іони (SO_4^{2-}) мають дещо нижчу мобільність у воді порівняно з хлоридними. У ґрунтах вони майже не фіксуються, за винятком вологих тропіків, де можуть адсорбуватись на гідроксидах Fe та Al. Їхня концентрація обмежується

наявністю Ca^{2+} , з яким утворюються малорозчинні солі (наприклад, гіпс). При низькому вмісті кальцію у воді SO_4^{2-} може накопичуватись у десятках грамів на кг. В анаеробному середовищі сульфати можуть відновлюватися до H_2S завдяки активності сульфатредуючих бактерій [11].

Сульфатні води характерні для поверхневих та неглибоких підземних джерел, а на більших глибинах можуть бути повністю відсутні. Найбільше вони поширені в районах з присутністю гіпсу, ангідриду, а також унаслідок окислення сульфідних мінералів, що супроводжується значним зниженням рН середовища [15, 19].

Гідрокарбонатні (HCO_3^-) і карбонатні (CO_3^{2-}) іони – ключові компоненти прісних вод. HCO_3^- зазвичай переважає у слабомінералізованих і нейтральних водах, а його концентрація залежить від присутності Ca^{2+} . У річках та озерах HCO_3^- рідко перевищує 250 мг/дм^3 , а в підземних водах, збагачених CO_2 , може бути набагато вищим [2]. CO_3^{2-} зустрічається рідко, через малу розчинність солей кальцію та магнію, однак у так званих "содових водах" ці іони досягають десятків грамів на кг. Джерелами HCO_3^- і CO_3^{2-} є карбонатні породи — вапняки, доломіти, мергелі, а також цемент осадових порід [20].

Іони натрію (Na^+) – найпоширеніші серед катіонів. Його солі добре розчинні, а сам елемент активно мігрує в розчинах. У слабомінералізованих водах Na^+ часто третій за вмістом, але в більш мінералізованих — домінує. У морських водах Na^+ становить близько 84 % усіх катіонів, а в розсолах досягає десятків грамів на кг. Переважно Na^+ мігрує у вигляді хлоридів, частково — як сульфати чи карбонати [21].

Калій (K^+) у підземних водах трапляється у менших кількостях, ніж натрій, і має меншу мобільність. Це зумовлено як його біологічною активністю, так і включенням до складу мінералів (ортоклаз, мусковіт, мікроклін). Концентрація калію зазвичай у 4–10 разів менша за натрієву. В атмосферних водах K^+ представлений у вищих концентраціях, що пов'язано з особливостями їх хімічного формування [9, 13].

Кальцій (Ca^{2+}) – один із домінуючих катіонів у слабомінералізованих водах. Його висока присутність пояснюється значним вмістом у породах (вапняки, мергелі) та участю в біологічних процесах. При збільшенні мінералізації концентрація Ca^{2+} зменшується через осадження CaSO_4 та CaCO_3 . У звичайних умовах його вміст не перевищує 1 г/дм^3 , але в хлоридних глибоких розсолах може бути значно вищим [22].

Магній (Mg^{2+}) подібний до кальцію за хімічними характеристиками, проте поступається йому за здатністю до участі в біогеохімічних процесах і має дещо інші міграційні особливості. Він переважно надходить у воду внаслідок розчинення магнезійних мінералів, таких як доломіт, магнезит, серпентиніт, а також входить до складу деяких глинистих мінералів. У прісних водах концентрація Mg^{2+} зазвичай нижча за концентрацію Ca^{2+} , хоча в розсолах і морській воді співвідношення між ними може змінюватися. Наприклад, у морській воді Mg^{2+} за вмістом посідає друге місце серед катіонів після натрію [21].

Поведінка магнію у водному середовищі суттєво залежить від фізико-хімічних умов, таких як рН, вміст CO_2 , сульфатів, температури. У водах із високим вмістом сульфатів можливе утворення погано розчинних солей, наприклад, сульфату магнію, що обмежує його концентрацію. Крім того, магній відіграє важливу роль у буферних реакціях та іонному обміні в природних водах, впливаючи на їхню твердість, кислотність та загальний хімічний склад.

1.2. Стан дослідження питання мікрокомпонентного складу якості води питного призначення у м. Харків

Переважає більшість хімічних елементів, присутніх у підземних водах, трапляється у надзвичайно малих кількостях — на рівні міліграмів, мікрограмів або навіть їхніх часток у кожному дециметрі кубічному. Такі елементи не впливають на визначення хімічного типу вод і класифікуються як мікрокомпоненти або мікроелементи. У зазначену категорію включають такі елементи, як фтор, бром,

йод, бор, літій, рубідій, стронцій, барій, мідь, миш'як, молібден, кобальт, нікель, радіоактивні нукліди, золото тощо [15].

Бром – типовий представник галогенів із властивостями аніоногену. У водах надр він існує як у формі аніона Br^- , так і у вигляді комплексних з'єднань із металами. Відомо, що бром може формувати полігалогеніди з йодом і хлором, які виявляють високу хімічну активність. Його транспорт у природі часто відбувається у паровій фазі [16].

Розчинність солей бром у досить значною. Вміст бром у гірських породах земної кори коливається в межах від $5 \times 10^{-5} \%$ в ультраосновних породах до $8 \times 10^{-4} \%$ у сланцях і глинах, при цьому середнє значення в земній корі становить приблизно $2,1 \times 10^{-4} \%$.

Найвищі концентрації бром зафіксовані у розсолах стародавніх галогенних формацій, що свідчить про тісний зв'язок його накопичення з процесами галогенезу. У прісних водах рівень бром зазвичай низький — від 0,001 до 0,2 мг/дм³, тоді як у мінеральних джерелах він може досягати 10–50 мг/дм³, а в солоних озерах — ще вищих значень. Найбільші концентрації (>200 мг/дм³) характерні для нафтових вод. Води з концентрацією бром понад 250 мг/дм³ вважаються придатними для промислового вилучення цього елемента.

Бром виконує важливу біологічну функцію, зокрема бере участь у регуляції роботи нервової системи. У лікувальних водах його вміст перевищує 25 мг/дм³ [13].

Йод – галогеновий елемент із вираженою літофільною поведінкою, що переважно надходить у підземні води шляхом вилучення з органічно збагачених порід. Проте існує гіпотеза, що частина йоду може проникати до гідросфери з глибинних джерел генерації [17].

Йод необхідний для життєдіяльності організмів, особливо у синтезі гормону тироксину. Його дефіцит спричиняє порушення обміну речовин, зменшення концентрації кальцію та фосфору в крові та виникнення ендемічного зобу — захворювання, поширеного у регіонах з нестачею йоду у воді та їжі.

Мінеральні йодовмісні води з мінералізацією 12–15 мг/дм³ містять понад 5 мг/дм³ йоду [17, 18].

Фтор є типовим аніоногеном і водночас універсальним аденом, що підвищує здатність різних, зокрема рідкісних, елементів до міграції у водному середовищі, що робить його геохімічну роль у підземних водах надзвичайно важливою [18].

Середній вміст фтору в гірських породах – близько 0,066 %. У водах надр він варіює в межах 0,04–15 мг/дм³, а останнє значення вважається граничним для питної води у багатьох країнах.

На відміну від інших галогенів, фтор легко вступає в стабільні комплекси з 8-електронними елементами, такими як кальцій, бор, магній, алюміній тощо. Його сполуки з цими елементами стають ще більш стійкими при підвищених температурах.

Завдяки здатності формувати численні комплекси, фтор бере участь у різноманітних геохімічних процесах. Він може надходити до вод як з глибинних флюїдів, так і внаслідок вилуговування з гірських порід. У водах з високою мінералізацією натрій-хлоридного типу значну роль відіграють сполуки фтору з бромом (наприклад, $\text{BF}(\text{OH})^-$). У термальних водах гіпергенного походження часто присутні фтор-водневі комплекси типу HF^0 [16].

Бор у прісних водах присутній у дуже низьких концентраціях – на рівні тисячних або навіть десятитисячних часток міліграма на дм³. У морській воді його концентрація коливається в межах від 1,5 до 4,4 мг/дм³. Значно підвищений вміст бора спостерігається у розсолах солоних озер – до 150 мг/дм³, а у водах вулканічного та нафтового походження — може сягати 300 мг/дм³ [19].

Джерелами бора слугують як мінеральні утворення, так і глибинні флюїди, що піднімаються по тектонічних розломах. В таких умовах бор може мати як ювенільне, так і метаморфогенне походження.

Цей елемент характерний для ореольних вод гідротермальних родовищ, зокрема рідкіснометалевих, ртутних та флюоритових. Бор відзначається високою мобільністю, що сприяє формуванню широких зон його розповсюдження. У підземних водах із рН 6–8 він переважно знаходиться у вигляді ортоборної кислоти

(H_3BO_3), тоді як при значеннях рН понад 10 — у формі аніонного комплексу H_2BO_3^- [7].

Цинк — металічний катіоногенний елемент, який належить до халькофільної групи. У геологічних умовах він пов'язаний із гранітоїдними породами. Цинк утворює різноманітні мінерали — від сульфідів і сульфатів до оксидів, карбонатів і силікатів. Найважливіший мінерал — сфалерит (ZnS), часто асоційований з іншими металами: Pb, Cu, Cd, Ag, As, Sb, Ni, Mo, Co, Ba [20].

Цинк — один із найпоширеніших мікроелементів у підземних водах. У слабокислих водах (рН 5–6,5) він переважно присутній як ZnHCO_3^+ та у вигляді нейтрального комплексу ZnSO_4^0 . Невелика частка представлена іоном Zn^{2+} . У лужних умовах (рН 8–9,5) він утворює комплекси ZnOH^+ та ZnHCO_3^+ .

У водах з високою мінералізацією і великою іонною силою (хлоридно-натрієвого типу) домінують комплекси ZnCl^+ , ZnCl_2^0 , ZnBr^+ , ZnF^+ . У нейтральних умовах міграція цинку відбувається у формах Zn^{2+} , ZnCO_3^+ та ZnHCO_3^+ . Цей елемент типово зустрічається у водах ореолів рудних родовищ [21–22].

РОЗДІЛ 2

ВИХІДНІ МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Організація та реалізація експериментальної частини дослідження

Для оцінки якості питної води в Шевченківському районі м. Харкова було здійснено відбір шести зразків з різних джерел. Проби №1 і №2 взяті з двох природних питних джерел — «Олексіївська балка» та «Саржин яр». Проби №3 і №4 походять зі свердловин приватного користування, розташованих за адресами: вул. Семена Кузнеця, 57 та вул. Пржевальського, 15. Проба №5 була відібрана у точці централізованого водопостачання за адресою вул. Клочківська, 115. Проба №6 — вода з автомата торгової марки «Шестаківська», розміщеного в межах Шевченківського району (див. рис. 2.1).



Рис. 2.1 Місця забору зразків питної води з різних джерел у Шевченківському районі м. Харкова

В рамках дослідження в кожній контрольній точці було проведено забір води об'ємом 1,5 літра з різноманітних джерел водопостачання. Відбір проводився у спеціальні прозорі ємності з хімічно нейтрального матеріалу, що відповідає вимогам методики [14], що дозволило виключити можливість стороннього впливу на результати аналізів.

Кожній пробі було надано унікальний ідентифікаційний код для подальшої ідентифікації. Протокол відбору проб включав детальну документацію з такими параметрами [15]:

- 1) точне місце відбору з GPS-координатами;
- 2) опис територіального розташування джерела;
- 3) дата та точний час відбирання;
- 4) застосована методика відбору;
- 5) актуальні погодні умови;
- 6) виміряна температура води.

Такий підхід забезпечив високу точність і відтворюваність результатів, а також дозволив уникнути будь-яких помилок у процесі подальших лабораторних досліджень.

2.2. Вивчення методів аналізування питної води

Методика наукового дослідження була розроблена з чітким урахуванням постановлених цілей та конкретних завдань роботи. У процесі аналітичної роботи було застосовано три взаємодоповнюючі групи методів: теоретичні, практичні та аналітичні.

Теоретична складова дослідження ґрунтувалася на: системному аналізі наукових концепцій; логічному структуруванні теоретичного матеріалу; декомпозиції складних гідрологічних явищ; виявленні універсальних закономірностей; синтезі теоретичних положень.

Практична частина включала комплекс лабораторних інструментальних досліджень (рис.2.2): органолептичний аналіз (характеристики прозорості та

запаху); фізико-хімічні вимірювання (ключові сольові параметри та метали); токсикологічну експертизу (нітрати).



Рис. 2.2 Перелік лабораторного обладнання, застосованого для визначення фізико-хімічних та санітарно-токсикологічних параметрів у досліджуваних зразках води

Практичні лабораторні визначення передбачали:

- 1) органолептичну оцінку органічних властивостей води (прозорості і запаху);
- 2) потенціометричні вимірювання проводили за допомогою спеціалізованого обладнання: кислотно-лужний баланс (рН), рівень мінералізації, електропровідність, засолення;

3) титрометричні дослідження передбачали визначення жорсткості, вмісту хлоридів, заліза, міді та нітратів (рис.2.3).

Такий комплексний підхід забезпечив об'єктивність та достовірність отриманих результатів.

Потенціометричні методи ґрунтуються на аналізі змін електричної провідності розчину, яка прямо залежить від концентрації іонів солей. Наявність у воді іонів, здатних впливати на електропровідність, викликає коливання електричного потенціалу між електродами вимірювального приладу. Для таких досліджень застосовують високоспецифічні електроди, що мінімально реагують на сторонні іони. Ця технологія ефективно використовується для кількісного визначення показників мінералізації, ступеня засоленості, електропровідності, оскільки всі ці параметри впливають на електричні характеристики розчину через зміну його іонного складу.



Рис. 2.3 Титрометричний комплект AQUATEST використовується для аналізу води з метою визначення жорсткості, вмісту хлоридів, заліза, міді та нітратів

Для оцінки рівня загального залишкового хлору, жорсткості, а також концентрації заліза, міді та нітратів застосовували метод титрування, виконаний за допомогою титрометричного комплексу AQUATEST.

Оцінка загальної жорсткості:

Технологія аналізу передбачає поетапне введення титрувального реагенту краплинним методом у 5 мл проби. Кінцеву точку титрування фіксують за зміною кольорового переходу від червоного до зеленого відтінку. Кількісний розрахунок проводять з коефіцієнтом переведення: 1 крапля реагента = 1°dH (німецький градус жорсткості), з подальшим перерахунком у мілімолі на кубічний дециметр за спеціальною таблицею.

Визначення загального хлору:

Перед аналізом мірну посудину триразово ополіскують пробою досліджуваної води. До підготовленої колби вносять 5 мл зразка, послідовно додаючи по 5 крапель трьох хлорчутливих реагентів з інтервалом на збовтування. Після інкубації протягом 180 секунд проводять колориметричну оцінку, зіставляючи інтенсивність забарвлення з каліброваною шкалою.

Аналіз вмісту заліза:

Після стандартного промивання аналітичної посудини пробою, вносять 5 мл тестової рідини. Додають 5 крапель спеціалізованого залізочутливого індикатора з подальшим енергійним перемішуванням. Колориметричне визначення концентрації іонів Fe проводять через 10 хвилин експозиції, використовуючи референтну кольорову шкалу.

Визначення вмісту міді (Cu^{2+}):

У підготовлену мірну посудину (ополіскану пробою) вносять 5 мл досліджуваної води. Додають 2–3 краплі індикатора (мурексид) – розчин набуває жовтого відтінку. Проводять краплинне титрування EDTA до зміни кольору на фіолетовий. Розрахунок концентрації: кількість крапель EDTA множать на коефіцієнт (напр., 1 крапля = 0.1 мг/л Cu^{2+}).

Визначення нітратів (NO_3^-):

Взяти 10 мл води у чисту посудину (якщо висока концентрація NO_3^- – можна розвести). Додати краплі спеціального реактиву для нітратів. Перемішати до повного розчинення. Залишити суміш на 5–10 хвилин для розвитку кольору. Порівняти забарвлення проби з калібрувальною шкалою (йде в комплекті).

РОЗДІЛ 3

ІНТЕРПРЕТАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ТА ЕКСПЕРТНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ У ШЕВЧЕНКІВСЬКОМУ РАЙОНІ М. ХАРКІВ

3.1. Розгляд і узагальнення результатів аналізу питної води в межах Шевченківського району м. Харків

У серпні 2024 року в межах Шевченківського району міста Харкова здійснили відбір зразків води для подальшого аналізу. Отримані результати досліджень якості цих проб наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Лабораторно-аналітичні дані щодо характеристик якості води, зібрані у
Шевченківському районі міста Харкова

Показники	Проба води та місце водозабору						Нормативне значення [3]
	1 Джер.1	2 Джер.2	3 Сверд.1	4 Сверд.2	5 Водопр.	6 Автом.	
Прозорість, см	30	30	30	27	30	30	> 30
Запах, бал	0	0	0	0	1	0	< 2
pH водне	6,94	7,34	8,07	7,96	6,85	7,68	6,5-8,5
Загальна мінералізація, мг/дм ³	574	543	715	692	458	267	< 1000
Жорсткість заг., ммоль/дм ³	7,2	6,8	8,1	8,3	6,4	5,3	< 7,0
Засоленість води, %	0,05	0,05	0,07	0,06	0,04	0,02	-
Електропровідність води, $\mu\text{S}/\text{cm}$	986	918	1123	1089	817	542	-
Хлор залишковий загальний, мг/дм ³	0,2	0,1	0,1	0,1	0,7	0	< 1,2
Залізо, мг/дм ³	0,02	0,02	0,01	0,01	0,15	0,02	< 0,2
Мідь, мг/дм ³	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0	< 1,0
Нітрати, мг/дм ³	2,48	1,87	1,09	1,16	1,72	0,11	< 50

На першій стадії дослідження виконали аналіз санітарно-гігієнічних та фізико-хімічних характеристик безпечності та якості водопровідної води, зокрема перевірили органолептичні властивості – прозорість та інтенсивність запаху.

Результати органолептичного дослідження показали, що прозорість води (рис. 3.1) у більшості зразків становила 30 см, що відповідає вимогам ДСанПіН [3, 4]. Винятком став зразок зі свердловини на вул. Пржевальського, 15, де прозорість була нижчою — 27 см. Таке значення не досягає встановлених нормативних показників і може свідчити про зниження якості води, ймовірно, через наявність завислих частинок або інших забруднювачів.

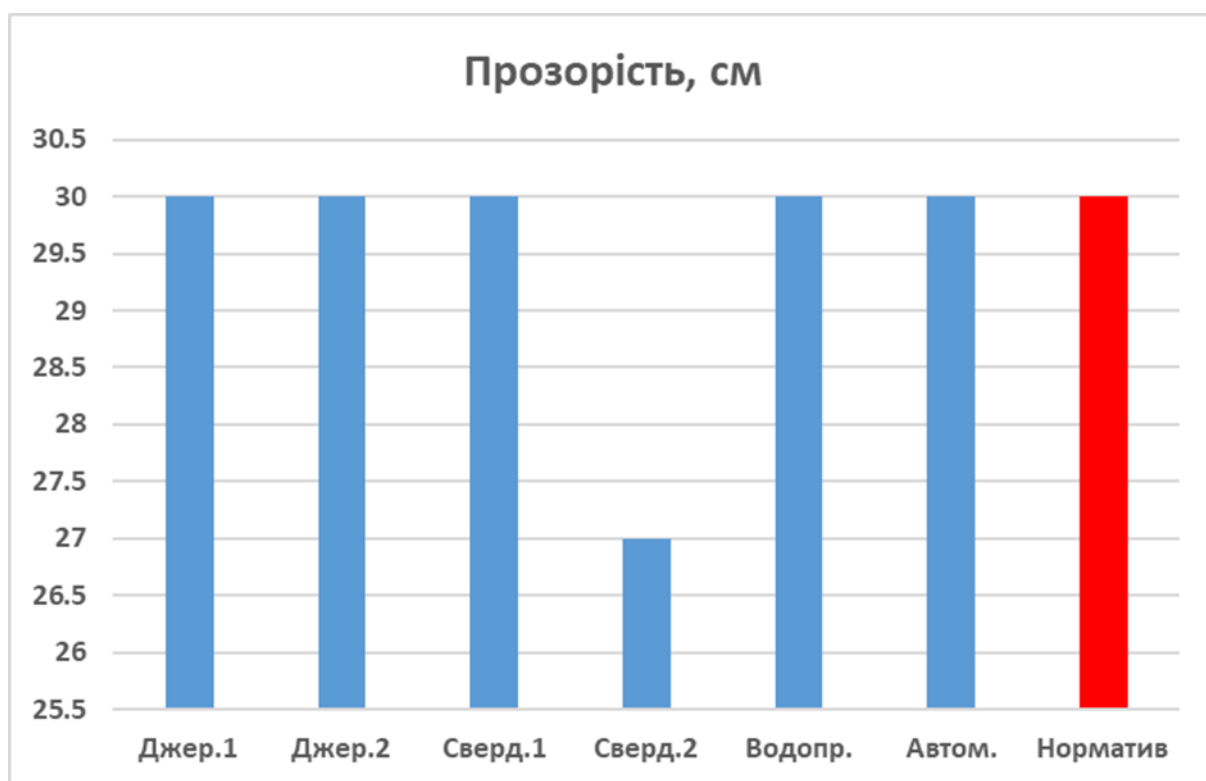


Рис. 3.1 Рівень прозорості у досліджуваних варіантах води

Також, як показано на рис. 3.2, у більшості досліджуваних проб запах відсутній і оцінюється в 0 балів за 5-бальною шкалою. Винятком стала проба води з централізованого водопостачання, де було зафіксовано помітний запах хлорорганічних сполук.



Рис. 3.2 Рівень запаху у досліджуваних варіантах води

На другому етапі дослідження було здійснено аналіз неорганічних складових фізико-хімічних показників, зокрема водневого показника (рН), загальної мінералізації, жорсткості, лужності, засоленості, електропровідності, а також вмісту загального заліза, міді і хлоридів у пробах води.

Значення рН досліджуваних зразків варіювалися від 6,84 до 8,07 (рис. 3.3), що знаходиться в межах нормативів, встановлених ДСанПіН 2.2.4-171-10. Найнижчий рівень рН зафіксовано у водопровідній воді за адресою вул. Клочківська, 115 — 6,94. Проби з природних джерел «Олексіївська балка» та «Саржин яр», а також вода з автомата ТМ «Шестаківська» мали середні значення рН, які становили 6,94; 7,34 та 7,68 відповідно. Максимальні показники рН були зафіксовані у воді зі свердловин: 8,07 — по вул. Семена Кузнеця, 57, і 7,96 — по вул. Пржевальського, 15.

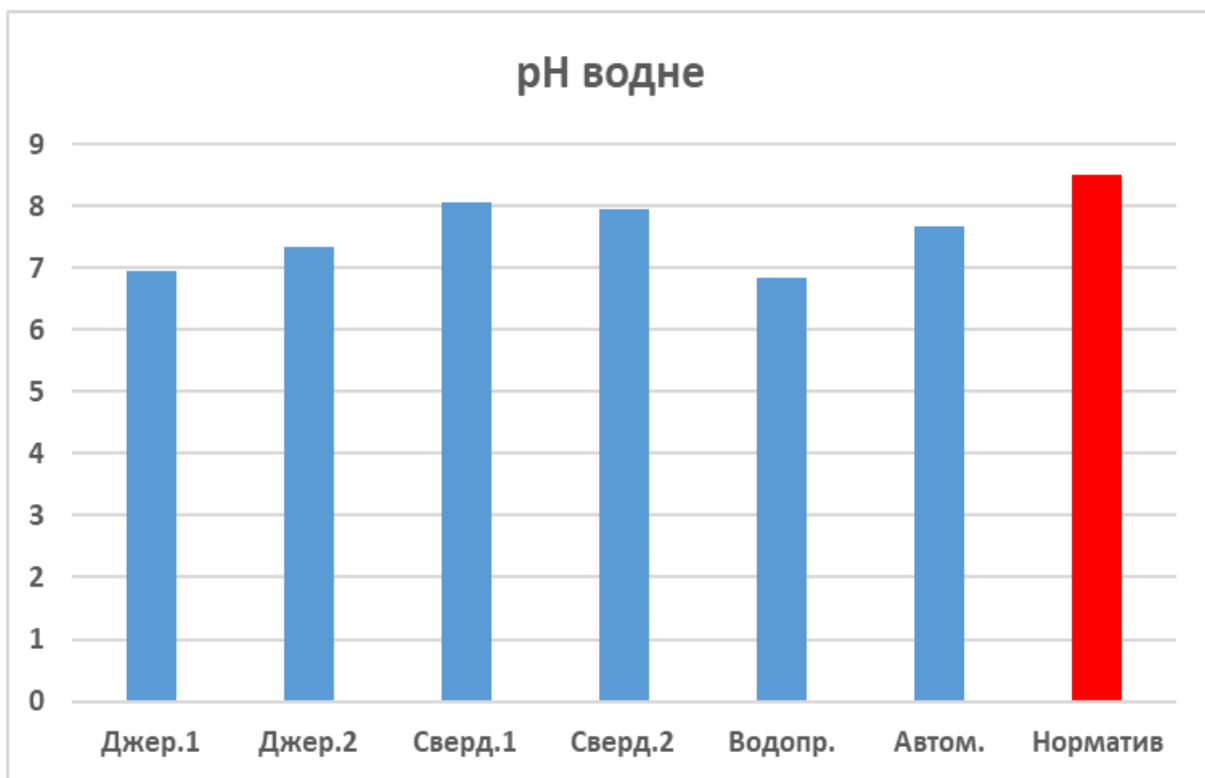


Рис. 3.3 Рівень pH водного у досліджуваних варіантах води

Результати дослідження загальної мінералізації (сухого залишку) у всіх відібраних зразках води (рис. 3.4) засвідчили повну відповідність встановленим гігієнічним нормативам згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10. Це свідчить про те, що вміст розчинених мінеральних речовин не перевищує допустимі межі та є безпечним для споживання. Найменше значення мінералізації було зафіксовано у воді з автомату розливу ТМ «Шестаківська» — 267 мг/дм³. Водночас, найвищі показники спостерігалися у воді зі свердловин: 715 мг/дм³ на вул. Семена Кузнеця, 57, та 692 мг/дм³ на вул. Пржевальського, 15. Ці результати підтверджують належну якість питної води за даним показником і її придатність для щоденного споживання без загрози для здоров'я.

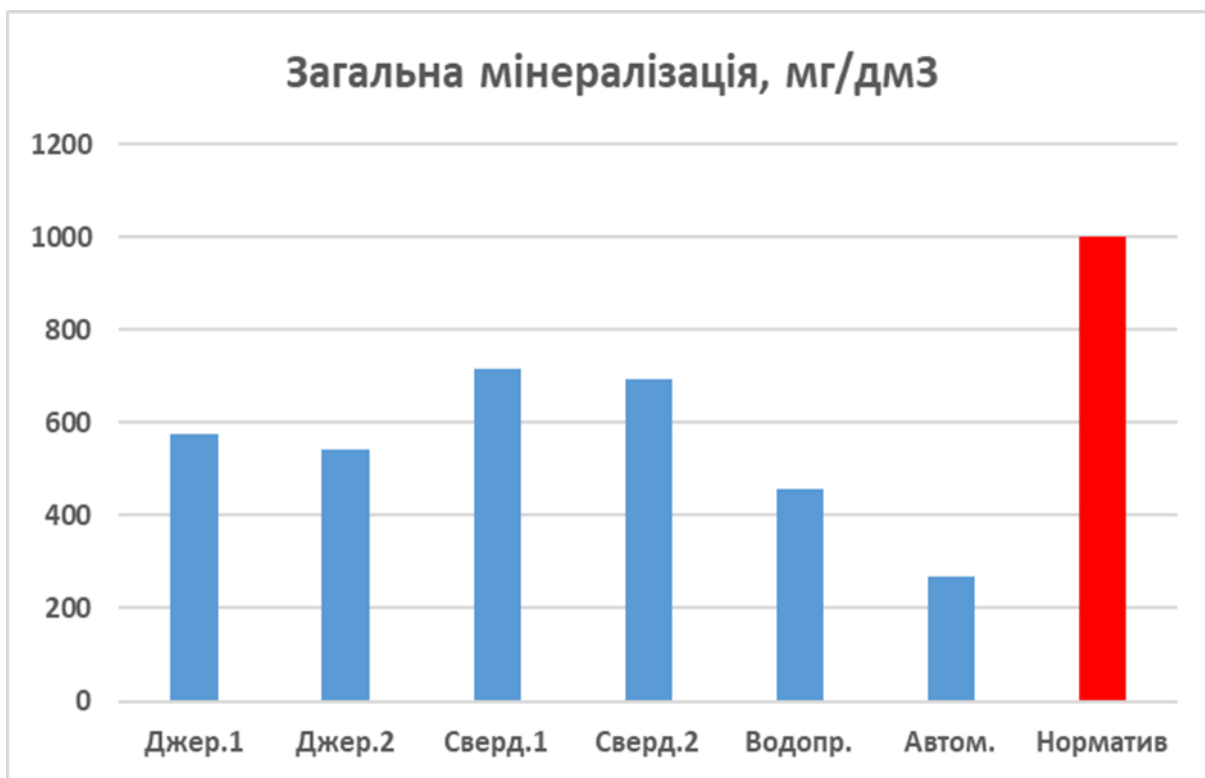


Рис. 3.4 Рівень загальної мінералізації у досліджуваних варіантах води

Значення загальної жорсткості у відібраних зразках питної води варіюються в межах від 5,3 до 8,3 ммоль/дм³ (рис. 3.5), тоді як гранично допустиме значення, згідно з нормативами ДСанПіН 2.2.4-171-10, становить 7,0 ммоль/дм³. Найнижчий показник зафіксовано у зразку води з автомату розливу ТМ «Шестаківська» — 5,3 ммоль/дм³. Близькі до середніх значення були отримані для зразків із централізованого водопостачання по вул. Ключківська, 115 (6,4 ммоль/дм³), та природного джерела «Саржин яр» (6,8 ммоль/дм³). Найвищі рівні жорсткості встановлено у воді з «Олексіївської балки» — 7,2 ммоль/дм³, а також у свердловинах: 8,1 ммоль/дм³ (вул. Семена Кузнеця, 57) та 8,3 ммоль/дм³ (вул. Пржевальського, 15). Таким чином, частина проб перевищує допустимий норматив і потребує корекції хімічного складу з метою зниження жорсткості.

Надмірна жорсткість питної води має доведений негативний вплив на здоров'я: регулярне споживання води з високим вмістом жорстких солей (особливо неорганічного походження) сприяє їх відкладенню в організмі. Це може призвести до утворення конкрементів у нирках і жовчному міхурі, а також

викликати порушення функціонування сечовидільної системи й суглобів. Акумуляція малорозчинних мінералів у тканинах людини знижує їхню функціональну активність, що підтверджено результатами численних медичних досліджень [4].

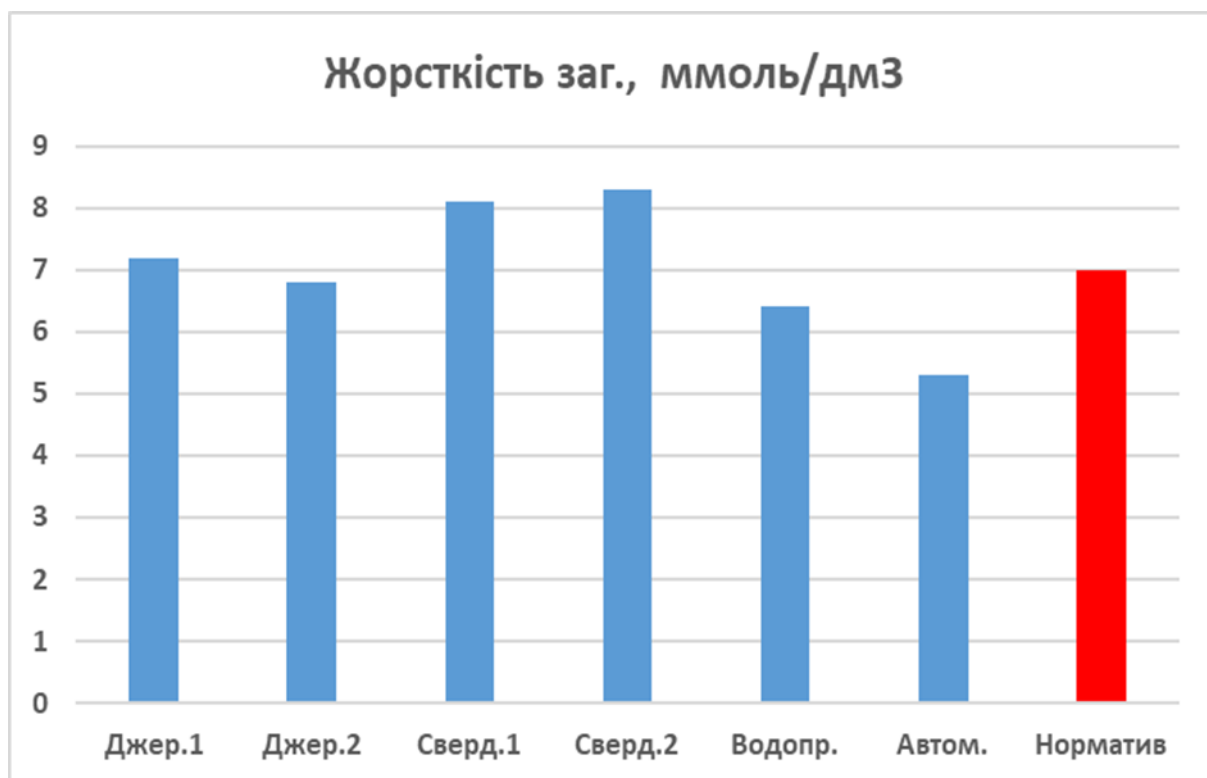


Рис. 3.5 Рівень загальної жорсткості у досліджуваних варіантах води

Нашими дослідженнями встановлено, що отримані результати щодо мінералізації та жорсткості води чітко корелюють із підвищенням рівня засоленості та зростанням електропровідності. На рисунку 3.6 видно, що найвищий рівень засолення спостерігається в тих же пробах води, в яких були найвищі мінералізація і жорсткість води.

Така ж сама ситуація спостерігається в пробах щодо електропровідності води (рис.3.7). Тобто, в свердловинах і джерельній воді зафіксовано найвищий рівень електропровідності, а в воді із автомату і водопровідній виявлено найнижчі значення.

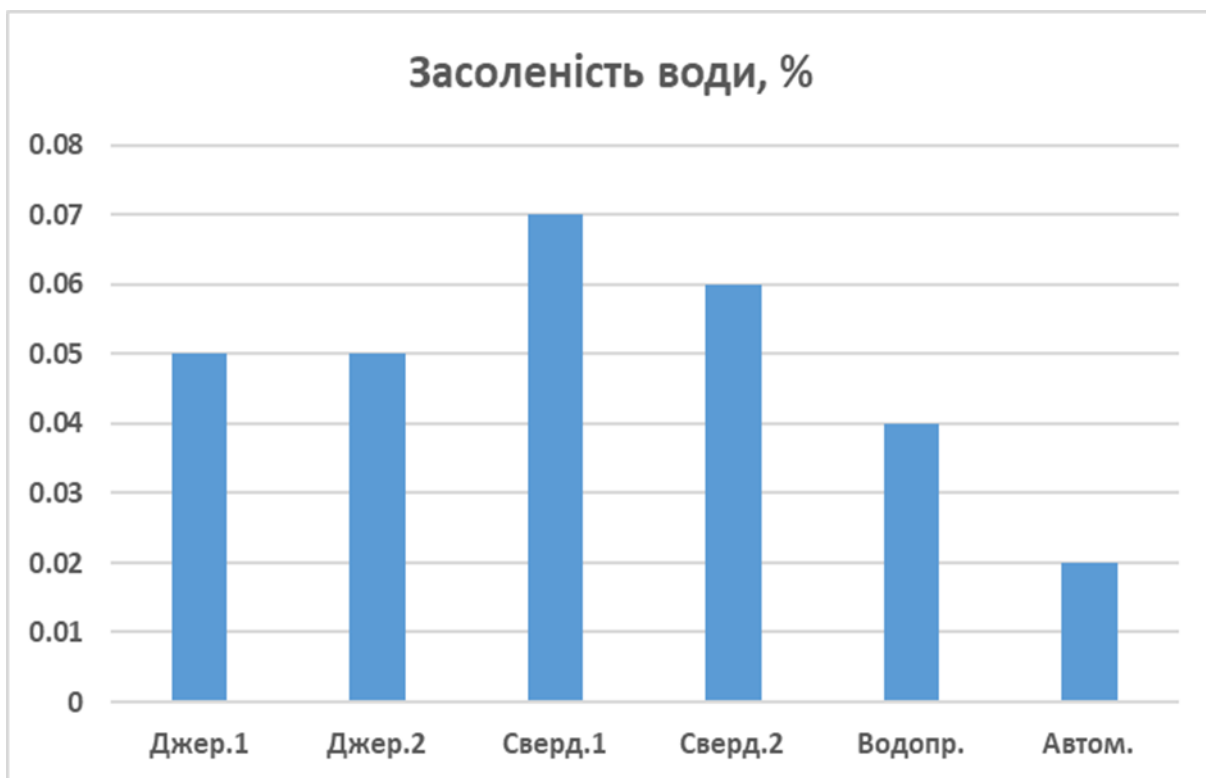


Рис. 3.6 Рівень засоленості у досліджуваних варіантах води

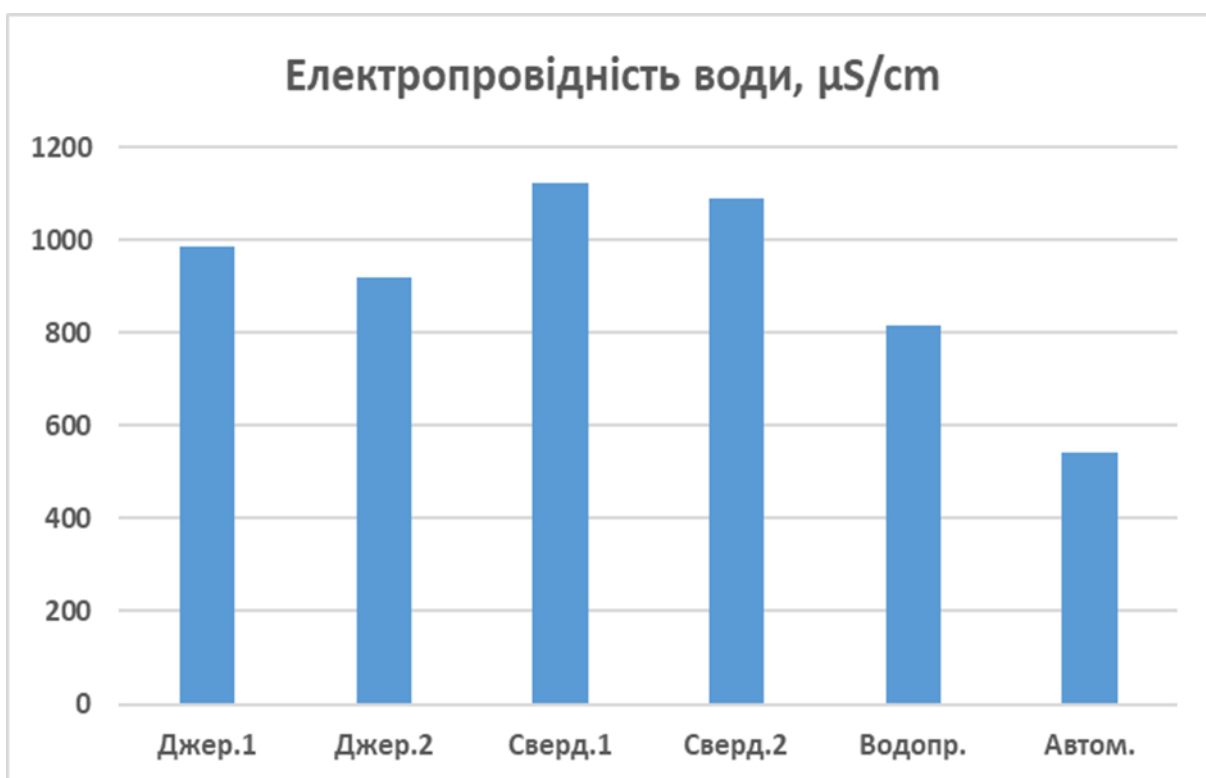


Рис. 3.7 Рівень електропровідності у досліджуваних варіантах води

У досліджених зразках питної води показники загального залишкового хлору (рис. 3.8) варіюють у межах від 0 до 0,7 мг/дм³, що не перевищує допустиме гігієнічне значення, встановлене ДСанПіН 2.2.4-171-10 (1,2 мг/дм³). У зразку води з автомату ТМ «Шестаківська» залишковий хлор взагалі не виявлено. Низький вміст хлору — на рівні 0,1–0,2 мг/дм³ — зафіксовано у воді з природних джерел та приватних свердловин. Найвищу концентрацію залишкового хлору (0,7 мг/дм³) виявлено у водопровідній воді, відібраній по вул. Клочківська, 115.

Хоча всі результати вписуються у встановлені санітарні межі, підвищений вміст хлору у водопровідній пробі, ймовірно, є наслідком хлорування під час очищення води на відповідних спорудах. Щоб зменшити вміст залишкового хлору перед вживанням, рекомендується витримувати воду у відкритому посуді протягом 2–3 годин — це дає змогу леткому хлору випаруватися природним шляхом [5].

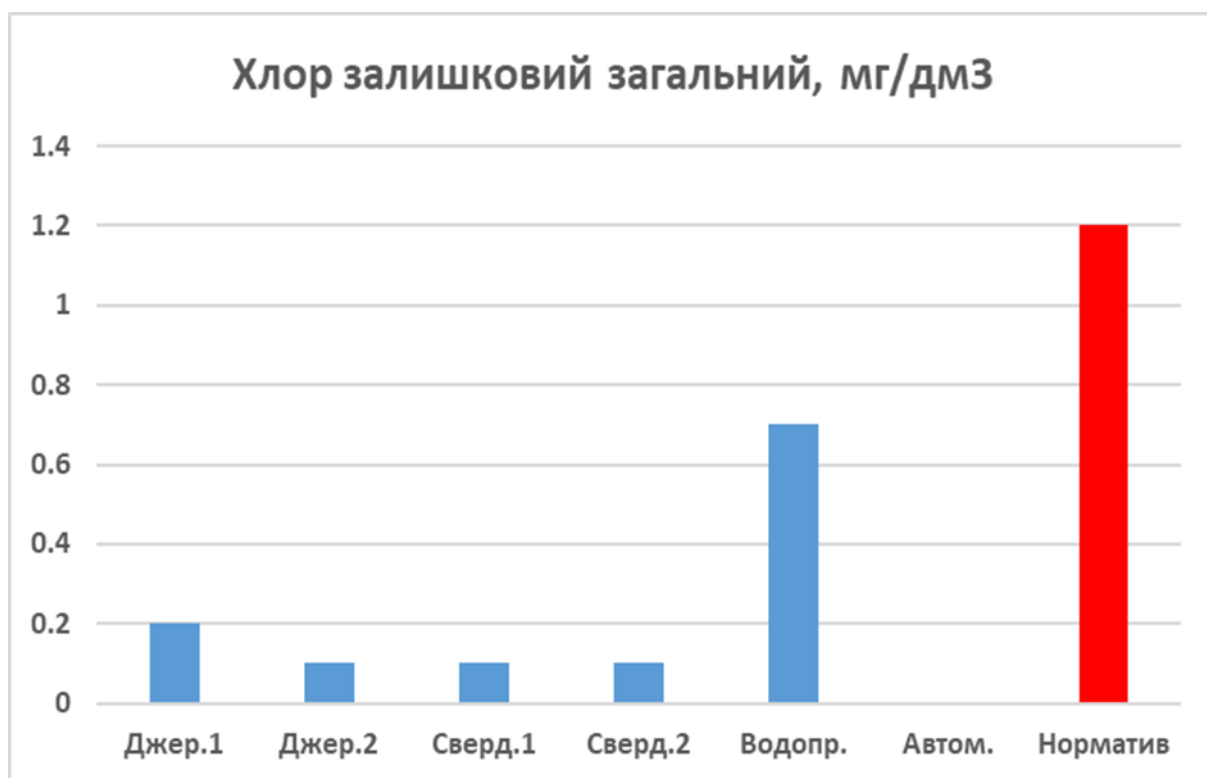


Рис. 3.8 Рівень хлору залишкового загального у досліджуваних варіантах води

Аналіз вмісту загального заліза у досліджених зразках води (рис. 3.9) показав концентрації в межах 0,01–0,02 мг/дм³, за винятком зразка з водопроводу на вул. Клочківська, 115, де зафіксовано підвищене значення — 0,15 мг/дм³. Цей показник наближається до гранично допустимого рівня, встановленого ДСанПіН 2.2.4-171-10, який становить 0,2 мг/дм³.

Варто зазначити, що надлишок заліза у воді може мати негативні наслідки для здоров'я людини [6]. Зокрема, споживання такої води пов'язують з порушеннями обміну речовин, розвитком гемохроматозу, проблемами зі шкірою, погіршенням органолептичних властивостей води (неприємний присмак і запах). Особливо чутливими до підвищеного вмісту заліза є діти та вагітні жінки, тому в таких випадках необхідне додаткове очищення води шляхом фільтрації та регулярний моніторинг її якості.

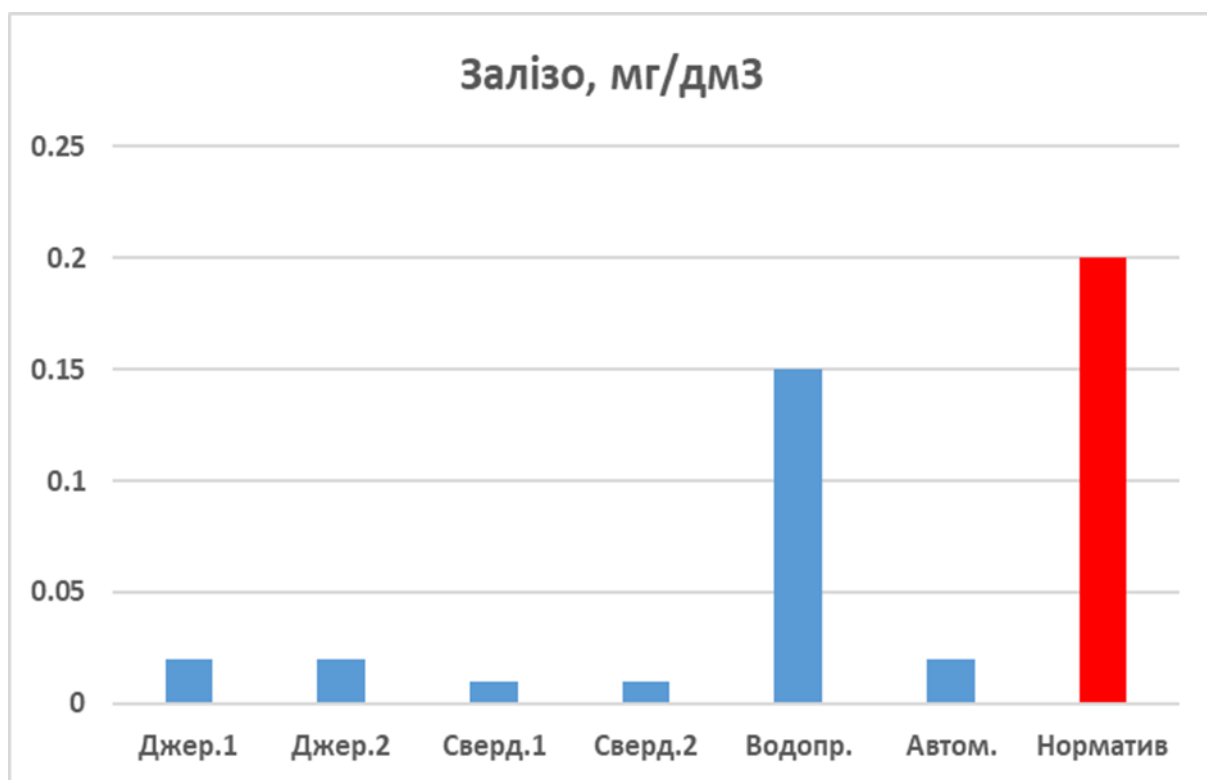


Рис. 3.9 Вміст заліза у досліджуваних варіантах води

Аналіз концентрації міді у всіх досліджених зразках води (рис. 3.10) показав значення в діапазоні 0,01–0,05 мг/дм³. Згідно з вимогами ДСанПіН, ці показники

перебувають у межах допустимих нормативів і не становлять загрози для здоров'я споживачів. Це свідчить про відсутність надлишкового забруднення води сполуками міді в досліджених джерелах.

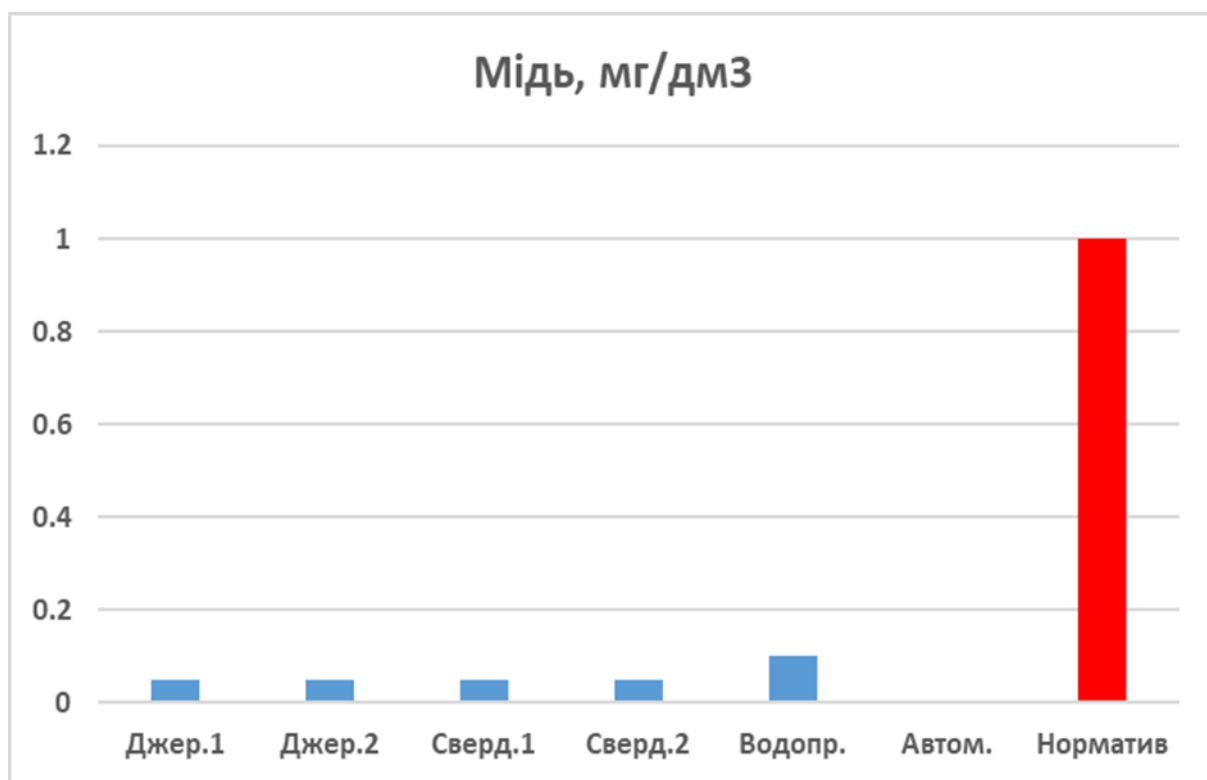


Рис. 3.10 Вміст міді у досліджуваних варіантах води

На третьому етапі дослідження було здійснено оцінку токсикологічних параметрів, зокрема визначено концентрацію нітратів у відібраних зразках води. Як показано на рис. 3.11, вміст нітратів варіювався у межах від 0,11 до 2,48 мг/дм³, що значно нижче гранично допустимого рівня у 50 мг/дм³, встановленого нормативами ДСанПіН 2.2.4-171-10. Найменший рівень нітратів зафіксовано у воді з автомату розливу ТМ «Шестаківська» — 0,11 мг/дм³. Зразки води зі свердловин мали проміжні значення: 1,09 мг/дм³ (вул. Семена Кузнеця, 57) та 1,16 мг/дм³ (вул. Пржевальського, 15). Найвищі концентрації спостерігались у зразках з централізованого водогону по вул. Клочківська, 115 — 1,72 мг/дм³, а також у природних джерелах: 2,48 мг/дм³ («Олексіївська балка») та 1,87 мг/дм³ («Саржин яр»). Отримані результати підтверджують відповідність усіх проб санітарним

вимогам та відсутність нітратного забруднення. Попри те, що концентрація нітратів у всіх досліджених зразках води не перевищує допустимих санітарних меж, їх присутність у питній воді залишається потенційно небезпечною. Потрапляючи в організм людини, ці сполуки можуть провокувати розвиток гіпоксичних станів – кисневе голодування тканин, яке негативно впливає на роботу нервової системи, нирок, серця та печінки, а також викликає погіршення фізичного стану і загальну слабкість. Особливо вразливими до дії нітратів є діти та вагітні жінки, оскільки вони можуть стати причиною метгемоглобінемії – порушення, за якого гемоглобін втрачає здатність ефективно транспортувати кисень до клітин [7].

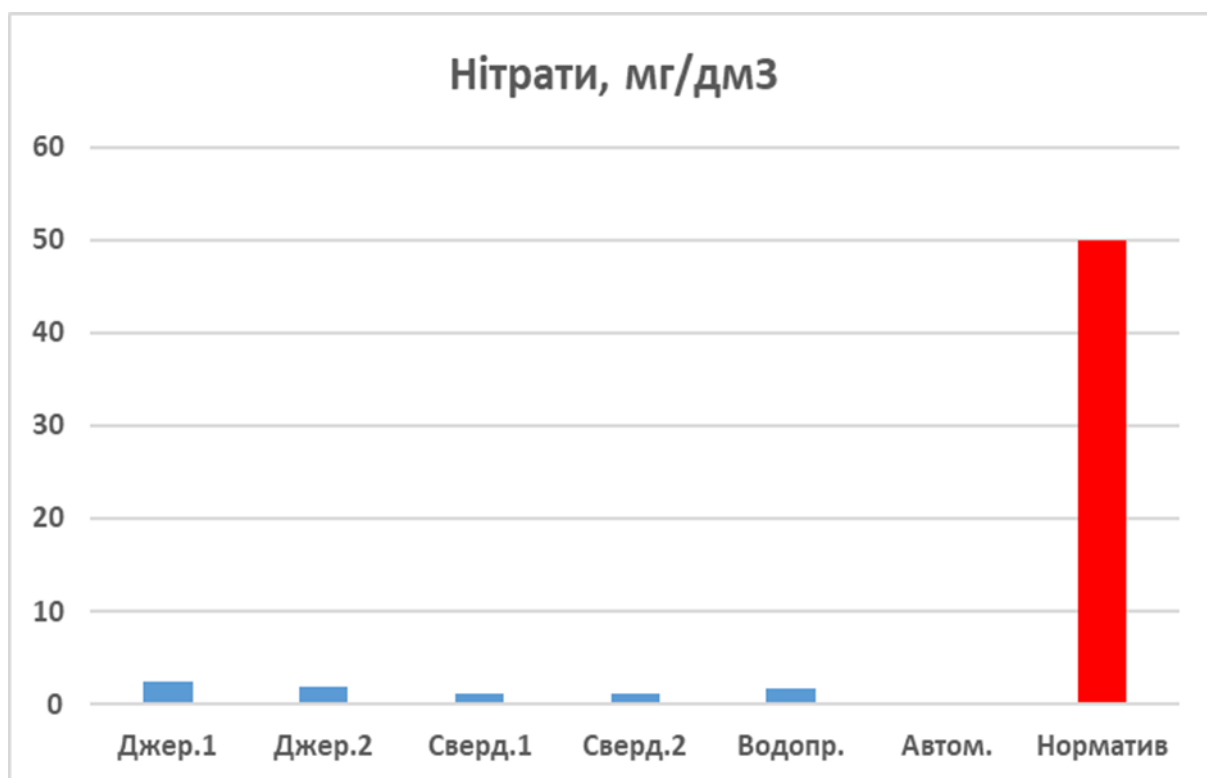


Рис. 3.11 Рівень нітратів у досліджуваних варіантах води

Таким чином, контроль якості питної води з різних джерел у межах Шевченківського району міста Харкова є надзвичайно важливим для забезпечення безпеки населення. Найвищу якість показала вода з природного джерела «Саржин яр» та автомату розливу ТМ «Шестаківська» — ці джерела

постачають воду, яка відповідає санітарним нормам і не потребує додаткової обробки. Така вода придатна для щоденного вживання як у питних, так і в побутових цілях. Натомість вода з джерела «Олексіївська балка» та свердловин, розташованих на вулицях Семена Кузнеця, 57 та Пржевальського, 15, має підвищену жорсткість, вміст мінеральних солей і нітратів, що вимагає додаткової фільтрації перед вживанням. Вода з централізованого водопроводу по вул. Ключківська, 115 виявилася найменш безпечною для прямого використання через перевищення допустимих концентрацій заліза, хлору та нітратів, тому її споживання можливе лише після відповідного доочищення.

3.2. Компаративна характеристика якості питної води за даними досліджень у Шевченківському районі

Санітарні норми та вимоги до якості питної води, визначені ДСанПіН (2010 р.), затверджені Міністерством охорони здоров'я України (Наказ № 383 від 23.12.2010), регулюють стандарти водопостачання та водовідведення для побутових і питних потреб [3, 4, 6]. Цей нормативний акт визначає обов'язкові критерії безпечності води, спрямовані на захист здоров'я населення, і слугує основою для контролю її якості в усіх регіонах країни.

Для визначення якості питної води застосовується ДСТУ 4808 [7], який встановлює нормативні вимоги до її хімічного складу, мікробіологічних характеристик та інших ключових показників, спрямованих на гарантію безпеки для споживачів. Цей стандарт охоплює контроль водних ресурсів різного походження, зокрема централізованих водогонів і рекреаційних зон, виступаючи важливим механізмом підтримки санітарно-епідеміологічного благополуччя та екологічного захисту.

Згідно з вимогами ДСТУ 4808, зразки води поділяються на певні класи чи категорії (див. табл. 3.2) залежно від рівня їх забрудненості, що дозволяє класифікувати стан водних ресурсів за ступенем їх чистоти.

Таблиця 3.2

Згідно з ДСТУ 4808, якість водних проб класифікується [7]

Класифікація води	Якість досліджуваної води за показниками
1 клас	Відмінна – вода характеризується високим рівнем якості, відповідає усім нормативним вимогам
2 клас	Добра – вода майже відповідає нормативам, однак має незначні відхилення, що не впливають суттєво на безпечність
3 клас	Задовільна – якість води є загалом прийнятною, але має певні недоліки, що знижують її споживчу цінність
4 клас	Посередня – вода має помітні відхилення від нормативів, її використання обмежене та небажане без додаткового очищення

Дослідження якості питної води виконували відповідно до вимог ДСТУ 4808 [7], порівнюючи найгірші показники з нормативними значеннями для кожного окремого параметра, що дозволило визначити відповідний клас якості. Критерії оцінки встановлені Державними санітарними нормами та правилами України, які визначають придатність води для споживання. У разі відхилення від цих стандартів необхідно вжити заходів для поліпшення якості або додаткової очистки води.

На підставі аналізу, проведеного згідно з ДСТУ 4808 [7], для кожного зразка води (табл. 3.3) було встановлено конкретний клас якості, що відображає ступінь її відповідності нормативним вимогам.

Згідно з результатами оцінювання за ДСТУ 4808, зразок води з автомата розливу торгової марки «Шепетівська» класифікується як вода 1 класу якості, оскільки усі проаналізовані показники відповідають встановленим нормам. Водопровідна вода, відібрана на вул. Клочківська, 115, потрапляє до 2 класу якості через перевищення показника жорсткості. Також до 2 класу були віднесені

і джерельні води, що пов'язано із завищеним рівнем загальної жорсткості та підвищеною мінералізацією. Найнижчу якість продемонстрували проби води зі свердловин – вони віднесені до 3 класу якості через значне перевищення норми загальної жорсткості, що свідчить про найгірші характеристики серед усіх досліджених зразків.

Таблиця 3.3

Встановлені значення класу якості для досліджуваних проб води

Проба води	Клас якості вод [7]
Проба 1. - Джерельна вода «Олексіївська балка»	2 клас (за мінералізацією, за жорсткістю)
Проба 2. - Джерельна вода «Саржин яр»	2 клас (за мінералізацією, за жорсткістю)
Проба 3. - Свердловина по вул. Семена Кузнеця, 57	3 клас (за жорсткістю)
Проба 4. - Свердловина по вул. Пржевальського, 15	3 клас (за жорсткістю)
Проба 5. - Водопровідна вода по вул. Клочківська 115	2 клас (за жорсткістю)
Проба 6. - Вода з автомату ТМ «Шестаківська»	1 клас

Таким чином, проведений аналіз якості питної води у Шевченківському районі міста Харкова, враховуючи різні джерела та типи води, виявив, що дві проби належать до 3-го класу якості через підвищений рівень забруднення. Водночас вода з автомата «Шестаківська» відповідає найвищому – 1-му класу якості, характеризуючись відмінними показниками. Воду з міського водогону та свердловини не варто вживати без попередньої фільтрації, оскільки в ній виявлено перевищення допустимих норм забруднень. Щоб ефективно очистити воду, слід звернути увагу на конкретні компоненти її складу, які перевищують нормативні значення, і підібрати відповідні методи очищення.

3.3. Обґрунтовані пропозиції щодо підвищення якості питної води в досліджуваному районі

Світова проблема погіршення доброякісності питної води потребує негайного вирішення через критичний стан вододжерел, систематичні порушення нормативів та незадоволеність споживачів. Для подолання цієї ситуації необхідний комплексний підхід, що поєднує державний контроль, місцеві ініціативи та індивідуальні заходи [14].

На державному рівні слід запровадити цільовий моніторинг водних ресурсів з оцінкою технічного стану водозаборів, особливо у сільській місцевості [8].

Місцеві органи повинні інформувати населення про ризики споживання забрудненої води та проводити просвітницькі кампанії [10].

На рівні домогосподарств важливо дотримуватись санітарних норм розташування джерел води, регулярно проводити їх технічне обслуговування та використовувати домашні системи очищення [17].

Дослідження ефективності побутових методів очищення води в літературі [18-22] виявили такі результати: відстоювання протягом 6-24 годин дозволяє осісти значній кількості забруднень, а додавання срібних елементів підвищує дезінфекційний ефект. Кип'ятіння протягом 5 хвилин з подальшим відстоюванням усуває тимчасову жорсткість води. Фільтрація через кувшинні системи ефективно знижує вміст хлору, важких металів та хімічних сполук. Криогенний метод (заморожування з видаленням первинного льоду) дозволяє отримати структуровану воду зі зниженим вмістом солей та забруднень. Важливо враховувати, що навіть прозора вода може містити небезпечні домішки, тому регулярний контроль якості та правильне очищення залишаються ключовими аспектами забезпечення безпеки водопостачання.

Враховуючи наведені дані, нами було проведено дослідження ефективності декількох методів очищення води в домашніх умовах, зокрема відстоювання, кип'ятіння, заморожування та фільтрації. Експериментальні випробування проводилися виключно на пробі води зі свердловини за адресою вул. Семена

Кузнеця, 57 (Проба 3). Для аналізу були обрані ключові параметри – загальна мінералізація, жорсткість, рівень засоленості та електропровідність. Результати досліджень наведено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Огляд способів очищення води в побутових умовах

Варіанти Показники	Загальна мінералізація, мг/дм ³	Жорсткість заг., ммоль/дм ³	Засоленість води, %	Електропровідність води, μS/cm
1. Вода зі свердловини по вул. Семена Кузнеця, 57	715	8,1	0,07	1123
2. Відстоювання води на протязі 6 годин	709	8,1	0,07	1114
3. Кип'ятіння води на протязі 15 хвилин і відстоювання 6 годин	735	8,1	0,07	1145
4. Заморожування води на протязі 6 годин	347	6,2	0,03	637
5. Фільтрування води через колонку з іонообмінними смолами та активованим вугіллям	291	5,6	0,03	589
Нормативне значення	< 1000	< 7,0	-	-

Проведене дослідження засвідчило, що шестигодинне відстоювання води не спричиняє помітних змін у досліджуваних параметрах. Поєднання кип'ятіння протягом 15 хвилин з подальшим відстоюванням також не призвело до зниження показників. Навпаки, спостерігалось незначне зростання концентрації загальних солей, що підтверджується підвищенням рівня мінералізації та електропровідності після термічної обробки.

Натомість метод заморожування водопровідної води протягом 6 годин із подальшим розморожуванням продемонстрував відчутне покращення досліджуваних характеристик — зменшення вдвічі показників загальної

мінералізації, засоленості та електропровідності. У межах дослідів аналізувалися лише такі параметри, як запах, мінералізація та рівень засолення.

З допомогою літературного аналізування, нами було виявлено, що Фільтрування води з застосуванням адсорбентів є максимально ефективним, і суттєво знижує всі сольові показники. Ми використали спеціальну фільтрувальну колонку в якій по чергово розмістили щебінь гранітний, іонообмінну смолу, активоване вугілля і кварцевий пісок (рис.3.12).

Такий метод фільтрації продемонстрував високу ефективність — рівень солей зменшився майже в 2–2,5 рази. Попри те, що цей спосіб виявився найрезультативнішим серед досліджених, він також вимагає найбільших витрат.



Рис. 3.12 Фільтрування води через колонку з іонообмінними смолами та активованим вугіллям в домашніх умовах

Отже, серед усіх досліджених методів очищення води від загальних солей у побутових умовах найкращі результати продемонстрували заморожування та фільтрація. При цьому заморожування виявилось не лише ефективним, а й найбільш доступним та економічним способом зниження вмісту сольових домішок. Натомість відстоювання і кип'ятіння показали найменшу ефективність, тому їх не варто використовувати як основні методи очищення води в домашніх умовах.

ВИСНОВКИ

1. Для оцінки безпечності та якості водопостачання у Шевченківському районі міста Харкова було відібрано шість проб питної води, які включали воду з природних джерел, свердловин, міського водопроводу та автомату розливу «Шестаківська».

2. Найнижчими якісними показниками серед досліджених проб відзначилась вода зі свердловин приватного користування у Шевченківському районі міста Харкова.

3. Найкращою за якістю виявилась артезіанська вода торгової марки «Шестаківська», отримана з автоматів розливу води.

4. Вода з приватної свердловини має підвищений вміст загальної жорсткості, мінералізації та засоленості води, і потребує доочистки від солей.

5. Вода з централізованої системи водопостачання, окрім високого рівня загальної жорсткості, вирізняється найбільшим вмістом хлору, заліза та міді серед усіх досліджених зразків.

6. Відповідно до вимог ДСТУ 4808, оцінка якості досліджуваних вод показала, що вода з автомата торгової марки «Шестаківська» належить до першого класу якості. Водопровідна та джерельна вода класифікуються як другий клас, тоді як вода зі свердловин відповідає третьому класу якості.

7. Найбільш дієвими способами зменшення загальної мінералізації води в домашніх умовах виявилися заморожування та фільтрація.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бондаренко О.М., Гуменюк С.В., Клочковська О.В. Якість водних об'єктів: методичні підходи та практика визначення. Київ: Видавництво Націонал. універ. біор. і природокор. України. 2018. С. 78-92.
2. Прокопов В. О. Питна вода України: медико-екологічні та санітарногігієнічні аспекти. Київ: Медицина, 2016. 400 с.
3. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною (із внесеними змінами): ДСанПіН 2.2.4-171-10 / МОЗ України. Київ. 2012. 55 с.
4. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Державні санітарні норми та правила (ДСанПіН 2.2.4-171-10). URL: http://home.chem.univ.kiev.ua/sol/specifications/water/sanpin_2.2.4-171-10.pdf
5. Кушнірук Ю.С. Якість питної води як один з аспектів рейтингової оцінки території за медико-екологічним ризиком / Ю.С. Кушнірук, Л.А. Волкова // Вісник Нац. ун-ту водного господарства та природокористування. 2012, Вип. 2(58). С. 43–53.
6. ДСанПіН 2.2.4-171-10, 2010. Державні санітарні норми та правила. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Затверджено МОЗ України наказом № 400 від 12.05.2010 року. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/sanpin/dsanpin_2_2_4_171_10/25-1-0-1180
7. ДСТУ 4808:2007, 2007. Державний стандарт України. Джерела питного централізованого водопостачання. Гігієнічні і екологічні вимоги якості води та правил вибирання. [Прийнято та надано чинності 05.07.2007]. К.: Держспоживстандарт України, 2007. 36 с.
8. Сторожук В.М., Батлук В.А., Назарук М.М. Промислова екологія: Підручник. Львів: Українська академія друкарства, 2005. 547 с.
9. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2015 році: [сайт] Мінрегіон. URL: <http://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/10/Natsionalna-dopovid-za-2015.pdf>

10. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод: підручник. К.: Ніка. Центр, 2001. 264 с.
11. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод : Підручник. К.: Ніка – Центр. 2001. 264 с.
12. Рибалова О.В., Коробкіна К.М., Томчук Н.М. Оцінка впливу дифузних джерел забруднення водотоків на екологічний стан басейну р. Оскіл. Proceedings of IV International Scientific and Practical Conference Liverpool, United Kingdom 4-6 December 2019. P. 266 –276.
13. Сидорчук В. І., Зінченко О. О. Сезонні зміни температури води в річці Південний Буг та її вплив на гідрологічний режим // Вісник Дніпровського університету. Гідробіологія, гідроекологія. 2017. Т. 25, № 2. С. 98–105.
14. Шакірзанова Ж .Р., Кічук Н. С. Гідрохімія річок і водойм України : методичні вказівки до практичної роботи для студентів V курсу денної форми навчання гідрологічного факультету за спеціальністю “Гідрологія”. Одеса, ОДЕКУ, 2013. 29 с.
15. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України. Довідковий посібник. К: Вид-во. «Ніка-Центр»: 2006. 320 с.
16. Юрасов С.Н., Кур’янова С.О., Юрасов Н.С. Комплексна оцінка якості вод за різними методиками та шляхи її вдосконалення. Український гідрометеорологічний журнал. 2009. № 5. С. 42-53.
17. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Полтавській області в 2017 році. URL: <https://menr.gov.ua/news>
18. Кузьмін, А. В., Коваленко, С. І. Аналіз впливу антропогенного тиску на екосистему річки Південний Буг. Біосфера. 2017, 9(1). С. 89-98.
19. Фізичні, хімічні та біологічні показники якості води: Методичні вказівки до проведення практичних занять зі студентами біолого-технологічного факультету та факультету ветеринарної медицини / В.В. Малина, В.П. Лясота, В.А. Гришко. Біла Церква, 2014. 45 с.

20. Методика визначення показників забруднення води за індексами: залізо, фосфор, цинк. Додаток до Наказу Міністерства екології та природних ресурсів України № 1234 від 25.12.2019. С. 5-15.

21. Яцик А.В. Водогосподарська екологія. — К.: Генеза, 2004. 1960 с.

22. Інформаційний бюлетень про якісний стан поверхневих вод в Україні за 2009 р. URL:
<http://www.ecobank.org.ua/GovSystem/EnvironmentState/Reviews/Pages/def.aspx>.