

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Зав. кафедрою екології

доц. _____ Вікторія КАЦЕВИЧ

« _____ » червня 2025р.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи освітнього ступеня «Бакалавр»
на тему: **«Вплив якості поверхневих вод на стан здоров'я населення в
Синельниковському районі Дніпропетровської області»**

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу,
групи Е-1-21 спеціальності 101 «Екологія»

_____ Андрій СИСА

Керівник _____ доц. Наталія ВОРОШИЛОВА

Дніпро 2025

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: Водогосподарської інженерії та екології

Кафедра: Екології

Освітньо-професійна програма: «Екологія»

Спеціальність: 101 «Екологія»

Ступінь вищої освіти: Бакалавр

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою екології

_____ Вікторія КАЦЕВИЧ

« _____ » _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

на підготовку кваліфікаційної роботи

Сисі Андрію Валерійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Вплив якості поверхневих вод на стан здоров'я населення в Синельниковському районі Дніпропетровської області»

Науковий керівник: Ворошилова Н.В., к.б.н., доцент

затверджена наказом по ДДАЕУ від «16» квітня 2025 р. № 768

2. Термін подання здобувачем роботи: _____ р.

3. Вихідні дані до роботи: Результати аналізу води з колодязів громадського користування селищ Синельниківського району

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити): Вступ. 1 Огляд літератури; 2 Фізико-географічна характеристика району досліджень; 3 Методи дослідження; 4 Результати досліджень та їх обговорення; 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Список використаної літератури

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 3 рисунки та 11 таблиць

6. Дата видачі завдання: « _____ » _____ 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
.1	Огляд літератури за темою досліджень	16.04.2025р.- 23.04.2025р.	Виконано
2	Характеристика методів досліджень і фізико-географічних умов	24.04.2025р.- 30.04.2025р.	Виконано
3	Методи досліджень	31.04.2025р.- 03.05.2025р.	Виконано
4	Обробка експериментальних досліджень	05.05.2025р.- 20.05.2025р.	Виконано
5	Оформлення дипломної роботи	21.05.2025р.- 10.06.2025р.	Виконано

Здобувач (ка)

(підпис)

Андрій СИСА

(Ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Наталія ВОРОШИЛОВА

(Ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається із Вступу, 5 розділів, висновків та переліку посилань. Повний обсяг роботи – 73 сторінки друкованого тексту, включаючи 3 рисунків та 11 таблиць. Перелік посилань містить 22 найменування.

Метою дипломної роботи є оцінка впливу якості питної води на стан здоров'я людей (на прикладі Синельниковського району Дніпропетровської області)

Основними завданнями є:

1. Проаналізувати й узагальнити літературні джерела за темою досліджень.
2. Відібрати проби води з колодязів громадського користування та провести їх дослідження за ДСанПіН 2.2.4.-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».
3. Оцінити вплив якості питної води на стан здоров'я людей

Об'єкт дослідження – якість питної води з колодязів тихих селищ Синельниковського району як: с. Русакове, с. Богинівка, с. Українське, с. Хороше, с. Вереміївка.

Предмет дослідження – вода з колодязів громадського користування.

Під час проведення досліджень застосовувались методи оцінки якості води за даними санітарного обстеження і результатами лабораторного дослідження.

Ключові слова: ЯКІСТЬ ПИТНОЇ ВОДИ, ГРАНИЧНО ДОПУСТИМА КОНЦЕНТРАЦІЯ, УСТАНОВКА ЗВОРОТНОГО ОСМОСУ.

ЗМІСТ

	ВСТУП	6
1	ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
	1.1 Вимоги до показників якості питної води за ДСанПіН 2.2.4.-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»	9
	1.2 Мікрокомпонентний склад питних підземних вод	18
2	ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ	20
	2.1 Географія та природний потенціал Синельниковського району	20
	2.2 Клімат району	21
	2.3 Рельєф території досліджень	22
	2.4 Гідрологічний та гідрогеологічний стан території яка досліджувалася	23
3	МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	25
	3.1 Методика відбору проб води та підготовка їх до аналізів	26
	3.1.1 Органолептичний метод визначення запаху	27
	3.1.2 Органоліптичний метод визначення смаку	28
	3.1.3 Фотометричний метод визначення кольоровості	28
	3.1.4 Фотометричний метод визначення каламутності	30
	3.1.5 Визначення концентрації іонів водню (рН)	33
	3.1.6 Визначення масової концентрації нітритів у воді	34
	3.1.7 Визначення вмісту нітратів у воді	36
	3.1.8 Визначення гідрокарбонат - та карбонат-іонів (загальна лужність)	37
	3.1.9 Визначення іона хлориду	39
	3.1.10 Визначення іонів сульфату	40
	3.1.11 Визначення загальної суми водорозчинних речовин (сухий залишок)	42
	3.1.12 Визначення загальної жорсткості води	43
	3.1.13 Визначення перманганатної окислюваності	44
	3.2 Методика оцінки якості води за даними санітарного обстеження і результатами лабораторного дослідження	45
4	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	50
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	65
	5.1 Вимоги до показників якості та безпеки питної води в Україні та ЄС	65
	5.2 Вимоги безпеки при виконанні робіт в лабораторіях	67
	ВИСНОВКИ	70
	ЛІТЕРАТУРА	71

ВСТУП

Вода є ключовим компонентом середовища існування людини, без якого неможливе функціонування складних біологічних систем, адже вона забезпечує перебіг усіх процесів у клітинах організму. Насьогодні чиста питна вода стала цінним ресурсом. Експерти попереджають: у багатьох країнах, включно з Україною, про обмежений доступ до якісної питної води і незабаром ця проблема може охопити всю планету [1].

Для використання води в різних цілях застосовуються спеціальні методи її підготовки. Щоб обрати оптимальну технологію очищення, необхідно знати склад і концентрацію домішок у воді, їхню форму та відповідність нормативним стандартам, які регулюються державними документами, такими як ДСанПіН чи інші правила [20].

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, приблизно 80% хвороб пов'язані з низькою якістю питної води, саме це зумовлює виняткову актуальність проблеми забезпечення населення якісною та безпечною питною водою. Основні причини погіршення якості колодязної води включають невдало обране місце для колодязя, недотримання санітарних норм, забруднення водами з ферм, полів, доріг чи вигребів, а також недостатній технічний нагляд. Ці фактори потребують термінового вирішення на державному та локальному рівнях. Дослідження показують, що якість питної води погіршується через антропогенну діяльність, особливості гідрогеологічних умов і стан водоносних шарів. Ґрунтові води та джерела

децентралізованого водопостачання часто не відповідають стандартам, що може призводити до поширення інфекційних і неінфекційних захворювань [2].

У цьому контексті дослідження якості питної води з громадських колодязів Синельниківського району Дніпропетровської області та її впливу на здоров'я населення є важливим завданням.

Мета роботи: Вивчити, як якість питної води впливає на здоров'я людей (на прикладі Синельниківського району).

Завдання:

- проаналізувати наукові джерела з теми дослідження.
- здійснити відбір проб води з громадських колодязів і перевірити їх відповідність нормам ДСанПіН 2.2.4.-171-10.
- визначити, як якість питної води впливає на здоров'я населення.

Об'єкт дослідження: Якість питної води з колодязів у селах Синельниківського району, таких як Русакове, Богинівка, Українське, Хороше, Вереміївка.

Предмет дослідження: Вода з громадських колодязів.

Для аналізу використовувалися методи санітарного обстеження та лабораторних досліджень якості води.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Вода є головною складовою частиною будь-якого організму. Вона потрібна скрізь без винятків - в побуті, промисловості й т.д.

Варто також відзначити, що питна вода необхідна більшою мірою нашому організму. Як приклад, можна розглянути те, що людина може жити без їжі протягом 4 тижнів, а без води - лише кілька днів. Через це можна сміливо сказати, що здоров'я людини нерозривно пов'язане з водою.

Споживання не якісної питної води, організм людини може просто захворіти та не зможе нормально функціонувати [22]. Основними напрямками використання води є:

- побутові та комунальні потреби населення: включають використання води для особистої гігієни, приготування їжі та пиття, прибирання житла, прання тощо. До цієї категорії також належать витрати на полив вулиць, тротуарів, зелених насаджень, наповнення міських водойм, обмін води в басейнах та інші комунальні завдання. Вода для таких цілей має відповідати стандартам, визначеним ДСанПіН та ГОСТ 2874-82, що встановлюють санітарно-гігієнічні вимоги. У деяких регіонах для поливу вулиць чи наповнення басейнів може використовуватися вода з підвищеною мінералізацією, а для зрошення зелених зон – доочищені стічні води.

- промислові технологічні потреби: вода застосовується для промивання, охолодження сировини чи продукції, а також для роботи обладнання. Вимоги до якості води залежать від специфіки виробництва.

Наприклад, у хімічній чи текстильній промисловості потрібна вода з низькою жорсткістю, мінімальним вмістом заліза, марганцю або навіть повністю деіонізована. Для охолодження обладнання важливі температура, відсутність грубих завислих часток, стабільний склад і низький рівень біологічних забруднень. У паросиловому господарстві використовують великі обсяги води. Ця вода не має містити домішок, які можуть спричинити накип, піноутворення, корозію чи винос солей із парою.

- пожежогасіння: для цього можна використовувати воду будь-якої якості. В містах подачу води, щоб загасити пожежу зазвичай здійснюють через загальні системи водопостачання, що забезпечують побутові потреби. У деяких випадках створюють окремі протипожежні водогони. Обсяг води розраховується залежно від кількості населення, наскільки споруди вогнестійкі, поверховості будівель, наявності засобів для гасіння пожеж та типу виробництва.

- агровиробництво: вода використовується для побутових потреб, комунальних цілей (їдальні, пральні, котельні), виробничих завдань (ремонт техніки, теплиці) та напування худоби.

Цей перелік ілюструє широкий спектр застосування води в народному господарстві та значні відмінності у вимогах до її якості залежно від цільового призначення [21].

1.1 Вимоги до показників якості питної води за ДСанПіН 2.2.4.-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»

Під якістю води розуміють її склад та властивості, що визначають її придатність для конкретного виду використання. Оцінюють якість води відповідно до результатів скороченого або повного аналізу. Скорочений аналіз охоплює визначення частин компонентів води (pH , CO_2 , CO_3 , HCO_3 , C^{2+} , Mg^{2+}).

Повний аналіз води включає визначення всіх компонентів та показників якості води. Користувачі беруть воду з джерел і застосовують її для різних цілей: приготування їжі, пиття, вирощування сільськогосподарських культур, здійснення виробничих процесів, забезпечення роботи котелень тощо. [17].

Технічні та гігієнічні вимоги, а також правила відбору визначають принципи у виборі джерел води (підземних) для децентралізованого водопостачання, при нормуванні хімічних та фізичних, а також органолептичних і бактеріологічних показників води водного джерела і методи водопідготовки залежить від якості її джерела [8].

Згідно ДСанПіН зазначені в таблиці показники, називаються фізико-органолептичними. Смак і присмак води зумовлені впливом розчинених у ній хімічних речовин на смакові рецептори язика, що викликають відповідні відчуття. Основні смаки поділяються на солоний, гіркий, кислий і солодкий. Усі інші відчуття, такі як болотний, металевий, лужний чи присмак нафтопродуктів, вважаються присмаками. Запах, смак і присмак є ключовими гігієнічними показниками якості питної води наведені в табл. 1.1 [6].

Таблиця - 1.1 Фізико-органолептичні показники

Показники ДСанПіН	Нормативи	Вимір
Запах	2*	бали
Смак і присмак	2**	бали
Кольоровість	20 (35)**	градуси
Мутність	0,5 (1,5)***	мг/дм ³

«Примітка: величини, зазначені в дужках (без знака *), допускаються за погодженням з органами санітарно-епідеміологічної служби (в паводковий період);

*Показник розведення (до зникнення запаху, присмаку); ** Величини, вказані в дужках, допускаються з урахуванням конкретної ситуації; *** Нефелометричні одиниці каламутності» [6].

Неприємний запах, смак та присмак води сильно обмежують її до вживання. Специфічний смак, запах та присмак свідчить про забруднення води, які можуть бути викликані промисловими, сільськогосподарськими, господарсько - побутовими або сильно забрудненими стічними водами, які приходять в результаті господарської діяльності людини в систему водопостачання [6].

Природний запах, смак і присмак води свідчать про наявність органічних і неорганічних речовин. Ці речовини утворюються під час життєдіяльності організмів, які мешкають у воді та біохімічних процесів органічних сполук, зокрема гумінових речовин, які потрапляють у воду з ґрунту. Для оцінки інтенсивності смаку та присмаку застосовується п'ятибальна шкала, аналогічна до оцінки запахів. Вода вважається високоякісною, якщо вона не має вираженого смаку чи присмаку. Згідно з вимогами ДСанПіН, інтенсивність цих показників для питної водопровідної води не повинна перевищувати 2 бали [20].

Кольоровість – це природна характеристика води, яка залежить від наявності гумінових органічних речовин, що потрапляють у воду з ґрунту. Назва цих речовин походить від терміна «гумус» – органічної складової ґрунту, що утворюється через розкладання залишків тварин, рослин та продуктів життєдіяльності організмів. Гумус містить гумінові та фульвові кислоти, гімін і ульмін, які надають воді жовтувато-коричневого відтінку. Кольоровість води вимірюють в градусах та потім порівнюють її з еталонними зразками за спеціальними шкалами. Згідно з ДСанПіН, кольоровість питної води не повинна перевищувати 20 градусів, хоча санітарно-епідеміологічні норми в окремих випадках допускають значення до 35 градусів [6].

Каламутність води – це кількість суспендованої речовини в об'ємі суміші води та цих речовин. Природна каламутність води зумовлена наявністю у ній завислих речовин як органічного, так і неорганічного походження, зокрема глини, мулу, органічних колоїдів, планктону тощо. Протилежністю каламутності -це прозорість, властивість води може пропускати промені

світла. Чим більше каламутна вода, тим нижче її прозорість. Метод Снеллена пропонується оцінити прозорість води. У прозорий скляний циліндр із плоским дном наливають воду таким чином, щоб на відстані 4 см під ним був розміщений стандартний шрифт із висотою літер 4 мм і товщиною ліній 0,5 мм. Прозорість води за цим методом щонайменше 30 см при читанні шрифту за заданою висотою водяного стовпа. Для того, щоб визначити ступінь каламутності води, використовується каолінова шкала. Каламутність води (в мг/дм^3) визначається шляхом порівняння оптичної щільності з щільністю стандартних розчинів каоліну. ДСанПіН має стандарт каламутності $0,5 \text{ мг/дм}^3$, але каламутність до $1,5 \text{ мг/дм}^3$ допустимі в залежності від ситуації. Хімічні речовини, що впливають на органолептичні властивості води, - це речовини, що виникають у природних водах або додаються до води під час обробки. Вони також називаються хіміко-органолептичними показниками. ДСанПіН включають в себе параметри значення водневого показника (рН), концентрації заліза, загальної жорсткості, вмісту сульфатів, сухого залишку (загальної мінералізації) хлоридів, міді, марганцю. У ДСанПіН з нормативів якості води включені, поліфосфати і цинк, але хлорфеноли додаються.

Жорсткість загальна - природна властивість води, вміст розчинених солей в ній лужноземельних металів – кальцію та магнію (а також сульфатів, карбонатів, бікарбонатів і т.п.).

Жорсткість води поділяється на тимчасову та постійну:

Тимчасова (гідрокарбонатна) жорсткість зумовлена наявністю гідрокарбонатів кальцію (Ca^{2+}) і магнію (Mg^{2+}). Під час кип'ятіння ці сполуки перетворюються на нерозчинні карбонати, які осідають у вигляді накипу. Постійна жорсткість зберігається після тривалого кип'ятіння (понад 1 годину) і пов'язана з присутністю хлоридів та сульфатів кальцію і магнію, які не утворюють осаду.

Високий вміст солей у воді (загальна жорсткість понад 7 мг-екв/дм^3) може надавати їй гіркого смаку. Оптимальною вважається вода із жорсткістю

від 3,5 до 7,0 мг-екв/дм³. Згідно з ДСанПіН, питна вода з жорсткістю від 1,5 до 7,0 мг-екв/дм³ є фізіологічно повноцінною за мінеральним складом.

Сульфати та хлориди, присутні у природній воді у вигляді солей натрію, калію, кальцію, магнію тощо, можуть мати природне походження (з ґрунту) або антропогенне (забруднення стічними водами). Вони мають вплив на органолептичні властивості води, надаючи їй солоний або гіркий смак.

Сухий залишок (загальна мінералізація) відображає яка кількість речовин, переважно мінеральних солей, розчинена в 1 літрі води. Вода вважається прісною, якщо її мінералізація не перевищує 1000 мг/дм³, а оптимальною – 300–500 мг/дм³. За ДСанПіН, фізіологічно повноцінною є вода вміст сухих залишків становить від 100 до 1000 мг/дм³.

Мідь (Cu): Зазвичай її вміст у воді становить 0,01–0,5 мг/дм³. При концентрації 5,0 мг/дм³ вода набуває терпкого смаку. Якщо вміст міді перевищує 1,0 мг/дм³, під час прання білизна може забарвлюватися, а алюмінієвий посуд зазнає корозії. Якщо концентрація міді не погіршує органолептичні властивості, то вона не вважається токсичною, і її шкідливий вплив на здоров'я не встановлено. Норма вмісту міді в воді питній – не більше 1,0 мг/дм³.

Марганець (Mn): Його вміст у воді питній може досягати кількох мг/л. При концентрації понад 0,15 мг/дм³ вода набуває червонуватого відтінку та неприємного смаку, а на посуді утворюється накип. Норма вмісту марганцю – не більше 0,1 мг/дм³.

Цинк (Zn): Якщо концентрація вище 5,0 мг/дм³ вода набуває терпкого смаку. Сполуки цинку не є високотоксичними, і їх шкідливий вплив не підтверджено на організм за умови, що органолептичні властивості води не погіршуються. Норма вмісту цинку – не більше 5,0 мг/дм³.

Токсикологічні показники якості води визначають відсутність шкідливих хімічних речовин у концентраціях, які можуть негативно впливати на здоров'я людини чи спричиняти захворювання [22].

Хімічні речовини, що впливають на якість води, поділяються на:

- речовини природного походження: миш'як, берилій, свинець, молібден, селен, фтор, нітрати, стронцій;

- речовини антропогенного походження, що потрапляють у воду через промислове, сільськогосподарське чи побутове забруднення джерел водопостачання. До цієї групи забруднювальних речовин належать важкі метали, зокрема нікель, кадмій, ртуть, хром, вісмут, сурма, олово та інші; пестициди, такі як хлорофос, метафос, атразин; синтетичні миючі засоби; поверхнево-активні речовини (ПАР); а також токсичні органічні сполуки, зокрема фенол і формальдегід [9].

Вміст хімічних речовин у питній воді має бути безпечним для здоров'я людей усіх поколінь при її споживанні протягом усього життя. Рівень цих речовин повинен виключати ризик гострих чи хронічних отруєнь, зниження імунітету, а також гарантувати відсутність мутагенних, канцерогенних, ембріотоксичних, тератогенних, гонадотоксичних ефектів та інших віддалених наслідків.

Перманганатна окислюваність (KMnO_4) відображає кількість кисню (в мг), необхідну для хімічного окислення органічних і неорганічних речовин в 1 літрі води. Якщо цей показник перевищує $4,0 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$, це може вказувати на забруднення джерела органічними чи мінеральними речовинами. Артезіанські води зазвичай мають мінімальну окислюваність (до $2,0 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$).

Відповідно до вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10, питна вода не повинна містити токсичних речовин, таких як ртуть, талій, кадмій, нітрити, ціаніди, шестивалентний хром, 1,1-дихлоретилен, 1,2-дихлоретан, бензопірен, у концентраціях, що перевищують гранично допустимі значення, встановлені нормативно-методичною документацією. Також визначені допустимі залишкові рівні дезінфікуючих агентів: вільний хлор має залишатися у воді в межах $0,3\text{--}0,5 \text{ мг}/\text{дм}^3$ після витримки не менше 30 хвилин, а зв'язаний хлор — $0,8\text{--}1,2 \text{ мг}/\text{дм}^3$ після 60 хвилин контакту. У випадку використання озону для знезараження питної води його залишкова концентрація після камери змішування повинна становити $0,1\text{--}0,3 \text{ мг}/\text{дм}^3$.

Щодо радіаційної безпеки, ДСанПіН встановлює: загальна об'ємна активність альфа-випромінювачів не повинна перевищувати 0,1 Бк/дм³, а бета-випромінювачів – 1,0 Бк/дм³ [17] .

Зазначені показники відображають відповідність мінерального складу води біологічним потребам організму. Вони враховують не лише верхні (максимально допустимі), а й нижні (мінімально необхідні) межі вмісту біогенних елементів у воді, що забезпечує її фізіологічну повноцінність.

Показники епідемічної безпеки: Згідно з ДСанПіН, в Україні безпечність питної води в епідемічному плані оцінюють за загальним числом мікроорганізмів (ОМЧ) та кількістю бактерій групи кишкових паличок. Ці показники є непрямими санітарно-мікробіологічними індикаторами.

Загальне мікробне число (ОМЧ) – це кількість колонієутворюючих одиниць (КУО), що виростають при посіві 1 мл води на 1,5% м'ясо-пептонний агар після 24 годин інкубації за температури 37 °С. Для чистих артезіанських вод ОМЧ зазвичай не перевищує 20–30 КУО, для незабруднених шахтних колодязів – 300–400 КУО, а для чистих відкритих водойм – 1000–1500 КУО.

Присутність бактерій кишкової палички (БГКП, *E. coli*) у воді вказує на її фекальне забруднення, що може свідчити про контакт із патогенними мікроорганізмами кишкової групи, які містяться у фекаліях людей і тварин. Для оцінки БГКП використовують два показники:

- індекс БГКП (колі-індекс) – кількість бактерій кишкової палички в 1 літрі води.
- титр БГКП (колі-титр) – мінімальний об'єм води (в мл), у якому виявлено одну БГКП.

Відповідно до ДСанПіН, епідемічна безпечність води визначається показниками, які з високою ймовірністю підтверджують відсутність небезпечних для здоров'я вірусів та бактерій, а також інших біологічних домішок. Окрім загального мікробного числа (ОМЧ) та індексу БГКП, до мікробіологічних показників безпеки належать:

- індекс фекальних коліформ (ФК) – кількість термостабільних кишкових паличок.

- кількість патогенних мікроорганізмів та коліфагів в 1 літрі води.

- також ДСанПіН включає паразитологічні показники:

Кількість патогенних кишкових найпростіших у 25 літрах води.

Кількість кишкових гельмінтів у 25 літрах води.

У разі підозри на забруднення джерел водопостачання або водопровідної мережі невідомими токсичними хімічними речовинами, для яких немає доступних чи чутливих методів аналізу, рекомендується визначати індекс токсичності води за допомогою біотестування. Для цього використовують тест-об'єкти, такі як дафнії, інфузорії чи інші організми.

В Україні ДСанПіН нормує 60 показників якості питної води, серед них:

- органолептичні (фізико-органолептичні) – 4 показники.

- хіміко-органолептичні (які мають вплив на органолептичні властивості) – 11 показників.

- токсикологічні показники нешкідливості хімічного складу – 28 (з них 9 зазначено в тексті).

- показники радіаційної безпеки – 2.

- показники фізіологічної повноцінності мінерального складу – 5.

- показники залишкових кількостей засобів знезараження – 3.

- показники епідемічної безпеки – 7 (з них 5 мікробіологічних і 2 паразитологічних).

Варто зазначити, що в Україні одночасне існування двох обов'язкових нормативів якості питної води для децентралізованого водопостачання (ДСанПіН) є нераціональним, оскільки вони частково суперечать один одному. Це ускладнює організацію лабораторного контролю якості води та нагляд за її відповідністю стандартам [16].

У всіх країнах розробляються стандарти якості води, найбільше близькі дорекомендованих величин. Прийняті в Україні норми якості питної води дуже близькі до міжнародних. У табл. 1.2 наведені показники якості води за,

ДержСанПіНом 383-97, СанПіНом 463-88, посібник з контролю якості питної води ВООЗ (1993 р.) та американським стандартом (табл. 1.2) [21].

Таблиця 1.2 - Показник якості води ДержСанПіНом 383-97, СанПіНом 463-88

Назва елемента	ДержСанПіН 383-97	СанПіН 463-88	ВООЗ, 1993 р., Швейцарія	Американський стандарт
Мінералізація	1000-1500	-	-	-
рН	6,5-8,5	6,5-8,5	до 8,0	6,5-8,5
Жорсткість	7,0	-	-	-
Хлориди	250(350)	-	-	-
Лужність	-	-	-	-
Кальцій	-	-	-	-
Сульфати	-	-	-	400-500
Магній	10-80	-	-	-
Калій	-	-	-	-
Натрій	-	-	-	-
Нітрити	3,3	3,3	3,3	1,0
Нітрати	-	-	-	-
Амоній	-	-	1,5	-
Алюміній	0,2(0,5)	0,5	0,2	0,2
Барій	0,1	0,1	0,7	-
Берилій	-	0,0002	-	0,001
Бор	-	0,5	0,3	-
Залізо	0,3	0,3	0,3	-
Кадмій	-	0,001	0,003	0,005
Мідь	1,0	1,0	1,0	-
Молібден	-	0,25	0,07	0,08
Миш'як	-	0,05	0,01	0,05
Нікель	-	0,1	0,02	0,1
Ртуть	-	0,0005	-	-
Свинець	-	0,03	-	-
Селен	0,01	0,01	0,01	0,05
Срібло	-	0,05	-	-
Стронцій	-	7,0	-	-
Сурма	-	-	0,005	-
Фтор	-	0,7-1,2	-	-
Хром	-	0,05(3)	0,05	-
Цинк	-	1,0	3,0	2,0
Марганець	0,1	0,1	0,1	-

1.2 Мікрокомпонентний склад питних підземних вод

Підземні води характеризуються унікальними умовами міграції та різноманітними факторами формування їхнього хімічного складу, будучи невід'ємною частиною гідросфери Землі. Вони є найактивнішою складовою зони гідрогенезу, впливаючи на фізичні, хімічні та біологічні процеси, що сприяють міграції речовин, їх перевідкладанню та утворенню нових сполук. Геохімічна активність підземних вод зростає під впливом техногенної діяльності людини, яка значною мірою визначає екологічний стан довкілля. Як наслідок, гостро постає проблема раціонального використання геологічного середовища, зокрема підземних вод. Техногенні фактори чинять глобальний вплив на підземні води, що вимагає ретельного вивчення. Особливістю забруднення підземних вод є їх тісний зв'язок із забрудненням інших природних компонентів – атмосферного повітря, поверхневих вод і ґрунтів [10].

На сьогодні проблема забезпечення якісною питною водою стає дедалі гострішою. На XXXV сесії Генеральної Асамблеї ООН було заявлено, що понад мільярд людей на планеті потерпають від нестачі доброякісної води, необхідної для питних і господарських потреб. Для підтримання життя людині щоденно потрібно близько 2 літрів води, тоді як житель сучасного міста витрачає від 100 до 1000 літрів на добу. Ще більші обсяги прісної води споживає промисловість: на виробництво 1 тонни сталі витрачається 150–200 м³ води, міді – 500 м³, паперу – 450–1000 м³, штучного волокна – 2000–6000 м³ тощо.

Забруднення підземних вод призводить до значних екологічних та соціальних наслідків. В умовах необхідності охорони та раціонального використання природних ресурсів підземні води мають особливе значення,

оскільки вони є не лише одним з основних джерел водопостачання, але й однією з найбільш вразливих і змінних складових геологічного середовища. Їхня якість та кількість тісно пов'язані з природними і антропогенними процесами, що зумовлює потребу в постійному моніторингу та ефективному управлінні цим ресурсом. [11].

Поширення забруднювальних речовин із підземних вод через харчові ланцюги потребує особливої уваги. В організм людини токсичні елементи можуть потрапити не тільки з питною водою, а й через рослинну та тваринну їжу. Своєчасний, оперативний і якісний контроль хімічного складу води, що використовується для господарсько-побутових потреб, є важливою умовою покращення здоров'я населення. Проблема якості підземних вод на сьогодні стала однією з найактуальніших для людства [3].

2 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Географія та природний потенціал Синельниковського району

Район дослідження розташований на сході області. Він межує зі слідуючими адміністративними районами:

- на сході – з Покровським районом Донецької області та Межівським районом;
- на заході – з Близнюківським районом Харківської області та Павлоградським районом;
- на півдні - з Васильківським і Межівським районами;
- на півночі – з Близнюківським районом Харківської області.

Синельниківський район розташований у степовій зоні, ґрунти - чорнозем.

Ґрунтовий покрив обстежених земель району дуже різноманітний. Більша кількість різновидностей ґрунту обумовлена різноманіттям природних умов, факторів формування ґрунту, рельєфу, ґрунтових порід, рослинністю, умов зволоження. [18].

2.2 Клімат району

Синельниківський район належить до району Дніпропетровської області який розташований на північ, для нього характерні тепло та недостатність вологи. Для цього район характерні жарке літо та відносно холодна зими. В окремі роки зими бувають холодними з пониженням температур до 200 – 300 °С. Згідно багаторічних даних Павлоградської метеорологічної станції середньорічна температура повітря складає – 7,9 °С. Тривалість без морозного періоду в середньому становить 170 днів з відхиленням в окремі роки від 143 до 228 днів.

Весна настає з третьої декади березня або з початку квітня. Саме перша декада квітня зазвичай збігається з оптимальними строками висіву ярих культур, початком відновлення вегетації озимих рослин і стартом польових сільськогосподарських робіт. Осінь, як правило, встановлюється в кінці вересня та являється теплим і доволі тривалим періодом року. Зазвичай зима м'яка, в цей період спостерігається мало снігу. Погода зимою нестійка. Найбільший сніговий покрив на плато досягає 11 см, промерзання ґрунту складає 17- 43 см, в окремі роки, з дуже холодною та малосніжною зимою, промерзання ґрунту може досягати 90 см. Поряд з мінусовими температурами, які іноді досягають -30 °С, мають місце часті потепління з температурою до +37 °С.

Потепління зимою пов'язане з появою теплих і вологих атлантичних мас повітря. Кількість опадів середня протягом року рівняється 458 мм, є достатньою величиною для нормального розвитку основних сільськогосподарських культур. Характерною особливістю клімату району є надзвичайна мінливість кількості випадючих опадів [19].

2.3 Рельєф території досліджень

Територія Синельниківського району розташована на лівобережжі Придніпровського плато. Рельєф району носить вузько-хвильовий характер. Для території цього типу рельєфу характерна добре розвинута яро-балочна система, приурочена до р. Самара та р. Мокра Чаплинка, які перетинають землі району в напрямленні з південного заходу на північний схід. Долина р. Самари виражена дуже добре, як більшість річок північної півкулі; р. Самара підмиває свій правий берег. Лівий берег її понижений і задернений. На схилах міцність зменшується. В процесі ґрунтоутворення приймають верхні шари лесу.

Лес має значну кількість карбонатів кальцію та магнію. Завдяки великій кількості мулу та глинистих частин, а також карбонатів кальцію забезпечується закріплення органічної маси, що розкладається. Тому ґрунт, який сформувався на лесах, має багато гумусу і агрономічно цінну водостійку структуру.

На невеликих ділянках по схилах балок ґрунтоутворюючими породами є червоно-бурі глини, які являють собою щільну важку глину червоно-бурого кольору чи коричнево-бурого з білими твердими карбонатними конкреціями.

Червоно-бурі глини характеризуються наявністю шкідливих для рослин солей, набуханням та запливанням при зволоженні.

По днищам балок ґрунтоутворюючими породами являються делювіальні відкладення, які представляють собою змитий водними потоками з прилягаючих схилів матеріал. Ці відкладення по механічному складу однорідні, але мають невелику складність [22].

На цій породі утворюються ґрунти багаті на гумус та поживні речовини. В заплавах рік ґрунтоутворюючими породами являються алювіальні відкладення, принесені річкою під час розливів. Алювіальні відкладення неоднорідні по механічному складу. По мірі віддалення від русла річки вони стають важчими. В зв'язку з близьким розташуванням до поверхні рівня ґрунтових вод, алювіальні відкладення часто засолені шкідливими для рослин солями. Тому ґрунти, утворені на цих породах, також засолені [19].

2.4 Гідрологічний та гідрогеологічний стан території яка досліджувалася

Територія Синельниківського району омивається невеликою кількістю річок: Самара, Мокра Чаплинка та Бик, які перетинають район в напрямленні з південного заходу на північний схід. Вся річкова мережа району належить басейну р. Дніпро. Течія річок повільна. Річки роблять багаточисельні петлі та згиби. Вони не мають постійного водотоку, літом містами пересихають, утворюючи заводи.

Рівень ґрунтових вод у заплавах не перевищує глибину 3-4м.

В більшості випадків ґрунтові води по заплавах річок району ще ближче підходять до поверхні. Місцями води піднімаються на поверхню, заболочуючи заплаву.

Під час весняної відлиги пойми заливаються водою. У водорозділах ґрунтові води знаходяться на глибині 20-30 м і в ґрунтоутворення участі не приймають. Гідрогеологічними дослідженнями встановлено, що основними водоносними горизонтами, які постачають воду населенню Синельниківського району являються:

1. Давнеалювіальні відкладення розвигі в долині р. Самари та її притоках. По своїй фізично-хімічній якості, води в цьому районі горизонту задовільні: їх дебіт рівняється 7-12 л/сек., колітир вище 333.

2. Харківські піски та піщаники також дають воду задовільної якості, їх дебіт рівняється 3,82 л/с.

3. Води Турнейського горизонту характеризуються дуже низькою мінералізованістю, для питного водопостачання використовується тільки разом з водами Харківського ярусу в складі 2:1.

Води алювіального відкладення Харківського водоносного горизонту знаходяться на глибині 15-20 м. Харківський водоносний горизонт в районі розповсюджений, але якість отриманої води неоднорідна, так як місцями горизонти Харківський та Турнийський мають незначний ізолюючий прослойок, що допускає проникнення мінералізованих вод до шару хороших вод Харківського горизонту.

3 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Вода є ключовим елементом середовища існування людини, без якого неможливе життя складних організмів, адже вона забезпечує всі процеси в клітинах. Наразі прісна вода – це найцінніший ресурс планети. За прогнозами вчених, ситуація невтішна: чиста питна вода вже сьогодні є дефіцитною в багатьох країнах, включно з Україною, і незабаром ця проблема може охопити весь світ [4].

Для використання води в різних цілях необхідна її водопідготовка. Щоб правильно обрати технологію очищення, потрібно знати хімічний склад розчинених у воді домішок, їхню концентрацію, форму існування та нормативні вимоги до очищеної води. Вимоги до води різного призначення регулюються спеціальними нормативними документами, такими як ГОСТ, ДСанПіН та інші [22].

Об'єкт дослідження: оцінка якості питної води на стан здоров'я людей (на прикладі Петропавлівськогорайону Дніпропетровської області) .

Перевірка води з колодязів громадського користування для її придатності до вживання за ДСанПіН 2.2.4.-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

Дослідження в лабораторії проводилися у Відокремленому структурному підрозділі - Синельниківський районний відділ Дніпропетровського обласного центру контролю та профілактики хвороб МОЗ

України. Відбирали проби води з колодязів громадського користування Синельниківського району для перевірки її придатності до вживання за ДСанПіН 2.2.4.-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [20].

3.1 Методика відбору проб води та підготовка їх до аналізів

Властивості води встановлюють за результатами лабораторних аналізів, тому критично важливо правильно відібрати проби та належно підготувати їх до дослідження. Для цього використовують ємність об'ємом 5 літрів, а відібрана проба води має відображати середні характеристики всієї маси води.

Основні вимоги до відбору проб води:

1. Підготувати лабораторний посуд для відбору проб води.
2. Злити перші 6 відер води.
3. Відро колодязя ретельно вимити та обробити спиртом.
4. Витягнути відро води, обпалити факелом горловину пляшки та наповнити її досліджуваною водою, не доливаючи 80-100 мл.
5. Наповнити водою пляшки для хімічного дослідження, попередньо ополоснувши їх тричі досліджуваною водою.
6. Для відбору проб води з колодязя також можна використовувати батометри різної конструкції, що мають металевий каркас для бутлів та шнури для відкривання та закривання бутлів.
7. Оформити супроводжувальну документацію [17].

3.1.1 Органолептичний метод визначення запаху

Щоб провести аналіз проб води, слід використовувати зразки об'ємом не менше ніж 500 см³. Проби, призначені для визначення органолептичних показників, таких як запах, смак, присмак і кольоровість, не консервуються. Їх необхідно досліджувати не пізніше ніж через 2 години після забору.

Органолептичний аналіз застосовується для визначення характеру та інтенсивності запаху. Для цього використовують наступне обладнання: плоскодонні колби з притертими пробками об'ємом 250–350 см³, виготовлені відповідно до ГОСТ 1770, годинникове скло та водяну баню.

Визначення запаху води проводиться при двох температурних режимах — 20 °С та 60 °С, з метою оцінки її органолептичної якості.

При 20 °С: у колбу об'ємом 250–350 см³ наливають 100 см³ води, попередньо доведеної до температури 20 °С. Колбу закривають притертою пробкою, після чого вміст декілька разів обережно перемішують обертальними рухами. Далі колбу відкривають і негайно визначають характер і інтенсивність запаху.

При 60 °С: у ту саму колбу також відмірюють 100 см³ зразка води. Шийку колби накривають годинниковим склом та поміщають її на водяну баню. Воду нагрівають до температури 50–60 °С, кілька разів перемішують. Після цього годинникове скло швидко зсувають убік і негайно оцінюють запах.

Інтенсивність запаху фіксують за п'ятибальною шкалою, як це передбачено вимогами нормативів. Зазначається ступень запаху — від відсутнього (0 балів) до дуже сильного (4–5 балів), що може бути неприємним або неприйнятним для споживання [21].

3.1.2 Органоліптичний метод визначення смаку

Під час дослідження органолептичними методами оцінюють смакові властивості води, зокрема визначають її основні характеристики та ступінь вираженості смаку або присмаку. До них належать гіркий, кислий, солодкий та солоний. Усі інші відчуття, що не належать до зазначених категорій, класифікуються як присмаки.

Смак або присмак визначається за допомогою сенсорного сприйняття, наприклад: солоний, кислий, лужний, металевий тощо. Воду для аналізу набирають у рот невеличкими ковтками, затримуючи її на 3–5 секунд, не ковтаючи. Важливо, щоб під час визначення інтенсивності смакових якостей температура води становила 20 °С. Оцінювання інтенсивності здійснюється за п'ятибальною шкалою відповідно до нормативних критеріїв [13].

3.1.3 Фотометричний метод визначення кольоровості

Колір води визначається фотометричним методом шляхом порівняння дослідних зразків із стандартними розчинами, які імітують природне забарвлення води.

Для проведення аналізу використовується відповідне лабораторне обладнання, хімічні реактиви та посуд: фотоелектроколориметр (ФЕК), оснащений синім світлофільтром із довжиною хвилі 413 нм; кювети з довжиною оптичного шляху 5–10 см; мірні колби на 1000 см³ згідно з ДСТУ (ГОСТ 1770); мірні піпетки на 1, 5 та 10 см³ (з поділками по 0,1 см³) відповідно до ГОСТ 29227; циліндри Несслера на 100 см³.

Серед реактивів, що застосовуються під час вимірювань, — калій дихромат (ГОСТ 4220), сірчаноокислий кобальт (ГОСТ 4462), концентрована сірчана кислота з щільністю 1,84 г/см³ (ГОСТ 4204), дистильована вода за

ГОСТ 6709, а також мембранні фільтри № 4. Усі реактиви повинні мати аналітичну чистоту та відповідати вимогам категорії «чисті для аналізу».

Для приготування основного стандартного розчину (розчин № 1), який відповідає кольоровості 500°, у 1 дм³ дистильованої води розчиняють 0,0875 г калію дихромату (K₂Cr₂O₇), 2,0 г сульфату кобальту (CoSO₄·7H₂O) та додають 1 см³ концентрованої сірчаної кислоти з щільністю 1,84 г/см³.

Окремо готують розведений розчин сірчаної кислоти (розчин № 2): для цього 1 см³ концентрованої кислоти поступово розбавляють дистильованою водою до об'єму 1 дм³.

Під час створення шкали кольоровості застосовують набір циліндрів Несслера об'ємом 100 см³. У кожному з них змішують відповідні об'єми розчинів № 1 і № 2 згідно з пропорціями, наведеними в таблиці шкали кольоровості (табл. 3.3) [22].

Таблиця 3.3—Шкала кольоровості

Розчин №1, см ³	0	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14
Розчин №2, см ³	100	99	98	97	96	95	94	92	90	88	85
Градуси кольоровості	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70

Кожен циліндр у складі шкали кольоровості відповідає певному градусу забарвлення. Для збереження стабільності шкали її зберігають у темному місці, а оновлюють не рідше ніж один раз на 2–3 місяці.

На основі даних шкали кольоровості будують градуйований графік: на ньому відкладають значення оптичної щільності, отримані в результаті вимірювання, та відповідні їм значення кольоровості у градусах.

Для визначення кольоровості дослідну воду об'ємом 100 см³, попередньо профільтровану через мембранний фільтр, наливають у циліндр Несслера і порівнюють із шкалою кольоровості. Оцінювання проводять візуально, зверху, на білому фоні. Якщо зразок води має кольоровість понад 70°, його необхідно у відповідному співвідношенні розбавити дистильованою водою до моменту, коли інтенсивність забарвлення стане зіставною з одним із

стандартів шкали. Отриманий результат множать на коефіцієнт розведення, щоб отримати фактичне значення кольоровості.

У разі використання електрофотокolorиметра для аналізу застосовують кювети зі світлопоглинаючим шаром завтовшки 5–10 см. В якості контрольної рідини використовується дистильована вода, очищена від завислих домішок шляхом фільтрації через мембранні фільтри №4. Оптичну щільність досліджуваної води вимірюють у синій ділянці спектра за допомогою світлофільтра з довжиною хвилі 413 нм. Результати переносять на градуйований графік і визначають кольоровість у відповідних градусах [22].

3.1.4 Фотометричний метод визначення каламутності

Визначення каламутності зразків води слід проводити не пізніше ніж через 24 години після їх відбору. У випадку необхідності зберігання проби допускається її консервування шляхом додавання 2–4 см³ хлороформу на кожен дм³ води.

Аналіз каламутності здійснюється фотометричним методом шляхом порівняння досліджуваного зразка з еталонними стандартними суспензіями. Результати оцінювання виражають у міліграмах на дециметр кубічний (мг/дм³) — при використанні стандартної суспензії каоліну, або в одиницях каламутності (ЕМ/дм³) — у випадку застосування формазинової суспензії.

Для переведення результатів з мг/дм³ у ЕМ/дм³ застосовують співвідношення: 1,5 мг/дм³ каоліну відповідають 2,6 ЕМ/дм³ формазину, або ж 1 ЕМ/дм³ дорівнює приблизно 0,58 мг/дм³ за показником каламутності.

Для проведення вимірювань каламутності використовують відповідне аналітичне обладнання, реактиви та лабораторний посуд. Зокрема, застосовують фотоелектрокolorиметр будь-якої марки, оснащений зеленим світлофільтром з довжиною хвилі 530 нм. У вимірюваннях використовуються кювети з оптичною довжиною шляху 50 та 100 мм.

Також залучаються лабораторні ваги (відповідно до вимог ГОСТ 24104*, класи точності 1 і 2), сушильна шафа, центрифуга, порцелянові тиглі за ГОСТ 9147, установки для фільтрування через мембранні фільтри із застосуванням водоструминного насоса. Для точного дозування використовуються мірні піпетки на 1, 2, 5, 10, 25 та 100 см³ відповідно до ГОСТ 29227 з поділками на 0,1 см³, а також мірні циліндри об'ємом 500 та 1000 см³ згідно з ГОСТ 1770.

У якості матеріалу для приготування стандартних суспензій використовують збагачений каолін: або для парфумерної промисловості (ГОСТ 21285), або для кабельної промисловості (ГОСТ 21288). Серед необхідних реактивів — калій або натрій пірофосфат ($K_4P_2O_7 \cdot 3H_2O$ / $Na_2P_2O_7 \cdot 3H_2O$), гідразинсульфат ($(NH_2)_2 \cdot H_2SO_4$) згідно з ГОСТ 5841, гексаметилентетрамін ($(CH_2)_6N_4$) для монокристалів, хлорид ртуті, формалін (ДЕРЖСТАНДАРТ 1625), хлороформ за ГОСТ 20015.

Як розчинник і для підготовки зразків використовують дистильовану та бідистильовану воду відповідно до ГОСТ 6709. Мембранні фільтри з діаметром пор 0,5–0,8 мкм перед застосуванням мають бути підготовлені згідно з інструкцією виробника [14].

Перед використанням нітроцелюлозні мембранні фільтри проходять перевірку на наявність пошкоджень — тріщин, отворів, деформацій тощо. Для підготовки фільтрів їх по одному розміщують на поверхні дистильованої води, попередньо нагрітої до температури 80 °С (у склянці, чашці для випарювання або емальованому посуді). Далі воду поступово доводять до кипіння на слабкому вогні. Після цього проводять заміну води та повторне кип'ятіння тривалістю 10 хвилин. Такий цикл заміни та кип'ятіння повторюють 3–5 разів — до повного видалення залишкових органічних розчинників з фільтрувального матеріалу.

Фільтруючі мембрани типу «Владіпор» МФА-МА перед застосуванням також підлягають візуальній перевірці на цілісність: відсутність тріщин, отворів, міхурів тощо. Щоб запобігти деформації або скручуванню мембран, їх кип'ятять лише один раз за наступною процедурою: у невеликій кількості

дистильованої води, нагрітої до 80–90 °С, у посудину, на дно якої попередньо поміщено металеву сітку або підставку (наприклад, сітку для молока), обережно занурюють мембрани. Процес кип'ятіння здійснюють на слабкому вогні протягом 15 хвилин. Після охолодження мембрани готові до подальшого використання в аналітичній роботі [17].

Для приготування стандартної суспензії можуть використовуватися як каолін, так і формазин. Стандартну суспензію з каоліну готують наступним чином: 25–30 г каоліну ретельно збовтують з 3–4 дм³ дистильованої води та залишають на 24 години у спокійному стані. Після відстоювання середній шар неосвітленої рідини обережно відбирають за допомогою сифона. До осаду знову додають воду, суміш енергійно збовтують і знову витримують протягом доби. Процедуру тричі повторюють, кожен раз приєднуючи до вже відібраної суспензії нову неосвітлену частину.

Після завершення етапу накопичення суспензії її ще раз добре збовтують. Через три доби над осадом зливають надлишкову рідину, через те що в ній можуть міститись дуже дрібні частинки. Далі до осаду доливають 100 см³ дистильованої води, потім збовтують, щоб отримати стандартну суспензію.

Концентрація суспензії встановлюється ваговим методом (із застосуванням не менше двох паралельних проб): 5 см³ суспензії наливають у порцеляновий тигель, який був попередньо прокалений до сталої маси, потім висушують за температури 105 °С до сталої маси, після цього тигель зважують і вираховують, який вміст каоліну в суспензії в 1 дм³.

Після визначення концентрації суспензію стабілізують додаванням 200 мг пірофосфату калію або натрію на 1 дм³. Консервація проводиться шляхом додавання одного з таких компонентів: 1 см³ насиченого розчину хлорного ртуті, 10 см³ формаліну або 1 см³ хлороформу на 1 дм³ суспензії.

Підготовлена стандартна суспензія зберігається до шести місяців і повинна містити орієнтовно 4 г/дм³ каоліну [14].

Градуйований графік побудови залежності каламутності ґрунтується на використанні стандартних робочих суспензій. На графіку наносять отримані значення оптичної щільності та відповідні їм концентрації стандартних суспензій, що виражені у мг/дм³ або ЕМ/дм³.

Перед початком вимірювань необхідно провести калібрування фотоколориметра з використанням розведених стандартних суспензій каламутності чи за допомогою набору твердих стандартів із відомими значеннями оптичної щільності — це дозволяє уникнути систематичних похибок у результатах.

Аналізована проба ретельно збовтується, після чого її поміщають у кювету з товщиною світлопоглинаючого шару 100 мм. Вимірювання оптичної щільності проводять у зеленій частині спектра з довжиною хвилі 530 нм. У разі, якщо кольоровість зразка не перевищує 10° за шкалою Cr-Co, як контрольну рідину використовують бідистильовану воду. Якщо ж кольоровість перевищує цей показник, контрольна рідина готується з тієї ж проби води, попередньо очищеної від завислих частинок шляхом центрифугування протягом 5 хв при 3000 об/хв або фільтрацією через мембранний фільтр з діаметром пор 0,5–0,8 мкм.

Значення каламутності в мг/дм³ або ЕМ/дм³ визначають за градуйованим графіком. Остаточний результат обов'язково наводять у перерахунку на мг/дм³ відповідно до вмісту каоліну [14].

3.1.5 Визначення концентрації іонів водню (рН)

Під концентрацією йонів водню у водному середовищі (показником рН) розуміють вміст цих йонів у розчині, виражений у грам-йонах на літр. Прийнято, що значення рН визначається як від'ємний десятковий логарифм концентрації водневих йонів у розчині:

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$$

У практичній діяльності водні розчини класифікують за значенням рН наступним чином:

від 1 до 3 — дуже кислі,
від 3 до 5 — кислі,
від 5 до 6 — слабокислі,
від 6 до 7 — дуже слабокислі,
рН = 7 — нейтральні,
від 7 до 8 — дуже слабколужні,
від 8 до 9 — слабколужні,
від 10 до 14 — сильно лужні.

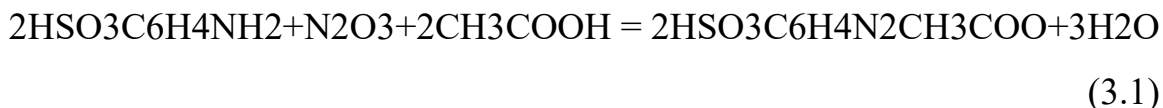
Визначення рН у лабораторній практиці зазвичай здійснюється потенціометричним методом. Суть методу полягає у вимірюванні різниці електродних потенціалів, що виникає на межі взаємодії досліджуваного розчину з зовнішньою поверхнею скляної мембрани електрода та стандартного кислотного розчину з її внутрішньої сторони. Ця різниця потенціалів є основою для визначення активності йонів водню (рН) у досліджуваному середовищі.

Оскільки активність йонів водню у внутрішньому стандартному розчині скляного електрода є сталою, відповідний електродний потенціал також не змінюється. Таким чином, фіксована різниця потенціалів фактично залежить тільки від взаємодії між мембраною і досліджуваним середовищем.

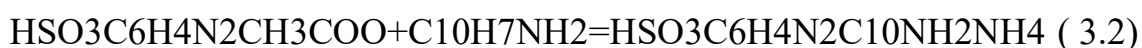
Вимірювання проводиться відносно другого електрода, який виступає як електрод порівняння. Його потенціал від концентрації водневих йонів не залежить і залишається стабільним протягом аналізу [12].

3.1.6 Визначення масової концентрації нітритів у воді

Метод заснований на здатності нітритів діазотувати сульфонілову кислоту та утворювати червоно-фіолетовий барвник діазосполуки з 1-нафтіламіном (див. формулу 3.1).



Азосполука реагує з α -нафтіламіном та утворює червоно-фіолетовий барвник діазосполуки:



Вимірювання оптичної густини розчину проводять при $\lambda = 520\text{nm}$

Алгоритм вимірювання:

Підготовка розчинів до аналізу: 1,497 г NaNO_2 розчиняють у бідистильованій воді в літровій мірній колбі. Після цього розчин консервують і зберігають в склянці темного скла на протязі декількох місяців, якщо немає осаду чи каламутності.

Приготування робочого стандартного розчину: 1мл основного стандартного розчину розводять бідистильованою водою в літровій мірній колбі. Застосовують свіжим.

Приготування реактиву Грісса: 10 г сухого реактиву розчиняють у 100 мл розчину оцтової кислоти $W=12\%$.

Для вимірювання до 50 мл зразка, що досліджується додають 2 мл розчину реактиву Гріса, ретельно перемішують і нагрівають упродовж 10 хвилин на водяній бані з піском при температурі $50-60^\circ\text{C}$. Після цього проводять фотометричне вимірювання за довжині хвилі 520 нм відносно контрольного зразка — бідистильованої води з додаванням реактиву Гріса.

Масову концентрацію нітрит-іонів визначають калібрувальним графіком, який будують на основі результатів фотометричних вимірювань стандартних розчинів. Для побудови графіка у мірні колби місткістю 50 мл послідовно додають 0; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10 та 15 мл робочого стандартного розчину нітритів. Після внесення кожного об'єму, колби доводять до мітки

бідистильованою водою. Отримані розчини використовують для вимірювання оптичної густини, що надалі дозволяє побудувати залежність між концентрацією нітрит-іонів та оптичними показниками. Далі для кожного з підготовлених розчинів вимірюють оптичну щільність і наносять результати на координатну сітку для створення градуйованого графіка залежності концентрації нітритів від оптичної густини [13].

Обробка результатів вимірювання

Будують калібровочний графік в координатах «оптична густина – концентрація (мг/л)». Вимірявши оптичну густину досліджуваної води за графіком знаходять концентрацію NO_2 перераховують за формулою (3.3):

$$X = \frac{C \cdot 50}{V}, \quad (3.3)$$

де C – концентрація за графіком, мг/л;

V -об'єм досліджуваної проби.

3.1.7 Визначення вмісту нітратів у воді

Колориметричне визначення вмісту нітратів засноване на реакції нітратів з саліцилатом натрію в присутності сірчаної кислоти з утворенням солі нітросаліцилової кислоти забарвленої в жовтий колір. Чутливість методу 0,1 мг/л нітратного азоту.

Вимірювання.

Для визначення вмісту амонійного азоту 10 мл досліджуваної води переносять у фарфорову чашку, наливають 1 мл розчину натрію саліцилату. Після цього розчин випарюють на водяній бані до повного висушування. Після охолодження сухий залишок змочують 1 мл концентрованої H_2SO_4 , ретельно розтирають скляною паличкою і залишають на 10 хвилин для завершення реакції.

Після цього додають 5–10 мл бідистильованої води, розчин переливають у колбу об'ємом 50 мл. Далі до зразка доливають 7 мл розчину натрію

гідроксиду з концентрацією 10 моль/л, доливають бідистильовану воду до мітки та ретельно перемішують.

Протягом 10 хвилин після додавання лугу забарвлення розчину залишається стабільним. Далі проводять фотометричне вимірювання оптичної густини за довжині хвилі 480 нм у кюветах з товщиною шару від 10 до 50 мм.

Обробка результатів вимірювання:

Побудовання калібровочного графіку. Для побудови калібрувального графіка в колориметричні пробірки з товщиною шару 10 мм беруть відповідні об'єми робочого стандартного розчину нітрату калію: 0; 0,5; 1; 2; 3; 4; 6 та 10 мл. Кожен об'єм доводять до мітки бідистильованою водою. Отримані розчини переносять у фарфорові чашки, додають по 1 мл розчину натрію саліцилату, після чого проводять випаровування до сухого залишку на водяній бані.

Наступна обробка сухих залишків здійснюється аналогічно до процедури, що застосовується при аналізі дослідного зразка: змочування концентрованою сірчаною кислотою, витримування, лужнення та доведення об'єму до мітки.

Оптичну густину підготовлених зразків вимірюють при довжині хвилі 480 нм. Побудову калібрувального графіка виконують із урахуванням поправки: з усіх отриманих значень оптичної щільності віднімають значення, отримане для нульового зразка. Вимірявши оптичну густину досліджуваної води, за графіком знаходять вміст нітратів [14].

3.1.8 Визначення гідрокарбонат - та карбонат-іонів (загальна лужність)

Аніони карбонату (CO_3^{2-}) та гідрокарбонату (HCO_3^-) є основними складовими, що зумовлюють лужність природної води.

Для аналізу використовують наступні реактиви:

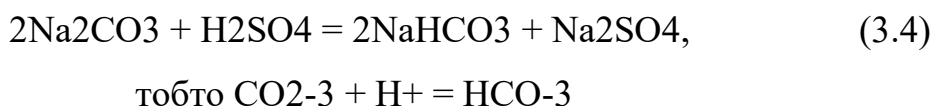
0,05 н розчин H_2SO_4 — готується або з використанням фіксаналу, або шляхом розведення 1,4 мл концентрованої сірчаної кислоти бідистильованою водою до об'єму 1 літра;

1% розчин фенолфталеїну — готується на основі 96% етилового спирту;

0,1% водний розчин метилоранжу — використовується як індикатор для визначення бікарбонатної лужності.

Визначення іонів карбонату (CO_3^{2-}): цей аналіз здійснюється методом кислотно-основного титрування з використанням фенолфталеїну як індикатора. Після додавання індикатора до дослідної проби води, зразок титрують 0,05 н сірчаною кислотою до знебарвлення розчину, що свідчить про нейтралізацію іонів CO_3^{2-} . Отримані результати дають змогу визначити концентрацію карбонатів у воді та оцінити рівень її лужності.

До 20 мл води в конічній колбі додають 2 краплі фенолфталеїну. Пробу титрують 0,05 її розчином сірчаної кислоти, в результаті чого відбувається реакція (див. нижче формулу 3.4):



Перехід карбонатів у бікарбонати відповідає моменту зникнення малинового забарвлення індикатора. Утворені HCO_3^- -іонів підкислюють розчин, в результаті чого рН знижується, тобто він стає менше 8,2 і фенолфталеїн стає безбарвним. Таким чином, іони CO_3^{2-} відтитровуються по цьому індикатору лише навпіл. Тому загальна кількість карбонатіонів дорівнює подвоєній кількості кислоти, яка була витрачена на титрування [7].

Якщо фенолфталеїн не забарвлює дослідну пробу у фіолетовий колір, отже, в ній відсутній іон CO_3^{2-} .

Розрахунок проводять за формулою (3.5):

$$\text{мг-екв} = \text{CO}_3^{2-} \cdot \frac{V \cdot N \cdot 21000}{V_1} \quad (3.5)$$

де V - кількість H_2SO_4 (мл), яка витрачена на титрування;

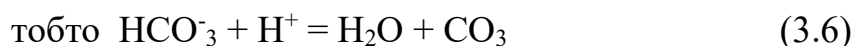
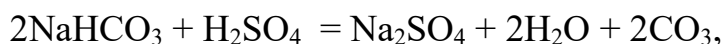
N - нормальність сірчаної кислоти;

2 - постійний множник;

1000 - множник переліку на 1 л води;

V_1 - об'єм проби, яку аналізують (мл).

Визначення HCO_3^- : до тієї ж проби, після завершення визначення карбонатів, додають одну краплю розчину метилоранжу. Потім продовжують титрування 0,05 н сірчаною кислотою до зміни кольору індикатора з жовтого на жовтогарячий (помаранчевий). Ця зміна кольору свідчить про завершення нейтралізації бікарбонатів (HCO_3^-) за наступною хімічною реакцією: (формула 3.6):



Розрахунок проводять за формулою (3.7):

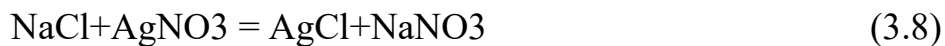
$$\text{мг-екв } HCO_3^- = \frac{(V_2 * V) * N * 1000}{V_1} \quad (3.7)$$

де V_2 - об'єм сірчаної кислоти (мл), витрачений на титрування HCO_3^- -іона [7].

3.1.9 Визначення іона хлориду

Іони хлоридів (Cl^-) є типовими компонентами природних і техногенних вод завдяки їх високій розчинності, тому вони трапляються майже в усіх водних об'єктах. За підвищених концентрацій хлориди надають воді характерного гірко-солоного присмаку.

Вміст Cl^- у воді визначають методом аргентометричного титрування — шляхом додавання розчину нітрату срібла ($AgNO_3$) у присутності індикатора — калій хромату (K_2CrO_4). Під час титрування в розчині одночасно відбуваються дві реакції осадження: (формули 3.8 та 3.9):



Хід визначення: для визначення вмісту хлорид-іонів у зразку води відбирають 20 мл дослідної проби за допомогою мірної піпетки та переносять у конічну колбу на 250 мл. До зразка додають 1 мл 10%-го розчину калій хромату, що виконує роль індикатора. Після цього пробу титрують розчином нітрату срібла до появи стійкого цегляно-червоного забарвлення, яке вказує на завершення реакції (утворення осаду хромату срібла). Об'єм розчину нітрату срібла, який пішов на процес титрування, записують для подальших розрахунків [15].

Кількість хлорид-іонів (С) у пробі обчислюють за формулою: (3.10):

$$C = (V - V_{\text{хл.}}) \cdot K \cdot n \cdot 35,45 \cdot 1000 / V_{\text{пр.}} \quad (3.10)$$

де К – коефіцієнт, який приймають за одиницю; 35,45 - міліграм-еквівалент хлору; $V_{\text{пр.}}$ - об'єм води, для титрування, яка досліджується, мл. V - об'єм розчину нітрату срібла, який було використано під час титрування, мл; n – нормальність нітрату срібла;

3.1.10 Визначення іонів сульфату

Підвищений вміст сульфат-іонів (SO_4^{2-}) у воді є небажаним, оскільки призводить до погіршення органолептичних властивостей води (смак, прозорість) і може підвищувати її корозійну агресивність щодо трубопроводів та обладнання. Визначення вмісту сульфатів у воді проводять комплексонометричним методом із використанням трилону Б

(етилендіамінтетраоцтової кислоти, ЕДТА). Трилон Б має здатність утворювати стійкі комплекси з іонами барію (Ba^{2+}), що лежить в основі методу. Суть аналізу полягає в тому, що до дослідної проби води додають розчин хлориду барію (BaCl_2), унаслідок чого іони SO_4^{2-} осаджуються у вигляді малорозчинного сульфату барію (BaSO_4), згідно з реакцією: (3.11):



Кількісний вміст сульфат-іонів у воді, що досліджується визначають за різницею об'єму трилону Б (ЕДТА), витраченого на титрування іонів барію (Ba^{2+}) до й після осадження іонів SO_4^{2-} . Враховуючи присутність у воді іонів кальцію (Ca^{2+}) і магнію (Mg^{2+}), обов'язковим є внесення відповідних поправок на ці катіони [16].

В колбу, яка має об'єм 250 мл піпеткою відбирають 200 мл дослідної проби води, додають 1–2 краплі розчину метилового червоного як індикатора і підкислюють 0,1 н розчином соляної кислоти до зміни кольору. Отриману суміш кип'ятять 3–5 хвилин для видалення розчиненої вуглекислоти. Після цього до гарячого розчину додають точно 1 мл розчину хлориду барію, збагаченого іонами магнію (розчин готують із 10 г $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ та 4 г $\text{MgCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, розчинених в 1 л дистильованої води), і знову кип'ятять протягом 10–15 хвилин. Іони магнію вводять для чіткого виявлення кінцевої точки титрування з трилоном Б. У процесі реакції частина іонів барію витрачається на утворення осаду сульфату барію (BaSO_4), а надлишок залишається у розчині. Після охолодження розчин нейтралізують 0,1 н розчином NaOH , додаючи його повільно, краплями, до переходу кольору індикатора з червоного на жовтий. Далі до розчину вносять 5 мл аміачного буферного розчину, декілька крапель індикатора ЕХЧ-Т (ерохром чорний Т) і титрують 0,025 н розчином трилону Б до того моменту, як зміниться забарвлення (з винно-червоного на синє).

Паралельно проводять два контрольні визначення: в окремій пробі визначають кількість трилону Б, необхідну для титрування 1 мл розчину хлориду барію з магнієм;

у другій пробі — 200 мл води, що досліджується — визначають об'єм трилону Б, потрібний для титрування іонів Ca^{2+} та Mg^{2+} . Вміст іонів SO_4^{2-} обчислюють по формулі (3.12):

$$C = (m_{\text{зал.}} - m_{\text{пуст.}}) \cdot 0,4115 \cdot 1000 \cdot 1000 / V_{\text{пр.}} \quad (3.12)$$

де $m_{\text{зал.}}$ — маса тигля із залишком, г;

$m_{\text{пуст.}}$ — маса пустого тигля, г;

$V_{\text{пр.}}$ — об'єм проби, яка аналізується мл.

3.1.11 Визначення загальної суми водорозчинних речовин (сухий залишок)

Сухий залишок — це кількість речовин, що залишаються після повного випаровування проби води та висушування залишку при температурі 105°C протягом 2 годин. Цей показник дає уявлення про загальну концентрацію органічних і мінеральних домішок, розчинених у воді [17].

Попередньо висушену до сталої маси та зважену на аналітичних терезах порцелянову чашку використовують для випаровування проби. У неї відбирають 100 см^3 профільтрованої води та випаровують її до сухого залишку. Після цього чашку з залишком поміщають у сушильну шафу і витримують при температурі 105°C протягом 2 годин. Після висушування чашку охолоджують у ексікаторі та зважують повторно.

Маса сухого залишку визначається як різниця між масою чашки з осадом та масою чашки порожньої. Цей показник відповідає кількості речовин, розчинених у 100 см^3 досліджуваної води.

$$C_{\text{сух.зал.}} = (m_{\text{осад.}} - m_{\text{пор.}}) \cdot 1000 / V_{\text{пр.}}, \quad (3.13)$$

де $m_{\text{осад.}}$ — маса чашечки з сухим залишком, г;

$m_{\text{пор.}}$ — маса порожньої фарфорової чашки, г;

$V_{\text{пр.}}$ — об'єм проби води, мл [17].

3.1.12 Визначення загальної жорсткості води

Загальна жорсткість води характеризується сумарною концентрацією двовалентних катіонів лужноземельних металів, насамперед кальцію (Ca^{2+}) та магнію (Mg^{2+}), які найчастіше зустрічаються у природних водах.

Комплексонометричний метод визначення жорсткості базується на здатності трилону Б (ЕТДА — етілендіамінтетраоцтова кислота) утворювати стабільні комплексні сполуки з катіонами Ca^{2+} і Mg^{2+} . Даний метод базується на тому, що трилон Б реагує з іонами жорсткості у воді, зв'язуючи їх у хелатні комплекси за реакцією типу:



де M^{2+} — катіон кальцію або магнію.

Процес титрування супроводжується зміною кольору за допомогою відповідного індикатора, що дозволяє точно встановити момент завершення реакції. Результати дозволяють оцінити рівень загальної жорсткості води, що є важливим показником її якості та придатності для питного і технічного використання. Оскільки іони кальцію та магнію утворюють із трилоном Б нестійкі комплекси в нейтральному або кислому середовищі, титрування проводять у лужному середовищі. Для забезпечення необхідного рівня рН використовують аміачну буферну суміш, яка стабілізує середовище на рівні $\text{pH} \approx 10$, що сприяє утворенню більш стабільних комплексних сполук трилона Б з іонами кальцію та магнію [18].

Хід визначення:

В колбу об'ємом 200 мл піпеткою відбирають 20 мл дослідної проби води, потім додають 80 мл бідистильованої води для створення оптимального середовища для титрування. До суміші вносять 5 мл аміачного буферного

розчину і 7–10 крапель індикатора хрому темно-синього, який чутливо реагує на зміну концентрації іонів жорсткості.

Далі проводять титрування 0,025 н розчином трилону Б. Реакцію ведуть повільно, постійно перемішуючи, до моменту зміни забарвлення з фіолетового на чисто блакитний, що говорить про повне зв'язування іонів Ca^{2+} і Mg^{2+} у стійкі комплексні сполуки з трилоном Б. Розрахунок робимо за формулою (3.15):

$$J_{\text{заг}} = \frac{V \cdot N \cdot 50}{V_1} \quad (3.15)$$

де V – об'єм трилону Б, який був використаний під час титрування, мл; 1000 – множник перерахування на 1 л; V_1 – об'єм проби, мл; N – нормальність трилону Б [18].

3.1.13 Визначення перманганатної окислюваності

Перманганатна окислюваність є показником, що характеризує вміст у воді органічних та деяких неорганічних речовин, здатних до окиснення. Метод ґрунтується на реакції окиснення відновлювальних речовин у пробі води перманганатом калію у кислому середовищі. У цьому дослідженні використовувався метод Кубеля, згідно з яким калій перманганат є окисником у сульфатнокислому середовищі [19].

У конічну колбу до дослідного зразка води додають 0,01 н розчин перманганат калію та попередньо розведену сірчану кислоту. Суміш із рожевим відтінком кип'ятять протягом 10 хвилин. Після завершення окиснення вносять 0,01 н розчин щавлевої кислоти (оксалатної) з метою знебарвлення залишку перманганату.

Отриманий знебарвлений розчин, охолоджений до приблизно 80 °С, титрують стандартним 0,01 н розчином перманганату калію до прояву стійкого блідо-рожевого забарвлення. Паралельно проводиться контрольний

дослід, у якому 100 мл дистильованої води обробляють за тією ж процедурою, що й основну пробу.

На основі результатів титрування визначають перманганатну окислюваність води — масу кисню, витраченого на окиснення речовин, виражену в мг $O_2/дм^3$.

Результати дослідження: аналіз охопив проби води з різних джерел: бюветної, криничної, водопровідної, фільтрованої та бутильованої питної води. Значення перманганатної окислюваності варіювалися в межах 1,56–6,80 мг $O_2/дм^3$. Найнижчі показники (1,56–2,90 мг $O_2/дм^3$) були зафіксовані у воді з артезіанських свердловин, тоді як проби з відкритих або мілких джерел, зокрема криниць, мали значно вищу окислюваність — 4,20–6,80 мг $O_2/дм^3$ [19].

3.2 Методика оцінки якості води за даними санітарного обстеження і результатами лабораторного дослідження

Маючи уявлення про якість води, лікар має можливість визначити заходи щодо запобігання як інфекційним, так і неінфекційним захворюванням, які можуть передаватися водним шляхом. Крім того, він повинен володіти навичками інтерпретації аналізу води, тобто зробити обґрунтований висновок про її якість. Існує чітка методика розшифровки результатів аналізу води, яка включає сім послідовних етапів.

Спочатку лікар повинен визначити, до якого типу належать вимоги до якості води. Визначають чотири основні типи таких вимог [14]:

Перший тип вимог стосується якості питної води, що використовується в системах централізованого господарсько-питного водопостачання. Така вода має відповідати державним санітарно-гігієнічним нормам, які регламентують фізико-хімічні, мікробіологічні та токсикологічні показники. Ці стандарти забезпечують безпечність води для щоденного вживання населенням і

визначають допустимі концентрації забруднюючих речовин, що можуть бути присутні в питній воді.

Другий тип вимог стосується якості води, яка надходить з індивідуальних джерел водопостачання — колодязів або природних джерел. Вона повинна відповідати вимогам, визначеним у «Санітарних правилах по влаштуванню і утриманню колодязів та каптажів джерел, які використовуються для децентралізованого господарсько-питного водопостачання». Ці правила регламентують умови облаштування, експлуатації та санітарного захисту джерел, з метою забезпечення мікробіологічної безпечності, відсутності токсичних домішок і стабільного складу води, придатної для споживання людиною без додаткового очищення.

Третій тип вимог стосується якості води з природних джерел — як підземних (артезіанських свердловин), так і поверхневих (річок, озер, водосховищ), які використовуються для централізованого господарсько-питного водопостачання. Ці вимоги регламентуються положеннями ГОСТ 2761-84 «Джерела централізованого господарсько-питного водопостачання. Гігієнічні, технічні вимоги та правила вибору». Документ встановлює критерії відбору джерел, зокрема за санітарним станом, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками, можливістю впровадження водоочисних заходів, рівнем забруднення та природною здатністю до самоочищення. Його основна мета — гарантувати, що обрані джерела є безпечними, стабільними за якістю та придатними для подальшого використання після очищення.

Четвертий тип вимог стосується якості гарячої води, яка використовується в системах централізованого гарячого водопостачання для побутових потреб. Вимоги до такої води встановлені в «Санітарних правилах проектування і експлуатації систем централізованого гарячого водопостачання» № 2270-80. Згідно з цими правилами, гаряча вода повинна відповідати санітарно-гігієнічним нормам за мікробіологічними, хімічними та фізико-хімічними показниками, не створювати ризику для здоров'я людини при побутовому використанні (миття, прибирання тощо), не мати неприємного

запаху, присмаку, підвищеної кольоровості чи мутності. Також регламентуються температурні режими та умови експлуатації систем для забезпечення якості води на всіх етапах її подачі [8].

Другий етап передбачає постановку завдань, які стоять перед лікарем. Наприклад, це може бути:

- надання висновку про якість питної води у водопроводі;
- оцінка якості та ефективності систем водопідготовки на водопровідних станціях;
- визначення, чому саме виник карієс або флюороз;
- аналіз, що саме призвело до розвитку метгемоглобінемії у осіб похилого віку та дітей;
- виявлення джерела забруднення води;
- дослідження впливу нових реагентів, що застосовуються на водоочисних станціях;
- оцінка впливу нових полімерних матеріалів, що використовуються у конструкціях водоочисних споруд або трубопроводів [15].

На третьому етапі лікар формує індивідуальну програму лабораторних досліджень залежно від джерела водопостачання, особливостей місцевості та скарг населення. Для оцінки якості водопровідної або колодязної води зазвичай проводять наступні аналізи:

- фізико-органолептичні показники: запах, смак, кольоровість, присмак, прозорість або каламутність;
- хіміко-органолептичні: вміст залізата сухого залишку, загальна жорсткість, активна реакція (pH);
- санітарно-мікробіологічні: колі-індекс та кількість мікроорганізмів;
- санітарно-хімічні: вміст нітритів, вміст аміаку, перманганатна окислюваність [9].

Крім цього, доцільно включити:

- визначення фторидів — для виявлення можливих причин флюорозу або карієсу;

визначення нітратів — у випадку підозри на водно-нітратну метгемоглобінемію;

бактеріологічні або вірусологічні дослідження — при можливому зараженні води;

хімічні аналізи — при підозрі на вплив полімерних матеріалів або реагентів [17].

Четвертий етап полягає у перевірці повноти представлених даних та правильності процедури відбору проб. Якщо проба була взята з колонки або шахтного колодязя, необхідно мати повну інформацію про результати:

санітарно-топографічного, санітарно-технічного та санітарно-епідеміологічного обстежень, результати лабораторного аналізу, проведеного згідно з дослідницькою програмою.

У разі відбору зразка з водопровідного крану результати повинні бути подані у контексті конкретної програми дослідження. Кожен зразок води має супроводжуватися документацією, яка містить: найменування проби; місце відбору (адреса); характеристики джерела (тип, глибина, пристрій водопідйому, стан території); погодні умови впродовж 10 днів, силу й напрямок вітру — для відкритих водойм; мету дослідження; обсяг і дата досліджень; дані про дослідження, проведені під час відбору; підпис і ПІБ особи, що здійснила відбір.

Терміни зберігання проб: для бактеріологічного аналізу — не більше 6 годин при температурі 18 °С; для фізико-хімічного — не більше 48 годин при зберіганні у холодильнику при 18 °С [4].

На п'ятому етапі лікар проводить аналіз представленого матеріалу та формує попередній висновок. Санітарно-топографічне обстеження дозволяє встановити: рельєф місцевості, глибину залягання ґрунтових вод, тип ґрунтів; наявність поблизу джерел потенційних джерел забруднення (вигрібні ями, стічні води тощо).

Під час санітарно-технічного обстеження оглядається: стан джерела водопостачання, правильність облаштування; водозабірний пристрій

(свердловина, колонка, колодязь); справність та герметичність споруд; ризики проникнення сторонніх речовин у водоносні горизонти.

Санітарно-епідеміологічне обстеження дає змогу: встановити епідеміологічний стан району; виявити носіїв інфекцій, які можуть передаватися через воду; врахувати зоонозні захворювання тварин у регіоні [21]. На основі цих даних формулюється висновок щодо епідемічної безпеки води та ризиків її забруднення.

Шостий етап — аналіз результатів лабораторних досліджень за кожною групою показників: фізико-органолептичні; хіміко-органолептичні; показники нешкідливості хімічного складу; санітарно-мікробіологічні; санітарно-хімічні.

Сьомий етап — формулювання узагальненого висновку про якість води відповідно до поставленого завдання, а також за необхідності — надання рекомендацій щодо її поліпшення [11].

4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Проби води були відібрані з колодязів громадського користування таких селищ Синельниківського району як: Русакове, Богинівка, Українське, Хороше, Вереміївка. Відібрані зразки води з колодязів громадського користування були проаналізовані за основними показниками ДСанПіН 2.2.4.-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Результати, які були отримані під час досліджень приведені у таблицях 4.1-4.7.

Таблиця 4.1 - Результат відібраної проби води з колодязя громадського користування, с. Русакове, Синельниківський район

Місце відбору проби: Колодязь громадського користування, с. Русакове, вул. Будинського35, Синельниківський район						
Найменування вододжерела: колодязь						
Дата і час відбору проби: 25.03.24р. 10 ⁰⁰						
Запах	1	бали при 20°C	1	бали при 60°C		ГОСТ 3351-74
Присмак	2	бали при 20°C	кольоровість	8,8	Градуси	
Каламутність		1,34	по формаїну, мг/дм³			
Осад (описати)		-				
Прозорість		-			См	
рН		6,9			ДСТУ 4077-2001	
Залишковий хлор						
Вільний		-	мг/дм³		ГОСТ 18190-72	
зв'язаний		-	мг/дм³		ГОСТ 18190-72	
залишковий озон		-	мг/дм³		ГОСТ 18301-72	
Окислюваність перманганатна		1,44	мгО2/дм³		ГОСТ 23268.12-78	
Амоній		0,15	мг/дм³		ГОСТ 4192-82	
Нітритів (іон)		0,07	мг/дм³		ГОСТ 4192-82	

Продовження таблиці 4.1

Нітратів (іон)	47,3	мг/дм ³	ГОСТ 18826-73
Загальна жорсткість	32	ммоль/дм ³	ГОСТ 4151-72
Сухий залишок	2520	мг/дм ³	ГОСТ 18164-72
Хлориди	160	мг/дм ³	ГОСТ 4245-72
Сульфати	905	мг/дм ³	ГОСТ 4389-72
Залізо	менше 0,05*	мг/дм ³	ГОСТ 4011-72
Мідь	менше 0,02*	мг/дм ³	ГОСТ 4388-72
Цинк	-	мг/дм ³	ГОСТ 18293-72
Свинець	-	мг/дм ³	ГОСТ 18293-72
Миш'як	-	мг/дм ³	ГОСТ 4152-89
Барій	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Фтор	0,3	мг/дм ³	ГОСТ 4386-89
Залишковий алюміній	-	мг/дм ³	ГОСТ 18165-89
Поліфосфати	-	мг/дм ³	ГОСТ 18309-72
Селен	-	мг/дм ³	ГОСТ 19413-89
Нікель	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Марганець	менше 0,005*	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Тригалогенметани (ТГМ, сума):	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Поверхнево-активні речовини	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Феноли	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Нафтопродукти	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Лужність загальна	-	ммоль/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Магній	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Ртуть	-	мг/дм ³	МВВ 081/12-0095-03
Талій	-	мг/дм ³	ДСанПін 2.2.4-171-10
Ціаніди	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Хром (+6)	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Кадмій	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Пестициди	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Стронцій стабільний	-	мг/дм ³	ГОСТ 23950-80
Специфічні речовини, характерні для місцевих умов, мг/дм ³ :			

Якість питної води за показниками, що досліджувались, не відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Перевищення зафіксовано за такими показниками: загальна жорсткість перевищує норматив у 3,2 раза, рівень сухого залишку — у 1,7 раза, а концентрація сульфатів — у 1,81 раза.

Таблиця 4.2 - Результат відібраної проби води з колодязя громадського користування, с.Богинівка, Синельниківський район

Місце відбору проби: Колодязь громадського користування, с. Богинівка вул. Шкільна 17, Синельниківський район					
Найменування вододжерела: колодязь					
Дата і час відбору проби: 06.04.24 р. 09 ⁰⁰					
Запах	0	бали при 20°C	1	бали при 60°C	
Присмак	1	бали при 20°C	кольоровість	12,2	Градуси
Каламутність	1,0	по каоліну, мг/дм³			ГОСТ 3351-74
Осад (описати)	-				
Прозорість	-			См	
рН	7,47			ДСТУ 4077-2001	
Залишковий хлор					
Вільний	-	мг/дм³	ГОСТ 18190-72		
зв'язаний	-	мг/дм³	ГОСТ 18190-72		
залишковий озон	-	мг/дм³	ГОСТ 18301-72		
Окислюваність перманганатна	1,04	мгО2/дм³	ГОСТ 23268.12-78		
Амоній	менше 0,077	мг/дм³	ГОСТ 4192-82		
Нітритів (іон)	0,033	мг/дм³	ГОСТ 4192-82		
Нітратів (іон)	18,0	мг/дм³	ГОСТ 18826-73		
Загальна жорсткість	8,2	ммоль/дм³	ГОСТ 4151-72		
Сухий залишок	880,6	мг/дм³	ГОСТ 18164-72		
Хлориди	49,5	мг/дм³	ГОСТ 4245-72		
Сульфати	169,5	мг/дм³	ГОСТ 4389-72		
Залізо	менше 0,05*	мг/дм³	ГОСТ 4011-72		
Мідь	менше 0,02*	мг/дм³	ГОСТ 4388-72		
Цинк	-	мг/дм³	ГОСТ 18293-72		
Свинець	-	мг/дм³	ГОСТ 18293-72		
Миш'як	-	мг/дм³	ГОСТ 4152-89		
Барій	-	мг/дм³	СанПін № 383 від 23.1996р.		
Фтор	0,39	мг/дм³	ГОСТ 4386-89		
Залишковий алюміній	-	мг/дм³	ГОСТ 18165-89		
Поліфосфати	-	мг/дм³	ГОСТ 18309-72		
Селен	-	мг/дм³	ГОСТ 19413-89		
Нікель	-	мг/дм³	СанПін № 383 від 23.1996р.		

Продовження таблиці 4.2

Марганець	менше 0,05*	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Тригалогенметани (ТГМ, сума):	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Поверхнево-активні речовини	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Феноли	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Нафтопродукти	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Лужність загальна	-	ммоль/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Магній	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Ртуть	-	мг/дм ³	МВВ 081/12-0095-03
Галій	-	мг/дм ³	ДСанПін 2.2.4-171-10
Ціаніди	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Хром (+6)	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Кадмій	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Пестициди	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Стронцій стабільний	-	мг/дм ³	ГОСТ 23950-80
Специфічні речовини, характерні для місцевих умов, мг/дм ³ :			

Висновки: якість питної води за дослідженими показниками відповідає вимогам ДСанПін 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», перевищень не зафіксовано.

Таблиця 4.3 - Результат відібраної проби води колодязя громадського користування, с.Українське, Синельниківський район

Місце відбору проби: Колодязь громадського користування, с.Українське, вул. Миру 2, Синельниківський район						
Найменування вододжерела: колодязь						
Дата і час відбору проби: 07.05.24 р. 10 ³⁰						
Запах	1	бали при 20°C	1	бали при 60°C		ГОСТ 3351-74
Присмак	2	бали при 20°C	кольоровість	15,7	Градуси	
Каламутність		1,16	по формазину, мг/дм³			
Осад (описати)		-				
Прозорість		-		См		
рН		6,5		ДСТУ 4077-2001		

Продовження таблиці 4.3

Залишковий хлор			
Вільний	-	мг/дм ³	ГОСТ 18190-72
зв'язаний	-	мг/дм ³	ГОСТ 18190-72
залишковий озон	-	мг/дм ³	ГОСТ 18301-72
Окислюваність перманганатна	2,92	мгО ₂ /дм ³	ГОСТ 23268.12-78
Амоній	менше 0,1*	мг/дм ³	ГОСТ 4192-82
Нітритів (іон)	менше 0,002*	мг/дм ³	ГОСТ 4192-82
Нітратів (іон)	менше 2,25*	мг/дм ³	ГОСТ 18826-73
Загальна жорсткість	7,0	ммоль/дм ³	ГОСТ 4151-72
Сухий залишок	819	мг/дм ³	ГОСТ 18164-72
Хлориди	63,05	мг/дм ³	ГОСТ 4245-72
Сульфати	76,8	мг/дм ³	ГОСТ 4389-72
Залізо	менше 0,05*	мг/дм ³	ГОСТ 4011-72
Мідь	менше 0,02*	мг/дм ³	ГОСТ 4388-72
Цинк	-	мг/дм ³	ГОСТ 18293-72
Свинець	-	мг/дм ³	ГОСТ 18293-72
Миш'як	-	мг/дм ³	ГОСТ 4152-89
Барій	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Фтор	0,79	мг/дм ³	ГОСТ 4386-89
Залишковий алюміній	-	мг/дм ³	ГОСТ 18165-89
Поліфосфати	-	мг/дм ³	ГОСТ 18309-72
Селен	-	мг/дм ³	ГОСТ 19413-89
Нікель	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Марганець	менше 0,05*	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Тригалогенметани (ТГМ, сума):	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Поверхнево-активні речовини	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Феноли	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Нафтопродукти	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Лужність загальна	-	ммоль/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Магній	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Ртуть	-	мг/дм ³	МВВ 081/12-0095-03
Талій	-	мг/дм ³	ДСанПін 2.2.4-171-10
Ціаніди	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Хром (+6)	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.

Продовження таблиці 4.3

Кадмій	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Пестициди	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Стронцій стабільний	-	мг/дм ³	ГОСТ 23950-80
Специфічні речовини, характерні для місцевих умов, мг/дм ³ :			

Висновки: за результатами проведених досліджень встановлено, що якість питної води відповідає вимогам ДСанПін 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», перевищень не зафіксовано.

Таблиця 4.4 - Результат відібраної проби води з колодязя громадського користування, с. Хороше, Синельниківський район

Місце відбору проби: Колодязь громадського користування, с.Хороше, вул.Виноградна 9, Синельниківський район					
Найменування вододжерела: колодязь					
Дата і час відбору проби: 17.05.24 р 10 ¹⁰					
Запах	1	бали при 20°С	1	бали при 60°С	
Присмак	2	бали при 20°С	Кольоровість	8,06	Градуси
Каламутність		0,93	по формазіну, мг/дм ³		
Осад (описати)		-			ГОСТ 3351-74
Прозорість		-			
рН		6,73			
		ДСТУ 4077-2001			
Залишковий хлор					
Вільний		-	мг/дм ³	ГОСТ 18190-72	
зв'язаний		-	мг/дм ³	ГОСТ 18190-72	
залишковий озон		-	мг/дм ³	ГОСТ 18301-72	
Окислюваність перманганатна		2,8	мгО2/дм ³	ГОСТ 23268.12-78	
Амоній		0,11	мг/дм ³	ГОСТ 4192-82	
Нітритів (іон)		0,002	мг/дм ³	ГОСТ 4192-82	
Нітратів (іон)		менше 2,25*	мг/дм ³	ГОСТ 18826-73	
Загальна жорсткість		23,7	ммоль/дм ³	ГОСТ 4151-72	
Сухий залишок		3806	мг/дм ³	ГОСТ 18164-72	
Хлориди		188,7	мг/дм ³	ГОСТ 4245-72	
Сульфати		1317,0	мг/дм ³	ГОСТ 4389-72	
Залізо		менше 0,05*	мг/дм ³	ГОСТ 4011-72	
Мідь		менше 0,02*	мг/дм ³	ГОСТ 4388-72	
Цинк		-	мг/дм ³	ГОСТ 18293-72	
Свинець		-	мг/дм ³	ГОСТ 18293-72	
Миш'як		-	мг/дм ³	ГОСТ 4152-89	

Продовження таблиці 4.4

Барій	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Фтор	0,16	мг/дм ³	ГОСТ 4386-89
Залишковий алюміній	-	мг/дм ³	ГОСТ 18165-89
Поліфосфати	-	мг/дм ³	ГОСТ 18309-72
Селен	-	мг/дм ³	ГОСТ 19413-89
Нікель	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Марганець	менше 0,005*	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Тригалогенметани (ТГМ, сума):	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Поверхнево-активні речовини	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Феноли	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Нафтопродукти	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Лужність загальна	-	ммоль/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Магній	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Ртуть	-	мг/дм ³	МВВ 081/12-0095-03
Талій	-	мг/дм ³	ДСанПін 2.2.4-171-10
Ціаніди	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Хром (+6)	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Кадмій	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Пестициди	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Стронцій стабільний	-	мг/дм ³	ГОСТ 23950-80
Специфічні речовини, характерні для місцевих умов, мг/дм ³ :			

Висновки: за результатами дослідження встановлено, що якість питної води не відповідає вимогам ДСанПін 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» за наступними показниками: загальна жорсткість (перевищення у 2,37 рази), сухий залишок (перевищення у 2,5 рази) та вміст сульфатів (перевищення у 2,6 рази).

Таблиця 4.5 - Результат відібраної проби води з колодязя громадського користування, с.Вереміївка, Синельниківський район

Місце відбору проби: Колодязь громадськогочористування, с.Вереміївка вул. Центральна 7, Синельниківський район					
Найменування вододжерела: колодязь					
Дата і час відбору проби: 29.07.24 р 09 ³⁰					
Запах	1	бали при 20°C	2	бали при 60°C	
Присмак	2	бали при 20°C	кольоровість	8,6	Градуси
Каламутність		0,88	по формазіну, мг/дм³		
Осад (описати)		-			ГОСТ 3351-74
Прозорість		-		См	
рН		7,0		ДСТУ 4077-2001	
Залишковий хлор					
Вільний		-	мг/дм³	ГОСТ 18190-72	
зв'язаний		-	мг/дм³	ГОСТ 18190-72	
залишковий озон		-	мг/дм³	ГОСТ 18301-72	
Окислюваність перманганатна		2,92	мгО2/дм³	ГОСТ 23268.12-78	
Амоній		0,137	мг/дм³	ГОСТ 4192-82	
Нітритів (іон)		0,032	мг/дм³	ГОСТ 4192-82	
Нітратів (іон)		49,2	мг/дм³	ГОСТ 18826-73	
Загальна жорсткість		18,4	ммоль/дм³	ГОСТ 4151-72	
Сухий залишок		1840	мг/дм³	ГОСТ 18164-72	
Хлориди		236	мг/дм³	ГОСТ 4245-72	
Сульфати		646,05	мг/дм³	ГОСТ 4389-72	
Залізо		менше 0,05*	мг/дм³	ГОСТ 4011-72	
Мідь		менше 0,02*	мг/дм³	ГОСТ 4388-72	
Цинк		-	мг/дм³	ГОСТ 18293-72	
Свинець		-	мг/дм³	ГОСТ 18293-72	
Миш'як		-	мг/дм³	ГОСТ 4152-89	
Барій		-	мг/дм³	СаНПін № 383 від 23.1996р.	
Фтор		0,38	мг/дм³	ГОСТ 4386-89	
Залишковий алюміній		-	мг/дм³	ГОСТ 18165-89	
Поліфосфати		-	мг/дм³	ГОСТ 18309-72	
Селен		-	мг/дм³	ГОСТ 19413-89	
Нікель		-	мг/дм³	СаНПін № 383 від 23.1996р.	
Марганець		менше 0,005*	мг/дм³	СаНПін № 383 від 23.1996р.	
Тригалогенметани (ТГМ, сума):		-	мг/дм³	СаНПін № 383 від 23.1996р.	
Поверхнево-активні речовини		-	мг/дм³	СаНПін № 383 від 23.1996р.	
Феноли		-	мг/дм³	СаНПін № 383 від 23.1996р.	

Продовження таблиці 4.5

Нафтопродукти	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Лужність загальна	-	ммоль/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Магній	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Ртуть	-	мг/дм ³	МВВ 081/12-0095-03
Талій	-	мг/дм ³	ДСанПін 2.2.4-171-10
Ціаніди	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Хром (+6)	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Кадмій	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Пестициди	-	мг/дм ³	СанПін № 383 від 23.1996р.
Стронцій стабільний	-	мг/дм ³	ГОСТ 23950-80
Специфічні речовини, характерні для місцевих умов, мг/дм ³ :			

Висновки: якість питної води, яка аналізувалась, не відповідає вимогам ДСанПін 2.2.4.-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» за наступними показниками: жорсткість загальна (перевищення в 1,84 р.), сухий залишок (перевищення в 1,23 р.), сульфати (перевищення в 1,3 р.).

В ході дослідження води з п'яти колодязів громадського користування було встановлено, що лише у двох із них вода відповідає вимогам ДСанПін 2.2.4.-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» та може бути використана до пиття. В інших пробах води було знайдено перевищення ГДК за такими показниками як: сухий залишок, загальна жорсткість, сульфати, тому ці колодязі категорично заборонено використовувати для питних потреб. Результати досліджень показані на рисунках 4.1-4.3

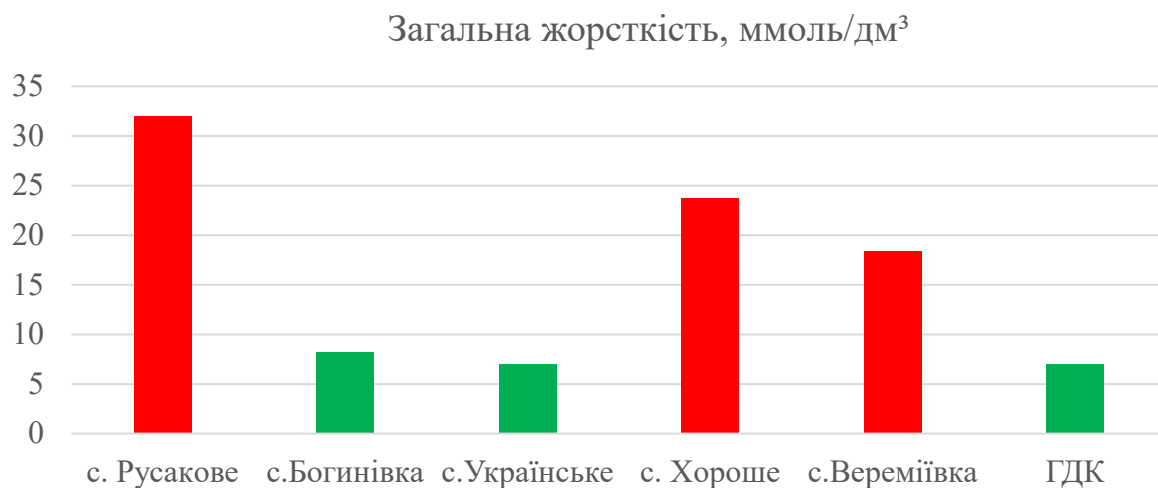


Рисунок 4.1 – Показники загальної жорсткості в колодязній воді в селесах

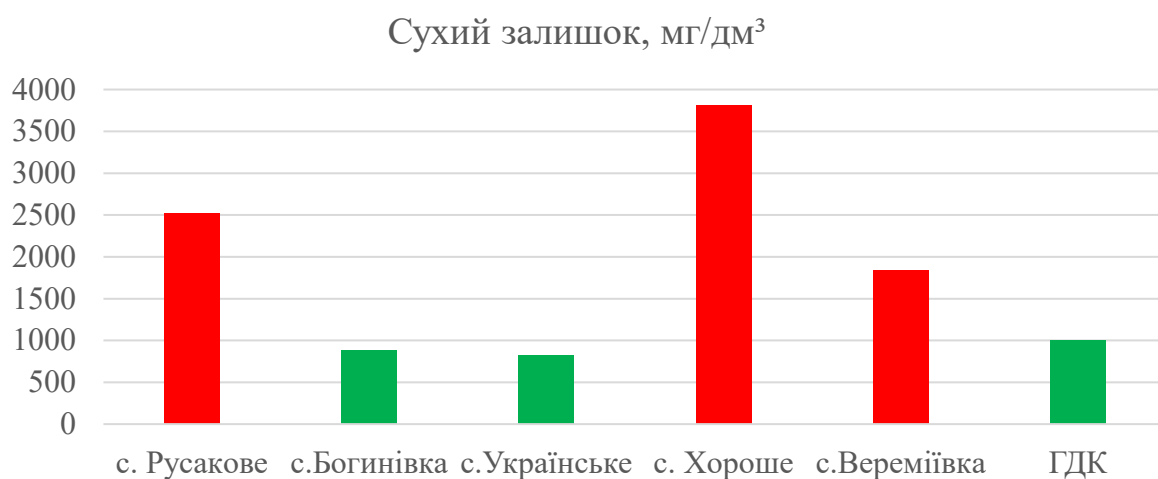


Рисунок 4.2 – Показники сухого залишку в колодязній воді в селесах

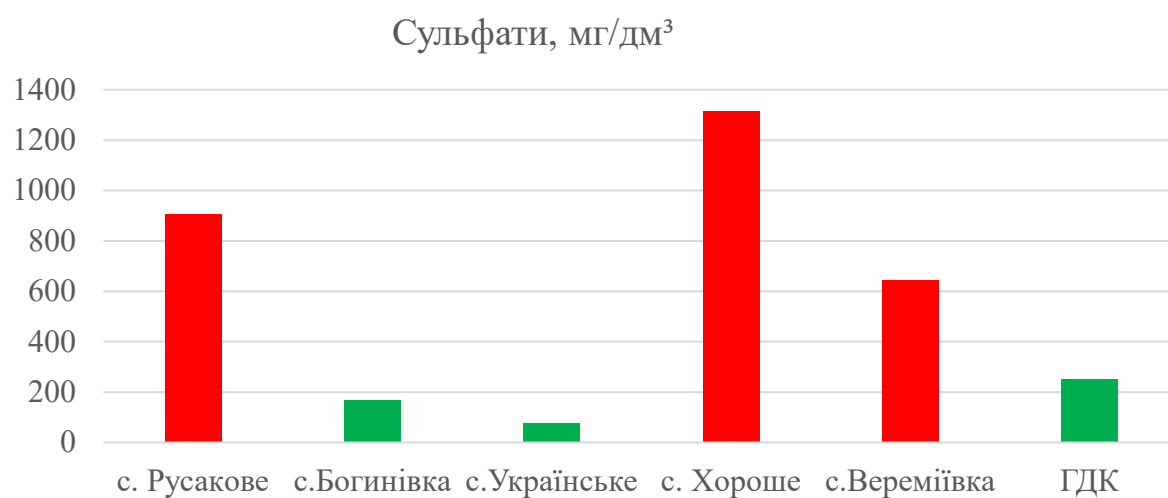


Рисунок 4.3 – Показники вмісту сульфатів в колодязній воді в селесах

На підставі результатів, які були отримані під час досліджень можна зробити висновок, що підвищений вміст у питній воді таких показників, як загальна жорсткість, сухий залишок та сульфати, може негативно позначатися на стані здоров'я населення, зокрема спричиняти підвищення захворюваності на хвороби органів травлення як у цілому, так і за окремими нозологіями. До таких захворювань належать гастрит, виразкова хвороба шлунка, холецистит, жовчнокам'яна хвороба. Встановлено також кореляційний зв'язок між загальною жорсткістю питної води та зростанням частоти випадків слинокам'яної (сіалолітіазу) і сечокам'яної хвороб. Найбільша поширеність таких хвороб реєструється в тих районах, де питна вода має загальну жорсткість у межах від 16,0 до 33,0 мг-екв/л. У місцевостях, де жорсткість води становить від 7,0 до 16,0 мг-екв/л, фіксується середній рівень захворюваності.

Регулярне споживання води з жорсткістю понад 10 мг-екв/л викликає посилення місцевого кровообігу, а також впливає на процеси фільтрації та реабсорбції в нирках. Такі зміни є захисною реакцією організму. Проте тривала дія води з підвищеним вмістом мінералів призводить до виснаження механізмів регуляції в організмі людини та сприяє розвитку ряду патологій — зокрема сечокам'яної хвороби, гіпертонічної хвороби, склерозу та інших порушень.

У дорослого населення показник загальної жорсткості питної води корелює з рівнем захворюваності на хвороби сечостатевої системи (коефіцієнт кореляції $r = 0,75$), а також на захворювання нирок ($r = 0,62$). У підлітків цей показник пов'язаний з захворюваннями сечостатевої системи ($r = 0,60$).

У районах, де спостерігається висока мінералізація питної води, її тривале вживання призводить до уповільненого виведення рідини з організму. При цьому, споживання води з високим вмістом сульфатів зазвичай не супроводжується вираженими змінами діурезу. Основний вплив сульфатів спрямований на шлунок, зокрема на зниження його секреторної функції. Такий ефект виникає за умови концентрації сульфатів у воді на рівні 1000 мг/л

і вище. Виведення сульфатів з організму відбувається переважно через кишківник. При надмірному вмісті сульфатів у воді (2500 мг/л і більше), їх виведення супроводжується проносною дією.

Проби води з колодязів, в яких виявлено більше всього перевищення ГДК (с.Русакове, с.Хороше) було проведено додатковий, більш розгорнутий аналіз води. Це, можливо, дозволить дати рекомендації щодо поліпшення якості води. Проводився аналіз проб води з колодязів селищ Русакове, Хороше.

Таблиця 4.6 –Результати аналізу питної води з колодязя громадського користування с. Русакове, Синельниківського району

Назва хімічних речовин	Результат вимірювання	Нормоване значення ГДК	Одиниці вимірювання
Лужність гідрокарбонатна	244,58	не нормується	мг/дм ³
Карбонати	16,3	не нормується	мг/дм ³
Сухий залишок (розчинені речовини)	2348	1000-1500	мг/дм ³
Кальцій (Ca ²⁺)	62,67	130,0	мг/дм ³
Магній (Mg ²⁺)	1,01	40,0	мг/дм ³
Лужність загальна	4,01	0,5-6,5	ммоль/дм ³
Силікати (SiO ₂)	8,0	не нормується	мг/дм ³
Загальна жорсткість	32	10	ммоль/дм ³

Таблиця 4.7 - Результати аналізу питної води з колодязя громадського користування с. Хороше, Синельниківського району

Назва хімічних речовин	Результат вимірювання	Нормоване значення ГДК	Одиниці вимірювання
Лужність гідрокарбонатна	289,87	не нормується	мг/дм ³
Карбонати	20,0	не нормується	мг/дм ³
Сухий залишок (розчинені речовини)	3662	1000-1500	мг/дм ³
Кальцій (Ca ²⁺)	45,67	130,0	мг/дм ³
Магній (Mg ²⁺)	1,14	40,0	мг/дм ³
Лужність загальна	4,75	0,5-6,5	ммоль/дм ³
Силікати (SiO ₂)	4,0	не нормується	мг/дм ³
Загальна жорсткість	24	10	ммоль/дм ³

Проведені дослідження показали, що вміст хімічних речовин не перевищує ГДК, крім значного перевищення вмісту сухого залишку (розчинених речовин) та загальної жорсткості. Ці показники суттєво не змінилися у порівнянні з попередніми результатами досліджень. Це вказує на те, що при простому кип'ятінні води гідролізу солей не відбувається, її якість не поліпшується і вода є непридатною до вживання. Для покращення якості води можна рекомендувати використання установки зворотного осмосу.

Установка зворотного осмосу MO 6500 LPD Mini (Dow Chemical , США - Екософт, Україна) зі станцією дозування антискаланта. Така установка зворотного осмосу повинна розміщуватися в обладнаному для неї приміщенні [5]. Призначена для демінералізації (знесолення) води комерційного призначення при продуктивності до 0,25 м³/год. Рекомендується для виробництва води і напоїв, парових котлів.

Установка представлена компактним функціональним закінченим модулем. В процесі демінералізації води за технологією зворотного осмосу відбувається розподіл води на два потоки: воду з підвищеним солевмістом (концентрат) та демінералізовану воду (пермеат). Концентрат скидається до каналізації, а пермеат надходить в бак-накопичувач. Мембранний елемент: Filmtec XLE 4040 (4,0") виробник - компанія DOW Chemical (США). Регенерація: система перед відключенням або із заданою періодичністю промивається прямим струменем води через автоматичний клапан промивання. Періодично мембрана зворотно осмотичного модуля потребує хімічного промивання [5].

Переваги Ecosoft MO 6500 LPD :

- високий ступінь очищення води-до 99,8%;
- функціонально закінчений модуль: обладнання системи, прилади КИП, регулююча запірна арматура змонтовані на загальній металевій рамі;
- мінімізований скид в каналізацію (не більше 25% на водопровідній воді);
- автоматична гідравлічна промивка;

- допущені МОЗ України для використання в системах очищення води побутового промислового призначення.

Робочі характеристики і технічні дані:

Габаритні розміри установки: 550 x 405 x 1450 мм;

Допустимий тиск в мембранному модулі: не більше 12 бар;

Маса установки без води, не більше: 60 кг;

Температура навколишнього середовища: 5-35 °С;

Продуктивність по пермеату: 24 куб. м /добу (1000 л/год);

Максимальна температура води, що очищається: 10-25 °С;

Виробник: Ecosoft;

Розмір підключення: 1/2";

Споживана потужність: 0,67 кВт;

Електроживлення: 230 В, 50 Гц;

Робочий тиск: 2-6 бар;

Продуктивність до: 6,5 куб м/добу (0,25 куб. м/год).

Установка повністю автоматизована, та й комплекс, власне, теж. Єдине, що треба буде робити - промивати дисковий фільтр при його забрудненні [5].

Параметри блоку підготовки води в режимі гідравлічної промивки (промивка відбувається після повного наповнення накопичувальної ємності, перед виходом апарату в режим очікування). Тривалість гідравлічної промивки: 60 с. Витрата води на одну промивку: 30 40 л. Співвідношення концентрат/ пермеат, %: 30/70 (при забірі вихідної води в розмірі 1 м³ отримуємо 700 л пермеата та 300 л концентрату). Вартість витрат на матеріали для всього комплексу водоочищення наведені у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Орієнтовна вартість витратних матеріалів на 1000 м³ очищеної води (для всього комплексу водоочищення)

Назва	Одиниці вимірювання	Норма витрат на 1000 м ³ , од.	Ціна, грн./од.	Сума, грн.
Антискалант RO-3010	Кг	5 кг	320	1600,0

Продовження табл. 4.8

Картридж PP BB10, 5 мкм (встановлений на системі зворотного осмосу)	шт.	2	145,0	290,0
Всього витрат на матеріали:				1890,0

Кислотно-лужна промивка мембрани проводиться один раз в 6 місяців (можливо один раз в 12 місяців). Вартість промивання однієї мембрани - 1250 грн.

Потужність насосів:

- насос після попередньої накопичувальної ємності, перед осмосом- 0,6 кВт/год;
- насос, який потрапляє у воду водовозу - 0,7 кВт/год.

Ціна питної води за 1 л становить 0,40 грн.

Для побутового використання встановлюється система зворотного осмосу з мінералізатором [5].

- Продуктивність: 90 л/добу
- Обсяг бака, л: 7 л

Етапи очищення:

- Картридж антибактеріальний з поліпропіленової нитки 25 мкм
- Картридж антибактеріальний з поліпропілену 5 мкм
- Картридж з пресованого активованого вугілля 5 мкм
- Мембрана TY-1812-50 DOW Filmtec
- вугільний постфільтр
- мінералізатор

Ціна такої установки буде коштувати в межах від 5000 – 10000 грн.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Вимоги до показників якості та безпеки питної води в Україні та ЄС

Якість питної води один із ключових факторів, що впливає на здоров'я населення та загальний санітарно-епідемічний стан довкілля. Саме тому контроль за відповідністю води гігієнічним вимогам є обов'язковим елементом системи охорони здоров'я та довкілля в Україні та країнах Європейського Союзу. Умови та критерії оцінки безпечності питної води закріплені у відповідних нормативно-правових документах, які визначають допустимі рівні фізико-хімічних, органолептичних, токсикологічних, радіологічних та мікробіологічних показників [17].

В Україні основним регуляторним документом є ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Він визначає гранично допустимі концентрації (ГДК) для понад шестидисти параметрів, які охоплюють:

- органолептичні показники (присмак, запах, кольоровість, каламутність, прозорість);
- фізико-хімічні показники (сухий залишок – не більше 1000 мг/дм³, загальна жорсткість – до 7,0 мг-екв/дм³, сульфати – до 250 мг/дм³, хлориди – до 250 мг/дм³, залізо – до 0,2 мг/дм³);
- мікробіологічні показники (загальне мікробне число – не більше 50 КУО/см³, колі-індекс – не більше 3 в 300 см³);
- токсикологічні елементи (свинець – не більше 0,01 мг/дм³, кадмій – до 0,001 мг/дм³, миш'як – до 0,01 мг/дм³);

- радіологічні показники (альфа- і бета-активність у межах нормативів для джерел водопостачання) [17].

Контроль за якістю води здійснюється шляхом планових лабораторних досліджень відповідно до Програми виробничого контролю, а також у разі виникнення надзвичайних ситуацій або підозри на забруднення джерел водопостачання.

У країнах Європейського Союзу контроль за безпечністю питної води регулюється Директивою ЄС 2020/2184, яка з грудня 2020 року замінила попередню Директиву 98/83/ЕС. Нова директива впроваджує більш сучасний та системний підхід до оцінки якості води, заснований на управлінні ризиками на всіх етапах водопостачання: від джерела до крана споживача. Вона також розширює перелік контрольованих речовин, включаючи:

- пер- і поліфторалкільні речовини (PFAS);
- мікропластики;
- фармацевтичні залишки;
- ендокринно-активні речовини.

Директива визначає також мінімальні гігієнічні вимоги до матеріалів, які контактують із питною водою (труби, резервуари, обладнання), щоб запобігти вторинному забрудненню. Одним із ключових нововведень є запровадження оцінки ризиків та правила інформування населення щодо якості питної води, джерела її походження та можливих ризиків [17].

Порівняльний аналіз українських та європейських нормативів свідчить про те, що основні вимоги є співставними у сфері органолептичних і базових хімічних показників. Проте європейська система приділяє значно більшу увагу сучасним типам забруднення (нові хімічні речовини, біологічні агенти, стійкі забруднювачі) та запроваджує превентивні механізми управління ризиками для здоров'я людини [17].

Отже, як в Україні, так і в ЄС існують чітко визначені вимоги до якості питної води, що обумовлюють належний захист населення від шкідливого впливу фізичних, хімічних та біологічних чинників. Подальша гармонізація

українського законодавства з європейськими стандартами є необхідною умовою інтеграції до єдиного водного простору ЄС, покращення санітарно-гігієнічного стану регіонів та забезпечення права кожної людини на безпечну та якісну питну воду. [17].

5.2 Вимоги безпеки при виконанні робіт в лабораторіях

Роботи, що проводяться у лабораторних умовах, пов'язаних з аналізом якості питної води, потребує суворого дотримання правил техніки безпеки та охорони праці. Це зумовлено використанням хімічних реагентів, електричних приладів, скляного посуду та іншого лабораторного обладнання, що створює потенційні небезпеки для здоров'я і життя працівників. Усі працівники повинні бути ознайомлені з вимогами нормативно-правових документів, зокрема Закону України «Про охорону праці», ДСанПіНів та відповідних стандартів ЄС, Правил охорони праці у лабораторіях, якщо роботи виконуються в умовах гармонізації з європейськими вимогами [18].

До початку роботи всі працівники мають пройти первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі з охорони праці. Всі лабораторні приміщення повинні бути обладнані необхідними засобами колективного та індивідуального захисту, пожежогашіння, вентиляції та освітлення. Організація робочих місць має бути таким чином, щоб контакт персоналу з небезпечними речовинами та обладнанням був мінімальним. Не дозволяється проводити роботи без відповідного інструктажу або у стані втоми, захворювання чи психоемоційного напруження [18].

В лабораторіях мають бути встановлені витяжні шафи, які дозволяють локалізувати виділення шкідливих парів та газів, системами примусової вентиляції, умивальниками з підведеною водою, аптечками з необхідними засобами для надання першої допомоги. Обов'язковою є наявність аварійного

душу та очних фонтанів у приміщеннях, де використовуються концентровані кислоти або луги.

Площа робочого місця на одну особу повинна становити не менше 4,5 м², висота приміщення — не менше 3 м. Освітлення має відповідати нормам ДБН В.2.5-28:2018, з урахуванням специфіки робіт: освітленість робочої поверхні повинна бути не меншою ніж 300 лк.

Під час виконання лабораторних робіт обов'язковим є використання засобів індивідуального захисту:

- лабораторного халату з довгими рукавами;
- головного убору (шапочки);
- захисних окулярів або щитка;
- хімічно стійких рукавичок (залежно від типу реагенту — нітрилові, гумові, неопренові);
- респіратора (при роботі з леткими або токсичними речовинами);
- щільного закритого взуття з нековзкою підошвою.

ЗІЗ мають індивідуальний характер і не повинні передаватись іншим особам. У разі пошкодження чи забруднення — вони підлягають негайній заміні.

Усі хімічні речовини в лабораторії повинні бути проетиковані із зазначенням концентрації, назви, терміну придатності та класу небезпеки. Зберігання здійснюється в спеціально відведених місцях — шафах із замками, вогнетривких сейфах або витяжних шафах.

Під час роботи:

- заборонено дегустувати, вдихати або торкатись речовин;
- заборонено переливати концентровані кислоти вручну — слід використовувати дозатори;
- всі реакції з виділенням газів чи тепла проводять під витяжною шафою;
- при змішуванні кислот з водою слід наливати кислоту у воду, а не навпаки;

- небезпечні реактиви (сірчана кислота, калій перманганат, аміак, формальдегід тощо) використовуються лише у мікродозах з суворим дотриманням методики [18].

Посуд, що використовувався для токсичних або агресивних сполук, слід утилізувати або дезактивувати окремо.

Електричні прилади (плитки, насоси, спектрофотометри, термостати) повинні бути справними, заземленими і включеними тільки за наявності персоналу. Усі прилади необхідно вимикати після завершення роботи. При появі запаху горілого або диму негайно припиняють роботу і повідомляють відповідального.

В лабораторії обов'язково мають бути:

- вогнегасники (вуглекислотні або порошкові);
- інструкція з дій у разі пожежі;
- план евакуації з приміщення;
- знаки безпеки.

Категорично заборонено використовувати відкритий вогонь поблизу летких розчинників або в приміщеннях з поганою вентиляцією [18].

Дії в разі надзвичайної ситуації. У разі хімічного опіку, отруєння чи травмування:

- слід негайно припинити роботу, відвести потерпілого в безпечне місце;
- промити уражену ділянку великою кількістю води (15 хвилин — при потраплянні в очі);
- викликати швидку медичну допомогу;
- при розливі речовин — нейтралізувати за відповідними інструкціями (напр., кислоту — содовим розчином);
- повідомити керівника лабораторії або службу охорони праці.

Усі надзвичайні випадки підлягають розслідуванню та документальному оформленню. [18].

ВИСНОВКИ

1. В ході дослідження води з п'яти колодязів громадського користування було встановлено, що лише у двох із них вода відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4.-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» та придатні до пиття. В інших пробах води було знайдено перевищення ГДК по таких показниках як: сухий залишок, загальна жорсткість, сульфати, тому ці колодязі категорично заборонено використовувати для питних потреб.

2. Результати досліджень свідчать, що підвищений вміст загальної жорсткості, сухого залишку та сульфатів у питній воді може впливати на стан здоров'я населення негативно, зокрема спричиняти зростання захворюваності на хвороби органів травлення загалом, а також на такі нозологічні форми, як гастрит, виразкова хвороба шлунка, холецистит і жовчнокам'яна хвороба.

3. Проведення додаткових досліджень довели, що вміст хімічних речовин не перевищує ГДК, окрім значного перевищення вмісту сухого залишку (розчинених речовин) та загальної жорсткості. Це вказує на те, що при простому кип'ятінні води гідролізу солей не відбувається, її якість не поліпшується і вода є непридатною до вживання.

4. Для покращення якості води ми рекомендуємо використання установки зворотного осмосу для селищ Русакове, Хороше, Вереміївка.

ЛІТЕРАТУРА

1. Білявський Г. Основи екології: Підручник для студентів вищих навчальних закладів/ Георгій Білявський, Ростислав Фурдуй, Ігор Костіков. - К.: Либідь, 2004. – 406 с.
2. Бережнов С.П. Питна вода як фактор Національної безпеки /С.П. Бережнов // СЕС профілактична медицина: науково виробниче видання. – 2006. – №4. – 8-10 с.
3. ДСанПіН 2.2.4-171-10 (ДСанПіН 2.2.4-400-10). Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: затверджено Наказом Міністерства охорони здоров'я України № 400 від 12.05.2010; введено в дію 16.07.2010. – К., 2010.
4. ДСТУ ISO 9963-1:2007 Якість води. Визначення лужності. Частина 1. Визначення загальної та часткової лужності (ISO 9963-1:1994, IDT).
5. Зюман Б. В., Котій К. В. Якість питної води з різних джерел водопостачання/ Б.В. Зюман, К.В. Котій // Науковий вісник КУЕІТУ. Нові технології . – 2013 - №1 – 25-27 с.
6. Ігнат'єва Л.П. Гігієнічна оцінка канцерогенного і неканцерогенного ризику небезпеки перорального впливу хімічних речовин, що містяться в питній воді / Л.П. Ігнат'єва, І.П. Погорєлова, М.О. Потапова // Гігієна і санітарія. -2006. - №4. - 30-32 с.
7. Кошлякова Т.О. Сучасний стан використання питних підземних вод [Електронний ресурс] / Кошлякова Т.О. // Збірник наукових статей “ІІІ-го

Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю". – Вінниця, 2011. – Том.1. – 204–207 с.

8. Копитін А. М. Сільське питне водопостачання в Україні /А. М. Копитін, І. П. Слободенюк – Швейцарсько-укр. проект "Підтримка децентралізації в Україні" DESPRO, Всеукр. благод. орг. "Ін-т місц. розвитку". – К., 2009. – 181 с.

9. МВВ № 081/12-0317-06 Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань водневого показника (рН) електрометричним методом.

10. КНД 211.1.4.023-95 Методика фотометричного визначення нітрит-іонів з реактивом Грісса в природних і стічних водах.

11. МВВ № 081/12-0651-09 Зворотні, поверхневі, підземні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації нітрат-іонів фотоколориметричним методом.

12. МВВ № 081/12-0653-09 Зворотні, поверхневі, підземні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації хлоридів титриметричним методом.

13. МВВ 081/12-0007-01 Поверхневі та очищені стічні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації сульфатів гравіметричним методом.

14. МВВ № 081/12-0109-03 Поверхневі та очищені стічні води. Методика визначення масової концентрації сухого залишку (розчинених речовин) гравіметричним методом.

15. МВВ № 081/12-0311-06 Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань загальної жорсткості.

16. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2012 році. – Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, К. – 2013. – 450 с.

17. Найманов А.Я., Никиша С.Б. та ін. Водопостачання. - Донецьк: НордПресс, 2004. - 649 с.
18. Новіченко В. Г. Життя води / В. Г. Новіченко, С. В. Шеховцев. – Запорозжя: Здоров'я, 2010. - 191 с.
19. Енциклопедія. Історія міст і сіл Української РСР. Синельниківський район Дніпропетровська область.— К.: Головна редакція УРЕ АН.
20. Прокопов В.О. Стан децентралізованого господарсько-питного водопостачання України / В.О. Прокопов, О.М. Кузьмінець, В.А. Соболев // Гігієна населених місць. – 2008. – №51. – 63-66 с.
21. Сапожнікова, Т.Ю. Вплив якості хімічного складу води на виникнення різних захворювань / Т.Ю. Сапожнікова, Л.І. Карпенко //Суми : СумДУ, 2008. – 181–182 с.
22. Беликов А.С, Основы охраны труда: учеб. / А.С. Беликов, Е.В. Рабич, Н.Ю. Шлыков. – Д.: Изд-во Свидлер А.Л., 2006. – 461с. – Библиогр.: с.51-53, 121-126 – рус.