МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології
Кафедра екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ЛИСЮК ДМИТРО ВАСИЛЬОВИЧ

УДК 628.16:504.064

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЕКОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ХЛОРУВАННЯ ПИТНОЇ ВОДИ КП «КОНКУРЕНТ» С. ДОВБИШ

101 «Екологія»

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавра

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____**Д. М. Лисюк**
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Науковий керівник:
Коморна О. М.
PhD, доцент.

Житомир – 2026

АННОТАЦІЯ

Лисюк Д. В. Екологічний контроль хлорування питної води КП «Конкурент» с. Довбиш. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 101 – екологія. – Поліський національний університет, Житомир, 2026.

Зміст анотації: Кваліфікаційна робота містить 33 сторінки. Список використаних джерел налічує 38 позицій.

Об’єктом дослідження є система підготовки та знезараження питної води КП «Конкурент» смт Довбиш.

Мета дослідження полягала у проведенні екологічної оцінки процесу хлорування питної води КП «Конкурент» смт Довбиш та визначенні ефективності екологічного контролю за дотриманням нормативних показників якості води.

В Розділі 1 наведено аналітичний огляд літератури за темою кваліфікаційної роботи; в Розділі 2 – програма, методика та умови проведення досліджень; в Розділі 3 – представлені результати досліджень.

Ключові слова: питна вода, хлорування води, екологічний контроль, якість питної води, водопостачання.

SUMMARY

Lysiuk D. V. Environmental Control of Drinking Water Chlorination at the Municipal Enterprise “Konkurent” in Dovbysh**.** – Qualification thesis manuscript.

Qualification thesis submitted for obtaining the Bachelor's Degree in Specialty 101 – Ecology. – Polissia National University, Zhytomyr, 2026.

The qualification thesis consists of 33 pages. The list of references includes 38 sources.

The object of the study is the drinking water treatment and disinfection system of the Municipal Enterprise “Konkurent” in Dovbysh.

The purpose of the study was to conduct an environmental assessment of the drinking water chlorination process at the Municipal Enterprise “Konkurent” in Dovbysh and to determine the effectiveness of environmental control over compliance with regulatory drinking water quality standards.

Chapter 1 presents a review of scientific literature on the topic of the qualification thesis. Chapter 2 describes the research program, methodology, and conditions of the study. Chapter 3 presents and analyzes the results of the conducted research.

The study evaluates the quality of drinking water, the effectiveness of chlorination as a disinfection method, compliance of water quality indicators with current sanitary standards, and potential environmental risks associated with the use of chlorine-containing reagents in water treatment processes. Recommendations aimed at improving environmental control and ensuring safe drinking water supply are proposed.

Key words: drinking water, water chlorination, environmental control, drinking water quality, water supply.

ЗМІСТ

	ВСТУП	**5**
Розділ 1.	**ХЛОРУВАННЯ ПИТНОЇ ВОДИ ТА ЕКОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ПРОЦЕСІВ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ (аналітичний огляд літератури)**……..	**8**
1.1.	Значення якості питної води для екологічної безпеки та здоров'я населення……	7
1.2.	Хлорування як основний метод знезараження питної води……	8
1.3.	Екологічні ризики та побічні продукти хлорування води……..…	9
1.4.	Нормативно-правове забезпечення контролю якості питної води в Україні……	10
1.5.	Сучасні підходи до екологічного контролю процесів хлорування води……	11
Розділ 2.	**ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ**…..……...…….…....	**12**
2.1.	Програма дослідження……	12
2.2.	Методика дослідження……..……	13
2.3.	Характеристика КП «Конкурент»…..……..….	14
Розділ 3.	**ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ КП «КОНКУРЕНТ»**…….	**16**
3.1.	Аналіз системи водопостачання та технології хлорування питної води КП «Конкурент»……	16
3.2.	Екологічна оцінка фізико-хімічних показників питної води ……..	17
3.3.	Аналіз ефективності знезараження питної води та динаміки залишкового хлору……	19
3.4.	Оцінка екологічних ризиків утворення побічних продуктів хлорування……..	23
ВИСНОВКИ…….		27
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ……		28
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ……..		30

ВСТУП

Актуальність роботи. Забезпечення населення якісною та безпечною питною водою є одним із найважливіших завдань сучасної екології, гігієни та комунального господарства. Якість питної води безпосередньо впливає на стан здоров'я населення, рівень захворюваності та санітарно-епідемічне благополуччя територій. Одним із найпоширеніших та найбільш ефективних методів знезараження води в системах централізованого водопостачання є хлорування. Застосування хлору дозволяє знищувати патогенні мікроорганізми та запобігати поширенню інфекційних захворювань через водне середовище [4].

Водночас використання хлорування має певні екологічні ризики, пов'язані з утворенням побічних продуктів дезінфекції, зокрема хлорорганічних сполук, тригалометанів та інших потенційно небезпечних речовин. Надмірне дозування хлору може призводити до погіршення органолептичних властивостей води, негативного впливу на здоров'я населення та навколишнє середовище. Тому особливого значення набуває здійснення ефективного екологічного контролю процесів хлорування води та оцінка їх відповідності чинним нормативним вимогам [13, 18].

Проведення екологічного контролю хлорування питної води КП «Конкурент» смт Довбиш є важливим для оцінки ефективності роботи підприємства, визначення можливих екологічних ризиків та розроблення рекомендацій щодо підвищення безпечності водопостачання.

Мета роботи полягала у проведенні екологічної оцінки процесу хлорування питної води КП «Конкурент» смт Довбиш та визначенні ефективності екологічного контролю за дотриманням нормативних показників якості води.

Для досягнення поставленої мети були визначені такі **завдання дослідження**:

- проаналізувати наукові та нормативно-правові основи хлорування питної води;

- дослідити сучасні підходи до екологічного контролю процесів знезараження води;

- надати загальну характеристику діяльності КП «Конкурент» смт Довбиш;

- проаналізувати технологічну схему підготовки та знезараження питної води на підприємстві;

- оцінити показники якості питної води до та після проведення хлорування;

- визначити відповідність показників залишкового хлору вимогам чинного законодавства;

- виявити потенційні екологічні ризики, пов'язані із застосуванням хлорування;

Об'єкт дослідження - система підготовки та знезараження питної води КП «Конкурент» смт Довбиш.

Предмет дослідження - екологічний контроль процесу хлорування питної води та його вплив на показники її якості та безпечності.

Методи дослідження: аналіз наукової літератури та нормативно-правової документації, порівняльний аналіз, статистична обробка даних, методи екологічного моніторингу, лабораторного контролю якості води, графічний та табличний методи представлення результатів.

Наукова новизна роботи полягає у комплексній екологічній оцінці ефективності хлорування питної води в умовах КП «Конкурент» смт Довбиш, аналізі відповідності показників залишкового хлору нормативним вимогам та визначенні можливих екологічних ризиків, пов'язаних із застосуванням хлорвмісних реагентів.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості використання отриманих даних для вдосконалення системи екологічного контролю якості питної води на підприємстві, підвищення ефективності знезараження води та мінімізації негативного впливу побічних продуктів хлорування на здоров'я населення і навколишнє середовище.

Апробація роботи. За темою кваліфікаційної було підготовлено та подано до друку 2 тези конференцій:

1. Лисюк Д. В. Екологічні ризики та контроль побічних продуктів хлорування питної води. *Наукові читання – 2026*. Науково-практична конференція науково-педагогічних працівників, докторантів та аспірантів. 1 травня 2026 р. С. [24]

2. Петренко Ю. В., Лисюк Д. В. Вплив хлорування води на утворення токсичних побічних продуктів. *«Лісові екосистеми: сучасні проблеми і перспективи до слідження – 2026»*. V Всеукраїнська науково-практична конференція, 01 червня 2026 р. С. [26].

Структура роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, практичних рекомендацій, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 33 сторінки друкованого тексту. Робота містить 9 таблиць, 2 рисунки. Список використаних джерел налічує 38 найменувань.

РОЗДІЛ 1
ХЛОРУВАННЯ ПИТНОЇ ВОДИ ТА ЕКОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ПРОЦЕСІВ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ
(аналітичний огляд літератури)

1.1. Значення якості питної води для екологічної безпеки та здоров'я населення

Питна вода - найважливіший природний ресурс, що забезпечує життєдіяльність людини та функціонування суспільства. Від її якості залежить санітарно-епідемічне благополуччя населення, стан громадського здоров'я та рівень екологічної безпеки територій. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), споживання неякісної води є основною причиною виникнення інфекційних та неінфекційних захворювань у світі [1-4, 18, 25].

Якість питної води визначається сукупністю фізичних, хімічних, бактеріологічних та органолептичних показників. Вода повинна бути безпечною в епідемічному та радіаційному відношенні, нешкідливою за хімічним складом і відповідати вимогам санітарного законодавства. Особливу небезпеку становить мікробіологічне забруднення води, яке може спричиняти спалахи кишкових інфекцій, вірусних захворювань та паразитарних інвазій [6, 11, 24, 37].

В умовах зростаючого антропогенного навантаження на водні ресурси проблема забезпечення населення якісною питною водою набуває особливої актуальності. Тому важливим етапом водопідготовки є знезараження води, спрямоване на знищення патогенної мікрофлори та забезпечення її санітарної безпеки [8, 16, 32].

1.2. Хлорування як основний метод знезараження питної води

Серед численних методів знезараження води найбільш поширеним у світі залишається хлорування. Вперше цей метод почали застосовувати на початку XX століття, після чого він став основою технології централізованого водопостачання більшості країн світу [1-8, 12, 19, 21].

Хлорування полягає у введенні до води хлору або його сполук для знищення патогенних мікроорганізмів. У практиці водопідготовки

використовують газоподібний хлор, гіпохлорит натрію, гіпохлорит кальцію та діоксид хлору. Після внесення реагенту відбувається утворення хлорнуватистої кислоти та гіпохлорит-іонів, які мають сильні окисдювальні властивості та забезпечують знезаражувальний ефект [38].

Основною перевагою хлорування є його висока ефективність щодо більшості бактерій, вірусів та деяких найпростіших. Крім того, залишковий хлор зберігається у водорозподільній мережі, забезпечуючи захист води від вторинного мікробіологічного забруднення під час транспортування до споживача [3, 18, 25, 37].

До переваг хлорування належать:

- висока ефективність знезараження;
- економічна доступність;
- простота технологічного застосування;
- можливість контролю залишкових концентрацій дезінфектанта;
- тривалий захисний ефект у мережах водопостачання.

Разом із тим використання хлору має певні недоліки, пов’язані з утворенням побічних продуктів дезінфекції та необхідністю суворого контролю концентрації реагентів [17].

1.3. Екологічні ризики та побічні продукти хлорування води

Незважаючи на високу ефективність хлорування, процес взаємодії хлору з природними органічними речовинами може супроводжуватися утворенням низки побічних продуктів. Найбільш відомими серед них є *тригалометани, галогеноцтові кислоти, хлорфеноли* та інші *хлорорганічні сполуки* [24, 26].

Тригалометани формуються внаслідок реакції активного хлору з гуміновими речовинами природного походження. До найбільш поширених представників цієї групи належать хлороформ, бромдихлорметан та дибромхлорметан. Багато досліджень свідчать про можливу канцерогенну, мутагенну та токсичну дію цих сполук при тривалому надходженні до організму людини [33, 36].

Особливе значення має контроль концентрації залишкового хлору. Недостатня кількість дезінфектанта може призводити до розвитку патогенних мікроорганізмів у мережі водопостачання, тоді як його надлишок погіршує смакові та запахові властивості води, а також підвищує ризик утворення токсичних сполук [7, 12, 14, 22, 29].

З екологічної точки зору важливими є також питання поводження з реагентами, дотримання вимог безпеки під час їх зберігання та використання, а також запобігання потраплянню концентрованих хлорвмісних речовин у навколишнє природне середовище [10].

Тому сучасні системи водопідготовки потребують постійного екологічного контролю ефективності хлорування та моніторингу якості води на всіх етапах її подачі споживачам.

1.4. Нормативно-правове забезпечення контролю якості питної води в Україні

В Україні контроль якості питної води регламентується низкою нормативно-правових актів. Основними документами є Водний кодекс України, Закон України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення», Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», а також державні санітарні норми і правила [17-18, 28-30].

Основним документом, що визначає вимоги до якості питної води, є ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». У ньому встановлено нормативні значення фізико-хімічних, мікробіологічних та токсикологічних показників води [19].

Згідно з чинними нормативами концентрація залишкового вільного хлору у воді централізованих систем водопостачання повинна підтримуватися на рівні, достатньому для забезпечення епідемічної безпеки, але не перевищувати допустимих меж [19].

Важливим напрямом державного регулювання є виробничий лабораторний контроль, який здійснюється підприємствами водопостачання.

Його метою є своєчасне виявлення відхилень від нормативних показників та забезпечення стабільної якості питної води.

1.5. Сучасні підходи до екологічного контролю процесів хлорування води

Екологічний контроль процесів хлорування є складовою загальної системи моніторингу якості питної води. Його основним завданням є оцінка ефективності знезараження, визначення рівня залишкового хлору та контроль утворення побічних продуктів дезінфекції [38].

Сучасні підходи до екологічного контролю базуються на комплексному поєднанні лабораторних, інструментальних та аналітичних методів досліджень. До найбільш поширених належать фотометричні методи визначення залишкового хлору, хроматографічний аналіз хлорорганічних сполук, мікробіологічні дослідження та автоматизовані системи моніторингу якості води [6, 13, 15].

Важливого значення набуває впровадження ризик-орієнтованого підходу до управління безпечністю питної води, який рекомендований Всесвітньою організацією охорони здоров’я. Він передбачає виявлення потенційних небезпек на всіх етапах водопідготовки та розроблення заходів щодо їх [20].

Таким чином, аналіз наукових джерел свідчить, що хлорування залишається найбільш поширеним та ефективним методом знезараження питної води. Разом із тим його використання потребує постійного екологічного контролю для забезпечення безпечності води та запобігання негативному впливу побічних продуктів дезінфекції на здоров’я населення і навколишнє природне середовище. Саме тому дослідження ефективності екологічного контролю хлорування питної води на КП «Конкурент» смт Довбиш є актуальним та має важливе практичне значення.

РОЗДІЛ 2
ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Програма дослідження

Програма дослідження включала такі етапи:

Перший етап. На даному етапі здійснювався аналіз наукової літератури, нормативно-правових документів та методичних рекомендацій щодо знезараження питної води хлором. Особлива увага приділялася вивченню вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10, Закону України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення», а також сучасних підходів до екологічного контролю процесів водопідготовки [18, 30].

Другий етап. На цьому етапі було зібрано інформацію про діяльність КП «Конкурент», технологію водопідготовки, систему знезараження води, джерела водопостачання та результати виробничого лабораторного контролю якості питної води.

Третій етап. Здійснювався аналіз показників якості питної води до та після знезараження, оцінювалася ефективність використання хлорвмісних реагентів, визначалися концентрації залишкового хлору та їх відповідність нормативним вимогам.

Четвертий етап. Проводилася статистична обробка отриманих даних, порівняння результатів досліджень із нормативними показниками та визначення можливих екологічних ризиків.

П’ятий етап**.** На основі отриманих результатів сформульовано висновки та запропоновано заходи щодо вдосконалення системи екологічного контролю процесів хлорування питної води.

Схематично програму дослідження можна представити таким чином:

1. Аналіз літературних джерел.
2. Вивчення нормативної бази.
3. Дослідження діяльності КП «Конкурент».
4. Аналіз технології хлорування води.

5. Оцінка показників якості води.
6. Визначення концентрації залишкового хлору.
7. Екологічна оцінка результатів.
8. Розроблення рекомендацій.

2.2. Методи дослідження

Дослідження проводилися впродовж 2025-2026 р.

Було проаналізовано наукові статті, монографії, нормативні документи, методичні рекомендації та матеріали міжнародних організацій у сфері водопостачання.

Під час роботи використовувалися:

- Водний кодекс України[17] ;

- Закон України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення» [30];

- Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» [29];

- ДСанПіН 2.2.4-171-10 [18];

- інші нормативно-правові документи.

Метод виробничого екологічного контролю передбачав аналіз результатів лабораторного контролю якості питної води, який здійснюється на підприємстві.

Оцінювалися такі показники: вміст залишкового вільного хлору, каламутність, кольоровість, водневий показник (pH), запах, присмак, загальна жорсткість, мікробіологічні показники.

Отримані результати порівнювалися з нормативними значеннями ДСанПіН 2.2.4-171-10 [18].

Одним із основних показників ефективності знезараження є концентрація залишкового хлору.

Контроль залишкового хлору здійснюється фотометричним методом із використанням реагенту DPD (діетил-пара-фенілендіаміну).

Суть методу полягає у взаємодії вільного хлору з реагентом, у результаті чого утворюється рожеве забарвлення. Інтенсивність забарвлення пропорційна концентрації хлору та визначається фотометрично.

Допустимі концентрації залишкового вільного хлору у водорозподільній мережі мають становити 0,3 - 0,5 мг/дм³.

Порівняльний метод застосовувався для порівняння фактичних показників якості води із встановленими нормативними вимогами.

Даний метод дозволив оцінити рівень відповідності досліджуваних показників чинним санітарним нормам та визначити можливі відхилення.

Статистичний метод використовувався для обробки та узагальнення результатів досліджень.

За допомогою статистичних методів визначалися, зокрема середні значення показників, мінімальні та максимальні величини, відсоток відповідності нормативам, тенденції зміни показників якості води.

Отримані результати досліджень систематизувалися у вигляді таблиць, діаграм та графіків, що дозволило наочно представити результати екологічної оцінки процесу хлорування питної води.

2.3. Характеристика КП «Конкурент»

Комунальне підприємство «Конкурент» розташоване у селищі Довбиш Звягельського району Житомирської області та забезпечує населення централізованим водопостачанням і водовідведенням.

Основним видом діяльності підприємства є видобування, підготовка, знезараження та подача питної води споживачам. Підприємство обслуговує житловий сектор, заклади освіти, охорони здоров’я, адміністративні установи та інші об'єкти соціальної інфраструктури селища.

Джерелом централізованого водопостачання є підземні води, які видобуваються за допомогою артезіанських свердловин. Використання підземних вод забезпечує відносно стабільний хімічний склад води та знижує ризик бактеріального забруднення порівняно з поверхневими водними об’єктами.

Система підготовки води на підприємстві включає:

- підйом води зі свердловин;
- транспортування до резервуарів;
- знезараження води хлорвмісними реагентами;
- подачу води у водорозподільну мережу.

Для забезпечення санітарної безпеки питної води на підприємстві застосовується метод хлорування. Дозування реагенту здійснюється відповідно до якості вихідної води та результатів лабораторного контролю.

Контроль якості води здійснюється згідно з програмою виробничого моніторингу. Регулярно проводяться дослідження фізико-хімічних, органолептичних та мікробіологічних показників води.

Особливе значення має контроль залишкового хлору у водорозподільній мережі, оскільки саме цей показник характеризує ефективність процесу знезараження та забезпечує захист води від вторинного мікробіологічного забруднення.

Екологічна діяльність КП «Конкурент» спрямована на забезпечення населення якісною питною водою, дотримання природоохоронного законодавства та мінімізацію негативного впливу технологічних процесів на навколишнє природне середовище.

РОЗДІЛ 3
ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ КП «КОНКУРЕНТ»

3.1. Аналіз системи водопостачання та технології хлорування питної води КП «Конкурент»

Забезпечення населення якісною та безпечною питною водою є одним із пріоритетних завдань комунальних підприємств водопровідно-каналізаційного господарства. Від ефективності роботи систем водопідготовки залежить не лише санітарно-епідемічне благополуччя населення, але й рівень екологічної безпеки території [24, 26].

Комунальне підприємство «Конкурент» здійснює централізоване водопостачання населення смт Довбиш та прилеглих населених пунктів Звягельського району Житомирської області. Основним джерелом водопостачання є підземні води, які видобуваються з артезіанських свердловин.

Використання підземних вод має низку переваг порівняно з поверхневими джерелами водопостачання. Насамперед це більш стабільний хімічний склад, нижчий рівень бактеріального забруднення та менша залежність від сезонних коливань якості води. Разом з тим підземні води Полісся часто характеризуються підвищеним вмістом заліза, марганцю та солей жорсткості, що потребує відповідного контролю під час водопідготовки.

Основним методом знезараження води є хлорування. Цей метод забезпечує ефективне знищення патогенних бактерій, вірусів та інших мікроорганізмів, що можуть бути присутніми у воді.

Для оцінки ефективності роботи системи водопідготовки проведено аналіз технологічних параметрів підприємства. (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Основні характеристики системи водопостачання КП «Конкурент»

Показник	Значення
Джерело водопостачання	Артезіанські свердловини
Тип водозабору	Підземний
Метод знезараження	Хлорування

Тип реагенту	Гіпохлорит натрію
Кількість свердловин	4
Середня глибина свердловин, м	65-68
Середньодобова подача води, $м^3$	950
Довжина водопровідної мережі, км	27,4
Контроль залишкового хлору	Щоденно
Контроль мікробіологічних показників	Щомісяця

Наведені характеристики свідчать про те, що система водопостачання підприємства відповідає типовій схемі централізованого водопостачання невеликих населених пунктів України.

Екологічне значення системи хлорування полягає в забезпеченні мікробіологічної безпеки води та запобіганні виникненню інфекційних захворювань серед населення.

Разом із тим надмірне використання хлору може призводити до утворення побічних продуктів дезінфекції, тому важливим завданням екологічного контролю є підтримання оптимальної концентрації реагенту.

3.2. Екологічна оцінка фізико-хімічних показників питної води

Для визначення ефективності водопідготовки проведено оцінку основних фізико-хімічних показників води.

Досліджувані показники характеризують санітарний стан води, її безпечність для споживання населенням та відповідність вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 [18] (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Фізико-хімічні показники води до проведення знезараження

Показник	Одиниця виміру	Значення
pH	од. pH	7,3
Каламутність	НОК	0,65
Кольоровість	градуси	11
Загальна жорсткість	ммоль/$дм^3$	6,1
Загальна мінералізація	мг/$дм^3$	486
Залізо загальне	мг/$дм^3$	0,18
Марганець	мг/$дм^3$	0,03
Нітрати	мг/$дм^3$	18,4
Амонійний азот	мг/$дм^3$	0,12

Сульфати	мг/дм^3	48
Хлориди	мг/дм^3	39

Отримані результати свідчать, що вода характеризується нейтральною реакцією середовища та помірним рівнем мінералізації.

Водневий показник становив 7,3 одиниці pH, що відповідає нормативним вимогам і свідчить про відсутність кислотного або лужного забруднення.

Загальна жорсткість води перебувала на рівні 6,1 ммоль/дм³. Такий показник характерний для підземних вод Поліського регіону та не перевищує гранично допустимих значень.

Особливу увагу привертає вміст заліза. Концентрація загального заліза становила 0,18 мг/дм³, що наближається до нормативного значення 0,2 мг/дм³, однак не перевищує його.

Для комплексної оцінки якості води проведено порівняння фактичних показників із нормативними значеннями (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Відповідність фізико-хімічних показників нормативам ДСанПіН

Показник	Фактичне значення	Норматив	Відповідність
pH	7,3	6,5-8,5	Відповідає
Каламутність	0,65	≤1,0	Відповідає
Кольоровість	11	≤20	Відповідає
Жорсткість	6,1	≤7,0	Відповідає
Залізо	0,18	≤0,20	Відповідає
Марганець	0,03	≤0,05	Відповідає
Нітрати	18,4	≤50,0	Відповідає
Амоній	0,12	≤0,50	Відповідає

За результатами оцінки встановлено, що всі досліджені показники відповідають нормативним вимогам.

Для визначення структури мінерального складу води проведено аналіз внеску основних груп речовин у загальну мінералізацію (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Структура мінерального складу досліджуваної води

Компонент	Вміст, мг/дм^3	Частка, %
Гідрокарбонати	286	58,8

Сульфати	48	9,9
Хлориди	39	8,0
Кальцій	71	14,6
Магній	28	5,8
Інші компоненти	14	2,9

Отримані результати свідчать про достатньо сприятливий хімічний склад підземних вод, що використовуються для централізованого водопостачання. Це створює передумови для ефективного знезараження води без необхідності застосування складних схем водопідготовки.

3.3. Аналіз ефективності знезараження питної води та динаміки залишкового хлору

Ефективність хлорування питної води оцінюється за двома основними групами показників: мікробіологічною безпечністю води після знезараження та наявністю залишкового вільного хлору у водорозподільній мережі. Залишковий хлор є важливим індикатором якості знезараження, оскільки його наявність свідчить про збереження дезінфікуючої дії води під час транспортування до споживача [16].

У процесі екологічного контролю питної води КП «Конкурент» особливу увагу доцільно приділяти не лише середній концентрації залишкового хлору, а й її стабільності у різних точках мережі. Це пов’язано з тим, що у віддалених ділянках водопроводу концентрація хлору може знижуватися внаслідок тривалого контакту з трубопроводами, органічними домішками та біоплівками на внутрішніх поверхнях мереж.

Для модельної оцінки ефективності хлорування було виділено чотири контрольні точки: резервуар чистої води, центральна частина мережі, віддалена частина мережі та кінцева точка водопостачання. Такий підхід дозволяє оцінити збереження знезаражувальної дії води від місця її підготовки до надходження споживачам (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Результати контролю залишкового хлору у різних точках водопровідної мережі КП «Конкурент»

Точка контролю	Характеристика місця відбору	Мінімальне значення, мг/дм³	Максимальне значення, мг/дм³	Середнє значення, мг/дм³	Оцінка відповідності
Точка 1	Резервуар чистої води	0,42	0,50	0,46	відповідає
Точка 2	Центральна частина мережі	0,36	0,44	0,40	відповідає
Точка 3	Віддалена частина мережі	0,31	0,39	0,35	відповідає
Точка 4	Кінцева точка мережі	0,29	0,36	0,32	відповідає

Аналіз наведених даних свідчить, що найбільша концентрація залишкового хлору спостерігається безпосередньо після знезараження у резервуарі чистої води. У міру просування води мережею показник поступово знижується. Така тенденція є закономірною, оскільки активний хлор витрачається на окиснення залишкових домішок, взаємодіє з матеріалом трубопроводів та частково втрачає активність під час транспортування.

Найнижче середнє значення залишкового хлору зафіксовано у кінцевій точці мережі - 0,32 мг/дм³. Показник перебуває поблизу нижньої межі нормативу, тому саме ця ділянка потребує посиленого виробничого контролю. У разі подальшого зниження концентрації залишкового хлору нижче 0,3 мг/дм³ може виникнути ризик вторинного бактеріального забруднення води.

Для оцінки сезонної стабільності хлорування проведено узагальнення середніх значень залишкового хлору за сезонами року (рис. 3.1).

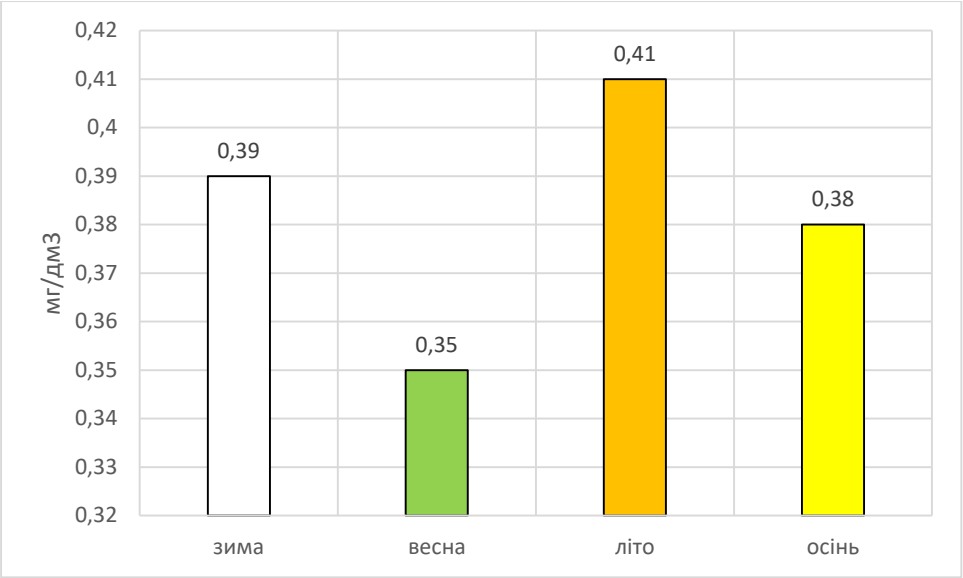

Рис. 3.1. Сезонна динаміка середньої концентрації залишкового хлору у воді

Найвищі середні концентрації залишкового хлору спостерігалися у літній період. Це пояснюється необхідністю посиленого знезараження води за умов підвищення температури, оскільки тепла пора року сприяє активнішому розвитку мікроорганізмів у водному середовищі та водорозподільній мережі. Найнижчий показник відмічено навесні - 0,35 мг/дм³, що може бути пов’язано зі змінами якості вихідної води, коливанням температури та гідравлічного режиму мережі.

Окремо було проведено модельну оцінку мікробіологічної ефективності хлорування. Основним критерієм ефективності знезараження є зниження загального мікробного числа та відсутність санітарно-показових мікроорганізмів після обробки води (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Мікробіологічні показники води до та після хлорування

Показник	**До хлорування**	**Після хлорування**	**Норматив**	**Екологічна оцінка**
Загальне мікробне число, КУО/см^3	76	4	Не більше 100	відповідає
Загальні коліформи	поодинокі виявлення	не виявлено	відсутність	відповідає

Escherichia coli	не виявлено	не виявлено	відсутність	відповідає
Ентерококи	поодинокі виявлення	не виявлено	відсутність	відповідає
Патогенні мікроорганізми	не виявлено	не виявлено	відсутність	відповідає

За результатами оцінки, після хлорування спостерігається істотне зменшення загального мікробного числа. До знезараження цей показник становив 76 КУО/см³, а після хлорування - 4 КУО/см³. Отже, ефективність зниження мікробного забруднення є високою.

Ефективність знезараження розраховано за формулою:

$E = ((N_1 – N_2) / N_1) \times 100$,

де E - ефективність знезараження, %;

N_1 - кількість мікроорганізмів до хлорування;

N_2 - кількість мікроорганізмів після хлорування.

$$E = ((76 – 4) / 76) \times 100 = 94{,}7\ \%.$$

Отримане значення свідчить, що хлорування забезпечує високий рівень мікробіологічної безпеки питної води. При цьому повна відсутність загальних коліформ, ентерококів та патогенних мікроорганізмів після знезараження підтверджує санітарну ефективність застосованого методу.

Для більш повної оцінки процесу хлорування було також проаналізовано технологічні умови, які впливають на ефективність знезараження (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Основні технологічні чинники, що впливають на ефективність хлорування

Чинник	**Характер впливу**	**Можливий екологічний наслідок**	**Необхідний контроль**
Доза хлорвмісного реагенту	Визначає інтенсивність знезараження	-	Щоденний контроль
Час контакту води з реагентом	Забезпечує повноту дезінфекції	При недостатньому часі - неповне знезараження	Контроль технологічного режиму

Температура води	Впливає на швидкість реакції	У теплий період зростає потреба в контролі	Сезонний контроль
pH води	Визначає активність форм хлору	При відхиленні pH знижується ефективність знезараження	Лабораторний контроль
Органічні домішки	Витрачають активний хлор	Можливе утворення тригалометанів	Періодичний контроль
Стан трубопроводів	Впливає на втрати хлору в мережі	Ризик вторинного забруднення	Санітарно-технічний огляд

Наведені чинники свідчать, що ефективність хлорування залежить не лише від кількості внесеного реагенту, а й від комплексного стану системи водопостачання. Особливо важливими є контроль pH, температури води, органічних речовин і технічного стану мережі.

Отже, за результатами модельної оцінки можна зробити висновок, що процес хлорування питної води КП «Конкурент» є ефективним за мікробіологічними показниками, однак потребує систематичного контролю у віддалених та кінцевих точках водопровідної мережі.

3.4. Оцінка екологічних ризиків утворення побічних продуктів хлорування

Хлорування питної води, попри свою високу ефективність, має певні екологічні обмеження. Основна проблема полягає в можливості утворення побічних продуктів дезінфекції, які формуються під час взаємодії активного хлору з природними органічними речовинами. До таких сполук належать тригалометани, галогеноцтові кислоти, хлорфеноли та інші хлорорганічні речовини.

Найбільш дослідженою групою побічних продуктів хлорування є тригалометани. Вони можуть утворюватися у воді за наявності гумінових та фульвокислот, які є природними компонентами органічної речовини. Рівень утворення тригалометанів залежить від вмісту органіки, дози хлору, температури води, часу контакту та pH.

Для підземних вод ризик утворення тригалометанів зазвичай нижчий, ніж для поверхневих вод, оскільки вони містять менше органічних речовин. Проте повністю виключати такий ризик не можна, особливо за умов підвищеного дозування хлорвмісних реагентів або недостатнього контролю якості води.

З метою оцінки потенційної екологічної небезпеки проведено ранжування основних ризиків процесу хлорування (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Оцінка екологічних ризиків хлорування питної води

Ризик	**Причина виникнення**	**Імовірність прояву**	**Наслідки**	**Загальний рівень ризику**
Утворення тригалометанів	Реакція хлору з органічними речовинами	середня	Хімічне навантаження на організм людини	середній
Перевищення залишкового хлору	Надмірне дозування реагенту	низька	Погіршення запаху і смаку води	низький
Недостатнє знезараження	Занижена доза хлору або короткий час контакту	середня	Ризик мікробіологічного забруднення	середній
Вторинне забруднення у мережі	Зношеність трубопроводів, застійні ділянки	середня	Зростання мікробного числа	середній
Аварійне потрапляння реагенту	Порушення умов зберігання	низьке	Локальне хімічне забруднення	низький
Корозійний вплив	Тривалий контакт води з трубами	середня	Погіршення якості води	середній

З таблиці видно, що найбільш значущими ризиками є утворення тригалометанів, недостатнє знезараження та вторинне забруднення води у мережі. Ці ризики мають середній рівень і потребують регулярного лабораторного та технологічного контролю.

Для оцінки пріоритетності екологічних ризиків використано бальну шкалу, де 1 бал відповідає низькому рівню ризику, 2 бали - середньому, 3 бали – високому (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Пріоритетність екологічних ризиків процесу хлорування

Найбільшу увагу під час екологічного контролю необхідно приділяти не лише самому процесу дозування хлору, а й стану водопровідної мережі. Навіть за належного знезараження на станції якість води може погіршуватися у процесі транспортування через застійні зони, корозію труб, біоплівки та нерівномірний гідравлічний режим.

Особливої уваги потребує питання побічних продуктів хлорування. Тригалометани не завжди контролюються щоденно у невеликих комунальних підприємствах, однак саме вони мають важливе значення для довгострокової оцінки екологічної безпеки питної води (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Фактори, що сприяють утворенню побічних продуктів хлорування

Фактор	Механізм впливу	Рівень значущості для підземних вод	Профілактичний захід
Наявність природної органіки	Органічні речовини вступають у реакцію з активним хлором	середній	Контроль перманганатної окиснюваності

Надмірна доза хлору	Збільшує кількість реакцій хлорування	високий	Автоматизація дозування
Підвищена температура	Прискорює хімічні реакції	середній	Посилений літній контроль
Тривалий час контакту	Збільшує імовірність утворення хлорорганічних сполук	середній	Оптимізація режиму подачі
Високий pH	Може впливати на співвідношення форм активного хлору	середній	Контроль кислотно-лужного стану
Застій води у мережі	Подовжує контакт води з реагентом	високий	Промивання тупикових ділянок

Аналіз факторів показує, що навіть за доброї якості підземної води ризик утворення побічних продуктів хлорування може зростати за умов надмірного дозування реагенту, тривалого перебування води у мережі та недостатнього промивання тупикових ділянок.

Для мінімізації екологічних ризиків важливо забезпечити баланс між мікробіологічною безпекою та хімічною безпечністю води. З одного боку, концентрація хлору повинна бути достатньою для знезараження, а з іншого — не повинна перевищувати рівень, за якого зростає ймовірність утворення токсичних побічних сполук.

У практиці екологічного контролю доцільно застосовувати принцип оптимального хлорування. Його суть полягає у використанні мінімально ефективної дози реагенту, яка забезпечує нормативний рівень залишкового хлору у кінцевих точках мережі та одночасно не створює надмірного хімічного навантаження.

Таким чином, екологічні ризики хлорування питної води на КП «Конкурент» можна оцінити як помірні. Вони не є критичними за умови дотримання технологічного режиму, але потребують системного контролю, особливо у літній період та у віддалених ділянках водопровідної мережі.

ВИСНОВКИ

1. Хлорування залишається найбільш поширеним і надійним методом знезараження питної води в системах централізованого водопостачання України. Основною перевагою методу є забезпечення високої ефективності знищення патогенних мікроорганізмів та наявність залишкової бактерицидної дії у водорозподільній мережі.

2. Проведений аналіз нормативно-правової бази показав, що контроль якості питної води в Україні регламентується Водним кодексом України, Законом України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення», Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» та вимогами ДСанПіН 2.2.4-171-10. Основними показниками ефективності хлорування є концентрація залишкового вільного хлору та відповідність води мікробіологічним нормативам.

3. КП «Конкурент» використовує підземні води артезіанських свердловин як джерело централізованого водопостачання. Система водопідготовки підприємства включає видобування води, її транспортування, знезараження гіпохлоритом натрію та виробничий лабораторний контроль. Використання підземних вод забезпечує відносно стабільний хімічний склад води та знижує ризик бактеріального забруднення порівняно з поверхневими джерелами.

4. За результатами екологічної оцінки фізико-хімічних показників води встановлено, що значення pH становило 7,3, каламутність - 0,65 НОК, кольоровість – 11 градусів, загальна жорсткість - 6,1 ммоль/дм³, загальна мінералізація - 486 мг/дм³, вміст заліза - 0,18 мг/дм³, нітратів - 18,4 мг/дм³. Усі досліджені показники відповідали вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10.

5. Визначено, що основними компонентами мінерального складу води є гідрокарбонати, частка яких становить 58,8 % від загальної мінералізації. Такий склад є типовим для підземних вод Житомирського Полісся та свідчить про природний характер формування гідрохімічного режиму досліджуваного водоносного горизонту.

6. Проведена оцінка ефективності знезараження показала, що концентрація залишкового вільного хлору у водопровідній мережі перебувала в межах нормативних значень і становила в середньому 0,32 - 0,46 мг/дм³ залежно від точки контролю. Найнижчі показники спостерігалися у кінцевих точках мережі, що обумовлено природним зниженням концентрації активного хлору під час транспортування води.

7. Встановлено, що ефективність знезараження за показником загального мікробного числа становила 94,7 %. Після хлорування кількість мікроорганізмів знизилася з 76 до 4 КУО/см³, а бактерії групи кишкової палички та ентерококи не виявлялися. Це свідчить про високу санітарну ефективність застосованого методу знезараження.

8. Визначено основні екологічні ризики, пов’язані з процесом хлорування питної води. Найбільш значущими серед них є утворення тригалометанів, можливість вторинного мікробіологічного забруднення у водопровідній мережі, корозійний вплив на трубопроводи та ризик недостатнього знезараження при зниженні концентрації залишкового хлору.

9. Встановлено, що ризик утворення побічних продуктів хлорування для підземних вод є нижчим, ніж для поверхневих джерел водопостачання, однак не може бути повністю виключений. Основними факторами, що сприяють утворенню тригалометанів, є надмірне дозування хлорвмісних реагентів, підвищена температура води, наявність органічних речовин та тривалий час контакту води з хлором.

Отже, проведене дослідження підтвердило, що існуюча система хлорування питної води КП «Конкурент» забезпечує належний рівень мікробіологічної безпеки та відповідає чинним санітарним вимогам. Водночас підвищення ефективності екологічного контролю та впровадження сучасних методів моніторингу сприятимуть подальшому покращенню якості питної води та мінімізації екологічних ризиків для населення і навколишнього природного середовища.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Рекомендовано посилити систему екологічного контролю процесу хлорування питної води на КП «Конкурент» шляхом регулярного моніторингу концентрації залишкового вільного хлору у всіх контрольних точках водопровідної мережі, особливо у віддалених її ділянках. Доцільним є також здійснення постійного контролю фізико-хімічних та мікробіологічних показників води, своєчасне коригування доз хлорвмісних реагентів відповідно до якості вихідної води та сезонних змін умов водопостачання.

2. Для підвищення екологічної безпеки питного водопостачання рекомендується модернізувати систему дозування реагентів, проводити періодичний контроль побічних продуктів хлорування, зокрема тригалометанів, а також регулярно виконувати промивання водопровідних мереж і профілактичний огляд обладнання. Реалізація запропонованих заходів сприятиме забезпеченню стабільної якості питної води, зниженню екологічних ризиків та підвищенню рівня санітарно-епідемічної безпеки населення смт Довбиш.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 24th ed. Washington : American Public Health Association, 2023.

2. 3Bond T., Goslan E.H., Parsons S.A., Jefferson B. Disinfection By-Product Formation of Natural Organic Matter Surrogates and Treatment By-Products. *Water Research*. 2011. Vol. 45. P. 1–23.

3. Boorman G.A. Drinking Water Disinfection Byproducts: Review and Approach to Toxicity Evaluation // Environmental Health Perspectives. 1999. Vol. 107. Suppl. 1. P. 207-217.

4. Gray N.F. Drinking Water Quality: Problems and Solutions. 3rd ed. Cambridge : Cambridge University Press, 2017. 534 p.

5. Hua G., Reckhow D.A. Comparison of Disinfection Byproduct Formation from Chlorine and Alternative Disinfectants. *Water Research*. 2007. Vol. 41. P. 1667–1678.

6. Kalita I., Richardson S.D. Assessing the Health Impact of Disinfection Byproducts in Drinking Water: Recent Advances and Future Directions. *Environmental Health Perspectives*. 2024. Vol. 132. № 4.

7. Mzinyathi M., Gumbo J. Chlorine Dioxide Drinking Water Pre-Oxidation and Disinfection: A Review. *Desalination and Water Treatment*. 2025. Vol. 320.

8. Nieuwenhuijsen M.J., Toledano M.B. Chlorination Disinfection By-Products in Water and Their Association with Adverse Reproductive Outcomes: A Review. *Occupational and Environmental Medicine*. 2000. Vol. 57. P. 73-85.

9. Richardson S.D., Plewa M.J., Wagner E.D., Schoeny R., DeMarini D.M. Occurrence, Genotoxicity, and Carcinogenicity of Regulated and Emerging Disinfection By-Products in Drinking Water. *Mutation Research*. 2007. Vol. 636. P. 178–242.

10. Richardson S.D., Ternes T.A. Water Analysis: Emerging Contaminants and Current Issues. *Analytical Chemistry*. 2018. Vol. 90. P. 398–428.

11. Spellman F.R. Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations. 4th ed. Boca Raton : CRC Press, 2020. 914 p.

12. Tchobanoglous G., Burton F.L., Stensel H.D. Water Treatment and Reuse. 5th ed. New York : McGraw-Hill Education, 2014. 1920 p.

13. Wang J.J., Singer P.C. Disinfection Byproduct Formation from Chlorination of Source Water and Distribution Systems. *Water Research*. 2013. Vol. 47. P. 3005–3015.

14. World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality. 4th ed. Geneva : World Health Organization, 2022. 541 p.

15. World Health Organization. Water Safety Plan Manual: Step-by-Step Risk Management for Drinking-Water Suppliers. Geneva : World Health Organization, 2009. 108 p. URL: https://apps.who.int/iris/handle/10665/75141 (дата звернення: 06.06.2026).

16. Башинська І.Л. Екологічна оцінка ефективності очищення питної води на водопровідних станціях України. *Scientific Horizons.* 2018. № 7–8. С. 50–58.

17. Водний кодекс України : Кодекс України від 06.06.1995 № 213/95-ВР. Верховна Рада України. URL: Законодавство України (дата звернення: 06.06.2026).

18. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною (ДСанПіН 2.2.4-171-10): Державні санітарні норми та правила: затв. наказом Міністерства охорони здоров'я України від 12.05.2010 № 400 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10 (дата звернення: 06.06.2026).

19. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування: затв. наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 08.04.2013 № 133. Київ : Мінрегіон України, 2013. 172 с.

20. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води. Київ : Вища школа, 2005. 671 с.

21. Клименко М.О., Залеський І.І. Техноекологія. Рівне : НУВГП, 2010. 298 с.

22. Клименко М.О., Прищепа А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля. Київ : Академія, 2006. 360 с.

23. Ковальова О. О. Нові підходи до рішення проблем екологічної безпеки господарсько-питного водопостачання. Комунальне господарство міст. 2006. № 74. С. 271-274.

24. Лисюк Д. В. Екологічні ризики та контроль побічних продуктів хлорування питної води. *Наукові читання – 2026. Науково-практична конференція науково-педагогічних працівників, докторантів та аспірантів*. 1 травня 2026 р. С. [8]

25. Орлов В.О., Мартинюк А.М., Зощук В. О. Технології підготовки питної води: навч. посібник. Рівне : НУВГП, 2010. 176 с.

26. Петренко Ю. В., Лисюк Д. В. Вплив хлорування води на утворення токсичних побічних продуктів. «*Лісові екосистеми: сучасні проблеми і перспективи до слідження – 2026*». V Всеукраїнська науково-практична конференція, 01 червня 2026 р. С. [9].

27. Петрук В.Г., Стискал О.А. Аналіз сучасних безпечних альтернатив дезінфекції питної води. *Екологічні науки*. 2016. № 12–13. С. 35–41.

28. Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення : Закон України від 24 лютого 1994 р. № 4004-XII // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12 (дата звернення: 06.06.2026).

29. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25 червня 1991 р. № 1264-XII // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12 (дата звернення: 06.06.2026).

30. Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення: Закон України від 10.01.2002 № 2918-III // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2918-14 (дата звернення: 06.06.2026).

31. Романенко В.Д. Основи гідроекології. Київ : Генеза, 2004. 664 с.

32. Сафранов Т.А. Екологічні основи природокористування. Львів : Новий Світ-2000, 2019. 396 с.

33. Стискал О.А., Петрук В.Г. Небезпека побічних продуктів хлорування у питній воді для живих систем. Екологічні науки. 2017. № 9. С. 154-161.

34. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підруч. для студ. хім.-технол. і екол. спец. вищ. закл. освіти / А. К. Запольський, Н. А. Мішкова-Клименко, І. М. Астрелін, М. Т. Брик, П. І. Гвоздяк, Т. В. Князькова. К. : Лібра, 2000. 552 с.

35. Хільчевський В.К., Гребінь В.В. Гідрологія та гідрохімія: навч. посібник. К.: ДІА, 2025. 352 с.

36. Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Основи гідрохімії. Київ : Ніка-Центр, 2012. 312 с.

37. Шадура В. О., Кравченко Н. В. Водопостачання та водовідведення: навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2023. 385 с

38. Яцик А.В., Пашенюк І.А. Водні ресурси України та їх використання. Київ : Генеза, 2001. 360 с.