

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
 Навчально-науковий інститут заочної і дистанційної освіти

Кафедра екології і загальнобіологічних дисциплін

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ТЕМУ:

**«АНАЛІЗ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОЇ СИСТЕМИ
 ВОДОПОСТАЧАННЯ МІСТА КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКИЙ»**

Виконала:

здобувач освітнього ступеня «Магістр»
 освітньо-професійної програми
 «Охорона навколишнього середовища»
 спеціальності 101 «Екологія»
 заочної форми навчання
 БОДНАР Тетяна

Керівник:

НЕДІЛЬСЬКА Уляна Іванівна
 кандидат с.-г., доцент

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____ Шкала ECTS

«_____» _____ 2024

Допускається до захисту:

«_____» _____ 2024 р.

Гарант освітньо-професійної програми

«Охорона навколишнього середовища»

спеціальності 101 «Екологія»

кандидат с.-г. наук, доцент

_____ ПЛАХТІЙ Данило Петрович

м. Кам'янець–Подільський, 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	3
--------------------	---

РОЗДІЛ 1

НАУКОВІ ПІДХОДИ ДО АНАЛІЗУ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ	
--	--

1.1. Проблеми питного водопостачання в Україні та контролю його якості..	6
1.2. Джерела забруднення питної води.....	12
1.3. Способи підвищення якості питної води.....	14

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ І МЕТОДИ АНАЛІЗУ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ	
--	--

2.1. Організаційно-методичні аспекти проведення досліджень.....	19
2.2. Методологія проведення аналізу якості питної води	23

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ	
---	--

3.1. Якість питної води централізованої системи водопостачання.....	25
3.2. Аналіз якості води джерел водопостачання.....	29
3.3. Аналіз якості води на виході з очисних водопровідних споруд.....	34
3.4. Аналіз якості води в районах міста	38

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	
--------------------------------	--

4.1. Оцінка економічної ефективності заходів із покращення якості питної води.....	42
--	----

РОЗДІЛ 5

5.1. Безпечні умови праці під час дослідження якості питної води.....	44
---	----

ВИСНОВКИ	57
-----------------------	----

ПРОПОЗИЦІЇ	59
-------------------------	----

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	60
---	----

ДОДАТКИ	65
----------------------	----

ВСТУП

Актуальність теми. Якість питної води безпосередньо впливає на здоров'я людей. Забруднення води може призводити до виникнення різноманітних захворювань. Зростає суспільний інтерес до стану питної води через підвищення обізнаності населення про її вплив на здоров'я, що робить тему аналізу якості води ще більш важливою. Моніторинг якості води дозволяє виявляти джерела забруднення та оцінювати вплив людської діяльності на водні ресурси. Це допомагає вживати заходів для зменшення впливу на екосистеми. Якість води в централізованій системі часто пов'язана з станом річок та інших природних джерел, що робить тему важливою для загальної екологічної ситуації. Якість питної води впливає на економіку міста через витрати на лікування хвороб, пов'язаних із низькою якістю води, та на покращення систем очищення води. У багатьох містах, включаючи Кам'янець-Подільський, водопровідна інфраструктура часто потребує оновлення через старіння труб та насосного обладнання. Це може негативно впливати на якість води, особливо в частині накопичення осадів та корозії труб. Аналіз якості води дозволяє ідентифікувати ділянки, де потрібне оновлення чи ремонт системи, що підвищує ефективність централізованого водопостачання.

У містах, що використовують водні джерела, можуть виникати сезонні коливання якості води. Це особливо важливо для Кам'янця-Подільського, де вода частково надходить з річки Дністер, яка піддається змінам під час паводків або посух.

Тема аналізу якості питної води актуальна, оскільки вона допомагає виявляти тенденції та планувати адаптаційні заходи для забезпечення стабільної якості водопостачання.

Дотримання санітарно-гігієнічних норм та відповідність якості води національним та міжнародним стандартам є важливою частиною забезпечення безпечного водопостачання. Результати аналізу якості води можуть бути

основою для коригування технологічних процесів очищення та дезінфекції води, що важливо для забезпечення відповідності стандартам.

Дослідженням даного питання займалися такі науковці як І.І. Крилова, що в своїй роботі «Аналіз сучасного стану сфери водопостачання та водовідведення в Україні», проаналізувала основні показники використання та охорони водних ресурсів в Україні та Вергун О.М. «Аналіз актуальних чинників погіршення якості питного водопостачання в контексті національної безпеки України», в якій розкрив, що погіршення якості питної води негативно позначається не лише на стані здоров'я людей, а й є причиною загострення міждержавних відносин та регіональних проблем.

Вміст шкідливих речовин у воді як централізованого водопостачання, так і нецентралізованого не повинен перевищувати гранично припустимих норм, вказаних у ДСанПіН 2.2.4-171-10. Визначити склад води та вміст шкідливих елементів у ній можна у санепідемстанціях та спеціалізованих приватних лабораторіях. Відповідно до визначеного вмісту шкідливих речовин у воді потрібно усувати їх наявність шляхом встановлення фільтрів на джерела водопостачання або ж переходом на споживання для питних потреб бутильованої води.

Мета і завдання виконання кваліфікаційної роботи.

Мета роботи – проаналізувати якість питної води водопостачання міста.

Завдання роботи:

1. Визначити екологічні проблеми водозабезпечення;
2. Визначити джерела водопостачання питної води;
3. Визначити особливості водопідготовки для централізованого водопостачання;
4. Проаналізувати якість питної води водопровідних водопостачання міста;

Об'єкт дослідження – встановлення відповідності показників якості питної води водопровідної мережі міста Кам'янець-Подільський гігієнічним

нормативам.

Предмет дослідження – показники якості питної води (запах, забарвленість, каламутність, водневий показник, загальна жорсткість, залізо загальне, нітрати).

Методи дослідження – аналіз, порівняння фізичних та органолептичних показників якості води з нормативними.

Наукова новизна отриманих результатів.

Дослідити якість питної води централізованої системи водопостачання міста на основі встановлення відповідності показників якості води гігієнічним нормативам, а саме органолептичні та фізико-хімічні показники, при отриманні результатів надати висновок щодо відповідності фактичних показників до нормативних норм.

Практичне значення отриманих результатів. Результати досліджень можуть бути використані при виборі споживачами фільтрів для покращення якості питної води. А також для подальших досліджень та аналізу, що стосуються оцінки фізико-хімічних та токсикологічних властивостей водопровідної питної води.

Особистий внесок випускника: На основі існуючих нормативних документах та проаналізувавши фактори формування і збереження споживчих властивостей питної водопровідної води, проведено порівняльну оцінку її якості та надано пропозиції для покращення.

Апробація отриманих результатів.

Результати кваліфікаційної роботи доповідалися на Всеукраїнській студентській науково-практичній конференції «Актуальні питання землевпорядної та аграрної науки: сьогодення та перспективи розвитку».

РОЗДІЛ 1

НАУКОВІ ПІДХОДИ ДО АНАЛІЗУ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ

(огляд літератури)

1.1. Проблеми питного водопостачання в Україні та контролю його якості

На сьогодні питання досліджень питної води є надзвичайно актуальними через зростаючий дефіцит води, забруднення природних водних ресурсів, а також застарілість інфраструктури водопостачання. Основні проблеми питного водопостачання в Україні зумовлені в першу чергу через дефіцит водних ресурсів. Україна, попри наявність великих річок, стикається з нестачею питної води у деяких регіонах, особливо в південних і східних частинах країни. Регіони Херсонщини, Одещини та Донбасу часто потерпають від нестачі води, що ускладнює забезпечення стабільного водопостачання. Дослідження з проблем дефіциту води часто акцентують увагу на необхідності раціонального використання водних ресурсів та впровадження заходів водозбереження [1].

Однією з найбільших проблем є забруднення річок і водойм промисловими відходами, сільськогосподарськими хімікатами та недостатньо очищеними побутовими стоками. У багатьох річках виявлено підвищені рівні нітратів, фосфатів та інших небезпечних речовин. Це негативно впливає на якість води та збільшує ризики для здоров'я населення [2].

Застаріла інфраструктура водопостачання є ще однією проблемою, яка обмежує доступ до якісної питної води. У багатьох містах України труби водопостачання не змінювалися з попередніх років, що призводить до значних втрат води та її додаткового забруднення [3].

Наразі законодавча база в Україні, що регулює питання водопостачання та охорони водних ресурсів, потребує вдосконалення. Важливим аспектом є впровадження міжнародних стандартів і посилення контролю за якістю води, а також розвиток водного використання, орієнтованого на сталий розвиток [4].

Згідно з дослідженнями, якість питної води в багатьох регіонах України не відповідає сучасним санітарно-гігієнічним нормам. Це пов'язано з недостатнім очищенням води, що надходить з поверхневих та підземних джерел, а також з використанням застарілих методів дезінфекції води [5].

Для вирішення проблем водопостачання в Україні необхідне комплексне підходження, що включає оновлення інфраструктури, зменшення антропогенного впливу на водні ресурси, удосконалення законодавчого регулювання та впровадження нових технологій очищення води.

Забруднення водних ресурсів в Україні – важлива екологічна проблема, яка має серйозні наслідки для здоров'я населення, біорізноманіття та економіки. Основні джерела забруднення включають промислові скиди, сільськогосподарські відходи, міські стоки та забруднення від побутових господарств.

Основними аспектами забруднення водних ресурсів є промислове забруднення. Промисловість є одним із головних забруднювачів водних ресурсів в Україні, особливо в промислово розвинених регіонах, таких як Донбас і Придніпров'я. Металургійні, хімічні та енергетичні підприємства скидають у водойми важкі метали, феноли, нафтопродукти та інші токсичні речовини. Це значно впливає на екологічний стан річок та водойм [6].

Сільське господарство також вносить значний внесок у забруднення води через використання добрив, пестицидів і гербіцидів. Нітрати та фосфати з полів потрапляють у водойми, що сприяє евтрофікації (цвітінню води) та знижує якість води, роблячи її непридатною для споживання і шкідливою для екосистем [7].

Міські стоки та комунальне забруднення в багатьох містах України мають застарілі системи каналізації та очисних споруд, що призводить до

потрапляння недостатньо очищених стічних вод у водойми. Це містить забруднюючі речовини, такі як патогенні мікроорганізми, нітрати, фосфати, та інші хімічні речовини. Така ситуація загострює проблеми громадського здоров'я та водопостачання [8].

Побутове забруднення також відіграє роль у погіршенні якості води. Побутові відходи, мийні засоби та інші хімічні речовини з приватних домогосподарств потрапляють у річки та водойми, збільшуючи навантаження на водні ресурси. Особливо шкідливими є поверхнево-активні речовини з миючих засобів, які важко піддаються біологічному розкладанню [9].

Забруднення водних ресурсів призводить до значного погіршення стану здоров'я населення. Вживання забрудненої води може викликати захворювання шлунково-кишкового тракту, шкірні хвороби та інші проблеми. Забруднені водойми також впливають на біорізноманіття, знижуючи кількість видів і порушуючи екологічний баланс [10].

Для подолання проблеми забруднення водних ресурсів в Україні необхідно впроваджувати сучасні методи очищення стічних вод, модернізувати інфраструктуру, зменшити використання пестицидів та хімікатів у сільському господарстві.

Стан водопровідної інфраструктури в Україні є важливою проблемою, яка безпосередньо впливає на якість питної води та доступність її для населення. Застарілість систем водопостачання, висока зношеність обладнання, а також недостатнє фінансування на модернізацію та ремонт спричиняють проблеми у забезпеченні якісної питної води.

Основними аспектами стану водопровідної інфраструктури є її застарілість. Більшість водопровідних мереж в Україні були побудовані раніше і з того часу майже не оновлювалися. Це призводить до частих аварій, витоків води та підвищеного ризику забруднення. Близько 40% водопровідних труб потребують заміни, що створює суттєві труднощі у забезпеченні населення безпечною водою [11].

Витоки води та втрати в системах водопостачання через застарілу інфраструктуру в системах водопостачання є надзвичайно високими, у деяких містах досягають 30-50%. Це впливає на вартість водопостачання та зменшує кількість доступної води для населення, особливо в умовах зростаючого дефіциту водних ресурсів [12].

Забруднення питної води через старі труби, особливо виготовлені з чавуну та свинцю, часто стають джерелом вторинного забруднення води. В результаті, навіть якщо вода проходить первинну очистку, вона може знову забруднюватися під час транспортування до споживачів. Особливо небезпечними є іржаві труби, що додають у воду важкі метали та інші забруднювачі [13].

Фінансові труднощі модернізації інфраструктури в системі водопостачання вимагають значних фінансових вкладень. В Україні виділення коштів на ці цілі є обмеженим. Багато комунальних підприємств не мають достатньо коштів для оновлення мереж, що призводить до накопичення проблем і затримки у їх вирішенні [14].

Впровадження сучасних технологій, таких як автоматизовані системи моніторингу, полімерні труби, а також нові методи очищення води, є важливим кроком для поліпшення стану водопровідної інфраструктури. Проте, реалізація таких інновацій потребує підтримки на державному рівні та залучення іноземних інвестицій [15].

Сучасний стан водопровідної інфраструктури в Україні потребує комплексного підходу до модернізації, що включає не лише заміну труб, а й впровадження новітніх технологій, фінансову підтримку комунальних підприємств та створення нових стандартів для підвищення якості води.

Контроль якості питної води є важливою складовою забезпечення здоров'я населення та захисту довкілля в Україні. Оскільки забруднення водних ресурсів та проблеми інфраструктури є серйозними викликами, належний контроль якості води стає важливим для гарантування безпеки

питної води. Основні аспекти контролю якості питної води в Україні вивчаються і регулюються досить чітко.

Законодавче регулювання та стандарти якості води в Україні має систему стандартів і нормативів, які регулюють якість питної води. Державний санітарний регламент для водопостачання та водовідведення. Водночас є проблема недостатньої відповідності реальних умов контролю до встановлених стандартів, особливо у віддалених районах, де недостатньо ефективні системи моніторингу [16].

В Україні для контролю якості води використовуються різні методи, зокрема, лабораторні аналізи, моніторинг хімічних та бактеріологічних показників, а також інструментальні методи для виявлення важких металів, пестицидів та органічних забруднювачів. Важливим аспектом є створення автоматизованих систем моніторингу для безперервного контролю [17].

Забруднення води з річок, озер, підземних джерел, а також з застарілих систем водопостачання, що призводить до перевищення норм забруднюючих речовин, таких як нітрати, фосфати, важкі метали та патогенні мікроорганізми. Це ускладнює процес контролю та очищення води [18].

Система контролю якості питної води в Україні стикається з кадровими та фінансовими проблемами, що обмежує її ефективність. Недостатнє оснащення лабораторій, а також відсутність достатнього фінансування на місцевому рівні впливає на оперативність та точність результатів моніторингу [19].

Міжнародні організації, такі як Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ), підтримують Україну в удосконаленні системи контролю якості води, надаючи технічну та фінансову допомогу. Впровадження міжнародних стандартів контролю якості води допомагає підвищити ефективність національної системи моніторингу [20].

Контроль якості питної води в Україні є важливою складовою охорони здоров'я населення та екології. Однак для його поліпшення необхідно вдосконалювати законодавче регулювання, підвищувати фінансування та

модернізувати технічну базу для ефективного моніторингу. Впровадження міжнародних стандартів та технологій також сприятиме покращенню якості питної води в країні.

Методи контролю якості питної води в Україні є складовою системи водопостачання, оскільки забезпечують безпеку води, що потрапляє до споживачів. Контроль якості питної води включає різноманітні лабораторні методи, інструментальні технології та інноваційні системи моніторингу, що дозволяють виявляти забруднювачі та оцінювати відповідність води державним стандартам.

Найбільш поширеними є лабораторні методи для визначення хімічного, фізичного та бактеріологічного складу води. Вони включають аналізи на виявлення таких забруднювачів, як важкі метали (свинець, кадмій, ртуть), пестициди, нітрати, фосфати, органічні речовини та патогенні мікроорганізми. Методики аналізування проб води, зазвичай, базуються на класичних хімічних реакціях та сучасних аналітичних приладах, таких як спектрофотометри, хроматографи [21].

Інструментальні методи включають використання сучасних приладів для точного вимірювання концентрації забруднюючих речовин. Одним з найбільш ефективних є використання іонних вибіркового електродів, спектрофотометрії, абсорбційної спектрометрії для вимірювання важких металів та інших хімічних елементів у воді. Крім того, використовуються сучасні датчики для визначення рівнів рН, температури, окисно-відновного потенціалу та електропровідності води [22].

Біологічні методи контролю зазвичай використовуються для виявлення патогенних мікроорганізмів та оцінки мікробіологічної якості води. Для цього застосовуються методи бактеріологічного аналізу, як посіви на агарові середовища та молекулярно-біологічні методи. Такі методи дозволяють виявляти бактерії, сальмонели, віруси та інші небезпечні мікроорганізми [23].

У сучасних умовах активно впроваджуються автоматизовані системи моніторингу якості води. Вони дозволяють здійснювати постійний контроль за показниками якості води без необхідності постійного проведення лабораторних аналізів. До таких систем входять датчики та системи збору даних, що забезпечують онлайн моніторинг фізико-хімічних і біологічних характеристик води в реальному часі. Такі системи широко застосовуються в великих міських агломераціях та на об'єктах критичної інфраструктури [24].

Для перевірки якості води після очищення застосовують методи оцінки ефективності технологічних процесів очищення, таких як фільтрація, хлорування, ультрафіолетове та озонове очищення. Оцінка ефективності здійснюється через порівняння показників забруднення до і після обробки, а також за допомогою фізико-хімічних і мікробіологічних методів [25].

Методи контролю якості питної води в Україні охоплюють широкий спектр технологій та підходів, від традиційних лабораторних досліджень до сучасних автоматизованих систем моніторингу. Впровадження інноваційних технологій та удосконалення існуючих методик є необхідними для покращення якості води та забезпечення здоров'я населення.

1.2. Джерела забруднення питної води

Забруднення питної води в Україні є серйозною проблемою, яка впливає на здоров'я населення та екологічний стан країни. Основними типами забруднення питної води є хімічне, мікробіологічне, біологічне, а також фізичне забруднення. Відповідно до цих типів, забруднення може виникати через різні джерела, як природного, так і антропогенного походження.

Хімічне забруднення води виникає через наявність у воді різних токсичних хімічних сполук, таких як важкі метали, пестициди, нітрати, фосфати, органічні розчинники. Це забруднення може бути наслідком

промислових викидів, сільськогосподарських виробництв або інфільтрації забруднених ґрунтових вод у водоносні шари [26].

Мікробіологічне забруднення включає в себе присутність патогенних мікроорганізмів у воді, як бактерії, сальмонела, віруси та паразити. Це забруднення може призвести до спалахів інфекційних захворювань, таких як холера, дизентерія та гепатит А. Основними джерелами є недостатньо очищені стічні води, несанкціоновані скиди відходів та забруднення з місць утилізації твердих побутових відходів [27].

Біологічне забруднення води зумовлене наявністю в ній органічних речовин, які є живильним середовищем для розвитку мікроорганізмів. Це може спричинити зростання водоростей, розвиток патогенних організмів і виникнення "цвітіння води". Джерелом біологічного забруднення можуть бути скиди сільськогосподарських стічних вод, нечистоти з тваринницьких ферм, а також природні процеси [28].

Фізичне забруднення включає забруднення води через тверді частинки, які можуть бути присутніми в результаті ерозії ґрунтів, а також при обробці води, як осадження піску. Це також може бути наслідком техногенних аварій, що призводять до потрапляння в воду великих обсягів механічних забруднювачів [29].

Природні джерела забруднення включають геологічні процеси, які сприяють накопиченню у воді природних забруднювачів, як сірчисті сполуки. Таке забруднення може бути характерним для певних географічних регіонів, де вода має підвищену концентрацію природних токсичних елементів [30].

Антропогенні джерела забруднення включають викиди від промислових підприємств, сільськогосподарські відходи, несанкціоновані скиди в річки та озера, а також забруднення з транспортних шляхів. Ці джерела становлять найбільшу небезпеку для питної води в Україні через швидкість і кількість викидів [31].

Забруднення питної води в Україні має різноманітні джерела, які можуть бути як природного, так і антропогенного походження. Основні типи забруднення - хімічне, мікробіологічне, біологічне та фізичне - вимагають застосування комплексного підходу до моніторингу, очищення та управління водними ресурсами, щоб забезпечити безпеку та здоров'я населення.

1.3. Способи підвищення якості питної води

Підвищення якості питної води в Україні є важливою задачею для забезпечення здоров'я населення та збереження водних ресурсів. Існує безліч технологій і методів очищення, які дозволяють підвищити якість води, зменшити забруднення та забезпечити її відповідність державним стандартам. Огляд літератури з цієї теми дозволяє виокремити основні способи підвищення якості питної води в Україні.

Фільтрація є одним із найпоширеніших способів очищення води, який дозволяє видаляти тверді частинки, як пісок, глину та інші механічні домішки. Залежно від типу фільтра, можуть використовуватися різні матеріали, такі як пісок, вугілля, цеоліти, що дозволяють очищати воду від органічних забруднень, хлоридів та деяких важких металів [32].

Хлорування є однією з традиційних технологій очищення води, яка широко застосовується для дезінфекції питної води. Хлор є ефективним засобом для знищення патогенних мікроорганізмів, що можуть бути наявними у воді. Однак необхідно контролювати кількість хлору у воді, щоб уникнути утворення хлорорганічних сполук, що можуть бути шкідливими для здоров'я [33].

Озонування - це сучасна технологія, яка дозволяє не тільки дезінфікувати воду, але й покращити її органолептичні властивості (смак і запах). Озон є потужним окисником, який ефективно знищує мікроорганізми, видаляє органічні забруднювачі і руйнує пестициди. Ця технологія особливо ефективна для очищення води в містах з високим рівнем забруднення [34].

Ультрафіолетове (УФ) очищення води є одним із найбільш екологічно чистих способів дезінфекції. УФ-світло ефективно руйнує ДНК мікроорганізмів, що запобігає їх розмноженню та інфікуванню води. Ця технологія не змінює хімічний склад води і не залишає хімічних відходів, що робить її безпечною для використання [35].

Реверсійна осмозія є високоефективною технологією, що дозволяє очищати воду від великої кількості розчинених речовин, таких як важкі метали, солі, органічні забруднювачі. Цей метод використовується для очищення води в промислових та комунальних системах водопостачання, а також у районах з підвищеним рівнем мінералізації води [36].

Біологічне очищення води включає використання природних або штучно створених біологічних процесів для видалення органічних забруднювачів. Це може бути досягнуто через застосування біофільтрів або використання водоростей та бактерій, які здатні поглинати токсичні речовини з води. Біологічні методи є перспективними для очищення води в малих громадах або для природних джерел води [37].

Комбіновані методи, які поєднують декілька технологій, таких як фільтрація, озонування, хлорування та ультрафіолетове очищення, є найбільш ефективними для досягнення високої якості води. Ці методи дозволяють об'єднати переваги різних технологій і отримати максимальний результат при очищенні води від різноманітних забруднювачів [38].

Підвищення якості питної води в Україні вимагає застосування комплексного підходу, що включає різноманітні методи очищення, від традиційних методів, таких як хлорування, до сучасних технологій, таких як ультрафіолетове очищення і реверсійна осмозія. Вибір оптимальної технології залежить від конкретних умов забруднення води та наявних ресурсів. Використання інноваційних та комбінованих методів забезпечує більш ефективне очищення води, що є критичним для покращення стану водопостачання в Україні.

Фільтрація питної води в Україні є важливим етапом у процесі забезпечення населення якісною водою. Вона дозволяє очищати воду від механічних забруднень, органічних речовин, хімічних сполук і патогенних мікроорганізмів. Огляд літератури з цієї теми дозволяє виокремити основні типи фільтрації, їхні особливості та застосування в Україні.

Механічна фільтрація є найбільш базовим методом очищення води, що дозволяє видаляти великі частки і інші тверді домішки. Цей метод часто використовується як перший етап очищення води на водопостачальних станціях [39].

Фільтрація з використанням активованого вугілля є ефективним методом для видалення органічних сполук, хлору, пестицидів, а також покращення смакових властивостей води. Вугілля здатне поглинати токсичні речовини та запахи, що робить цей метод популярним у комунальних водопостачальних системах, а також для очищення води в побутових умовах [40].

Іонообмінна фільтрація використовується для зниження жорсткості води та видалення іонів важких металів, таких як кальцій, магній, залізо. Цей метод широко застосовується в районах з підвищеним рівнем жорсткості води або у разі підвищеного вмісту заліза та марганцю [41].

Зворотний осмос є високоефективним методом фільтрації, що дозволяє очищати воду від розчинених солей, важких металів, органічних сполук і навіть деяких мікробів. Ця технологія здобула популярність у комунальних водопостачальних системах, а також широко використовується в побутових фільтрах для очищення води від низькоякісних джерел [42].

Керамічні фільтри використовуються для очищення води від бактерій, частинок бруду та органічних забруднювачів. Цей метод є популярним у малих громадах та в побутових фільтрах, оскільки кераміка є доступним і ефективним матеріалом для механічного та мікробіологічного очищення води [43].

Фільтрація з використанням цеоліту - природного мінералу, який застосовується для очищення води від важких металів, амонію, органічних

сполук та радіоактивних елементів. Цеоліт має високу сорбційну здатність і використовується в водопостачальних системах, де необхідне глибоке очищення води [44].

Біофільтрація метод очищення води за допомогою біологічних агентів, таких як бактерії, водорості або гриби, які здатні поглинати та переробляти органічні забруднювачі. Ця технологія використовується для очищення води в природних джерелах та в умовах малих водопостачальних систем [45].

Фільтрація води є необхідним етапом у забезпеченні населення чистою та безпечною питною водою в Україні. Різноманітні методи фільтрації, від механічної до біофільтрації, мають своє застосування в залежності від типу забруднень води та специфіки регіону. Використання комбінованих підходів, таких як поєднання фільтрації з озонуванням чи хлоруванням, дає можливість досягти максимальної ефективності в очищенні води.

Інноваційні підходи до покращення якості питної води є важливим напрямом досліджень та практичного застосування, як в Україні, так і у світі. Завдяки новітнім технологіям з'являються можливості для більш ефективного очищення води, покращення її якості та забезпечення доступу до безпечної питної води для всіх верств населення.

Натепер нанотехнології у водоочищенні займають важливе місце серед інноваційних підходів до покращення якості питної води. Використання наноматеріалів дозволяє досягти високої ефективності у видаленні важких металів, органічних сполук і патогенних мікроорганізмів. Нанофільтрація та наночастинки, такі як наночастки срібла або оксиди титану, здатні знищувати бактерії та віруси, а також очищати воду від токсичних елементів [46].

Використання мембранних технологій (зворотний осмос і ультрафільтрація) є одними з найбільш ефективних методів очищення води на сучасному етапі. Ці методи дозволяють видаляти практично всі забруднювачі, включаючи бактерії, віруси, органічні сполуки та розчинені солі. В Україні та світі активно використовуються мембрани для очищення води в системах водопостачання та в побутових фільтрах [47].

Інтегровані системи очищення води в одну систему є ще одним інноваційним підходом. Поєднання фільтрації з озонуванням або зворотним осмосом дає змогу досягти високої якості води при мінімальних енергетичних витратах. У таких системах застосовуються комбіновані фільтри, що одночасно очищають воду від механічних, хімічних і біологічних забруднень [48]. Біотехнологічні методи очищення води базуються на використанні живих організмів, як бактерії, водорості чи фільтруючі мікроорганізми, які можуть ефективно очищати воду від органічних та неорганічних забруднень. В Україні активно досліджують можливість використання таких методів для очищення води в малих населених пунктах та природних водоймах [49].

Фотокаталітичне очищення води використовують каталізатори, як діоксид титану, під дією ультрафіолетового світла для очищення води від органічних забруднювачів, пестицидів та важких металів. Цей підхід є перспективним, оскільки він не потребує великих енергетичних витрат і має високий ступінь ефективності. В Україні та світі активно досліджують можливість використання фотокаталітичних процесів для водоочищення [50].

Інноваційні фільтри на основі природних матеріалів, стає все більш популярним у світі для очищення води від важких металів і токсичних речовин. В Україні активно досліджуються нові фільтри, які поєднують природні матеріали та сучасні технології, що дозволяє забезпечити високий рівень очищення води [51].

Системи для відновлення та повторного використання води є відновлення та повторне використання води є важливим напрямком інновацій у водоочищенні. Системи, які дозволяють очищати воду та повторно використовувати її для побутових або виробничих потреб, активно застосовуються в різних країнах. В Україні ця технологія набуває популярності у великих промислових комплексах і на підприємствах [52].

Інноваційні методи покращення якості питної води є важливим кроком до забезпечення доступу до чистої води та збереження екологічної рівноваги. В Україні та світі активно використовуються новітні технології, такі як

нанотехнології, мембранні технології, біотехнологічні методи, фотокаталітичні процеси та природні фільтри. Інтеграція цих інновацій дозволяє досягти високої ефективності у боротьбі з забрудненнями води та покращити якість водопостачання.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ І МЕТОДИ АНАЛІЗУ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ

2.1. Організаційно-методичні аспекти проведення досліджень

Водопостачання міста забезпечується з річки Дністер та артезіанських свердловин, що обладнані насосними станціями та комплексом очисних споруд. Загальна довжина мереж водопостачання сягає більше 300 км.

Компоненти системи водопостачання це магістральні та розподільчі мережі системи водопостачання на 46% складаються із чавунних труб, термін експлуатації 11% з яких вже перевищив 50 років. Решта 53% мереж складаються зі сталевих труб, термін експлуатації 47% з яких становить 25-50 років.

Магістральні водогони та збірні трубопроводи від свердловин на 70% складаються із сталевих труб, термін експлуатації 56% з яких перевищує 25 років.

У всьому світі питна вода регламентується показниками, які забезпечують її безпеку для здоров'я людей та смакові якостями. В Україні якість води регламентується державними санітарними правилами та ГОСТ, які включають такі критерії якості питної води, як епідеміологічна безпека, нешкідливість її хімічного складу при тривалому споживанні людиною, сприятливими органолептичними властивостями (смаковими якостями) та радіаційна безпека.

Місто Кам'янець-Подільський забезпечують питною водою артсвердловини Белановецького, Смотрицького, Мукшанського підземних водозаборів та поверхнєве – річка Дністер. До складу ділянки Дністровського водогону входять водопідводний затоплений канал та водоприймальний отвір суміщений з насосною станцією першого підйому, насосна станція першого підйому, трубопровід річкової води, насосна станція другого підйому та комплекс водоочисних споруд.



Рис. 1. Визначення якості питної води

Інженерно-технічними працівниками КП «Міськтепловоденергія» розроблені і впроваджені різні заходи для зниження вмісту нітратів та жорсткості в питній воді. Для зменшення нітратів та загальної жорсткості проводиться доставка проб річкової та питної води в лабораторію обласнепідемстанції. Працівники лабораторії цілодобово ведуть хімічний контроль за якістю питної води. Через кожні 4 години, відповідно до вимог технологічного процесу визначають залишковий хлор та каламутність, а на виході в міську мережу – через 2 години.

Щоденно проводиться контроль за якістю води відповідно до вимог ГОСТ та ДСН «Вода питна ...» за наступними показниками: запах, смак,

присмак, кольоровість, каламутність. При незадовільних бактеріологічних показниках визначається група мінеральних азотовмісних речовин та хлоридів. Два рази на добу визначають залишковий алюміній. Лабораторії міської та обласної санепідемстанцій посезонно, раз у квартал досліджують воду на виході з очисних споруд по схемі повного хіманалізу з визначенням вмісту важких металів та радіоактивності. Проводиться контроль якості дистильованої води по ГОСТ по окремих інгредієнтах, а також паралельні дослідження питної води на вміст фтору, міді, заліза, сульфатів.

Бактеріологічним відділом контролю підготовки якості питної води щомісячно здійснюється контроль готових розчинів на вміст активного хлору. В лабораторії є два автоклави для знезараження відпрацьованого матеріалу і для стерилізації поживних середовищ. Лабораторія проводить дослідження річкової та питної води.

По якості наша вода відповідає всім гігієнічним вимогам до якості води централізованого господарського – питного водопостачання ДСН 383-96 «Вода питна».

Знезараження води проводиться гіпохлоритом натрію, що дозволяє відмовитись від хлору, всього хлорного обладнання, а також уникнути такого небезпечного етапу як перевезення хлорних бочок та балонів.

На сьогодні гіпохлорит натрію – один з найбільш ефективних і швидкодіючих дезинфікуючих агентів, що має широкий спектр дії проти усіх відомих у даний час мікроорганізмів. Він є одним з найбільш дешевих дезинфектантів. Досвід застосування показує, що використання гіпохлоритів відповідно до рекомендацій є безпечним і не викликає ефектів, що впливають на здоров'я людей.

Для отримання гіпохлориту натрію використовують звичайну поварену сіль, яка присутня в кожній домівці. Її розчиняють у воді, далі відповідний соляний розчин подається в електролізер, де під дією струму розкладається на складники, що об'єднуються в нову сполуку- гіпохлорит натрію. Дія ГПХН при попаданні у воду починається з того, що він розкладається на атомарний

кисень і сполуку хлору, що являються дуже сильним дезінфектантами. При попаданні у воду вони реагують з білковими оболонками мікроорганізмів, які під їх дією гинуть. Так відбувається процес знезараження питної води. Перехід на альтернативний реагент підвищить культуру виробництва і екологічну безпеку, надійність і економічність роботи станції водопідготовки.



Рис. 2. Каналізаційні насосні станції

Водовідведення у Кам'янці-Подільському забезпечують каналізаційні насосні станції, які перекачують воду на очисні споруди по мережах довжиною близько 150 км.

Виробничі потужності дають змогу подати 75,2 тис.м³ на добу води та прийняти 70 тис. м³ /добу стічних вод з повною біологічною очисткою.

Компоненти системи водовідведення:

Самопливні колектори та напірні трубопроводи системи каналізації на 70% складаються із керамічних та азбестоцементних труб, термін експлуатації 25% з них до 50 років і більше.

Залізобетоні колектори складають до 15% від загальної довжини мереж, термін експлуатації їх перевищує 30 років.

Стальні трубопроводи складають до 8% від загальної довжини мереж, термін експлуатації їх перевищує 30 років і більше.

Загальна кількість насосних станцій в системі каналізації – 16, із них 10 належать водоканалу. Всі вони збудовані за останні 30 років.

Проектна продуктивність всіх насосних станцій значно перевищує фактичні обсяги стічних вод, що транспортуються колекторами.

КП «Міськтепловоденергія» у своїй діяльності щодо централізованого водопостачання та водовідведення керується нормативно-правовими документами: Закон України «Про питну воду та питне водопостачання» від 10.01.2002 № 2918-III.

2.2. Методологія проведення аналізу якості питної води

Контроль за якістю питної води в Україні здійснюється відповідно до вимог державних стандартів (ГОСТ) та Державних санітарних норм (ДСН), зокрема тих, що стосуються питної води. Основними нормативними документами, що регламентують методику контролю за якістю води, є: Державні санітарні норми і правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10). Документ встановлює санітарні норми, вимоги до складу і властивостей води, яка постачається для споживання людиною, а також до процесу її очистки та дезінфекції.

Державні стандарти України – регламентують методи відбору проб, фізико-хімічний, мікробіологічний, радіологічний та органолептичний контроль якості води.

Методики контролю за якістю води за відбором проб. Проби води повинні відбиратися з визначених точок водопостачання відповідно до затвердженої програми моніторингу. Для відбору використовуються спеціальні стерильні контейнери, які запобігають забрудненню зразків. Зразки мають бути доставлені в лабораторію в найкоротші терміни, щоб уникнути змін у складі води.

Фізико-хімічний аналіз включає визначення показників, таких як температура, колір, запах, смак, мутність, рН, загальна жорсткість, лужність. Визначаються також концентрації основних хімічних речовин: хлоридів, сульфатів, заліза, марганцю, амонію, нітратів, важких металів тощо.

Мікробіологічний аналіз перевіряється наявність патогенних мікроорганізмів, ентерококів та інших. Проводиться визначення загальної бактеріальної забрудненості та мікробіологічної безпеки води.

Органолептичний аналіз оцінюються показники, що впливають на смак, запах, колір та прозорість води. Ці показники дозволяють визначити можливу присутність забруднень, навіть якщо хімічні та мікробіологічні показники в межах норми.

Ці методики дозволяють забезпечити високий рівень контролю за якістю води, що постачається для споживання, та мінімізувати ризики для здоров'я населення.

Контроль готових розчинів на вміст активного хлору є важливою процедурою для забезпечення належної якості дезінфекційних засобів та питної води. Оцінка концентрації активного хлору дозволяє визначити, чи є розчин ефективним для дезінфекції або знезараження, а також запобігти надмірній концентрації, яка може бути шкідливою.

Методика проведення контролю готових розчинів на вміст активного хлору. Визначення активного хлору зазвичай проводиться методом титрування або за допомогою спеціальних хлор-метрів. Використовуються чисті та сухі лабораторні пробірки, колби та бюретки. Для аналізу відбирають певну кількість розчину з підготовленої ємності, де зберігається розчин хлору.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

3.1. Якість питної води централізованої системи водопостачання

Гарантію у правах серед споживачів за сферою у питній воді, питне водопостачання а також шляхи у водовідведенні умови держави гарантують захист прав споживачів у використанні питної води, а також і питного як водопостачання та і водовідведення. Такі підходи до споживання здійснюються контролем у дотриманні як законодавства за сферою питної води, так і шляхів у водопостачанні та водовідведенні, проведенні оцінки за станом води і у системах питного водопостачання і водовідведення, особливості на вплив у довкіллі і державній санітарно- епідеміологічній експертизі за господарською та іншою діяльністю, що пов'язана у використанні джерел питного водопостачання. Аналізування особливостей у веденні та забезпеченні оцінки якісної питної води і параметрів у технічному

стані об'єктів централізованого питного водопостачання та водовідведення.

В результаті наслідку від забруднення у підземних водах, які знаходяться на межі других та третіх поясів зон за санітарною охороною і які за технічними причинами не мають бути виділені за межами у цих зонах, визначають за кожним таким об'єктом по окремості за підсумками результатами аналізу за міграцією забруднюючими речовинами у навколишньому природному середовищі. За наслідку певного техногенного навантаження на межі як других так і третіх поясів за зоною санітарної охорони за проведенням контролем і експлуатаціями у джерелах питного водопостачання та прийнятті у господарських рішеннях здійснюється постійно особливо у моніторингу в дослідженнях.

Державний моніторинг у сфері питної води та водопостачання здійснюється для збору, обробки, збереження та аналізу даних про якість питної води, стан об'єктів централізованого водопостачання, прогнозування змін та розробки науково обґрунтованих рекомендацій для ухвалення відповідних рішень у цій сфері. В результаті моніторингу у сфері питної води та водопостачання проводиться такими органами як центральним органом виконавчої влади, що відповідає за реалізацію державної політики у сфері розвитку водного господарства - для оцінки якості водних об'єктів у місцях водозабору для централізованого водопостачання за радіологічними та хімічними показниками.

Центральним органом виконавчої влади, що відповідає за охорону здоров'я, - для контролю за дотриманням санітарних норм за хімічними, бактеріологічними та радіологічними показниками водних об'єктів, які використовуються для питного водопостачання, а також у системах водопостачання. Центральним органом виконавчої влади у сфері житлово-комунального господарства - для оцінки якості питної води після споруд водопідготовки за хімічними та бактеріологічними показниками, а також технічного стану об'єктів централізованого водопостачання і центральним органом виконавчої влади у сфері екологічної безпеки - для прогнозування

змін якості та кількості поверхневих і підземних джерел централізованого водопостачання у місцях водозаборів.

Контроль якості питної води централізованої системи водопостачання м. Кам'янець-Подільський ведеться за всіма етапами їх у водопідготовці і виходу від систем очистки провідних мереж. Внаслідок результатів за лабораторними дослідженнями оцінки якості питної води, яка використовується споживачами Кам'янець-Подільський, внаслідок представлених показників аналізується вимогами ДержСанПіН 2.2.4-171-10. В подальшому спостереженні за питною водою шляху її подачі до крану споживача теж аналізується показниками чистоти, контролю її якості у сітці міського водопровідведення. Такі підходи аналізування проходять щоденно у відборі проб за контрольними точками розподільчого водопровідведення у мережі за різними вулицями міста.

Контрольні точки - це звичайні водорозбірні крани, розташовані на водопровідних мережах. Їх зазвичай встановлюють на найвищих, найвіддаленіших та тупикових ділянках мережі, де ризик погіршення якості води є найбільшим.

Перед відбором проб води пробовідбірники спочатку пропускають воду протягом 15 хвилин, після чого додатково стерилізують кран, обпалюючи його тампоном, змоченим спиртом. До лабораторних умов за методиками відбирають проби води для аналізування:

- показником епідемічної безпеки – мікробіологічно;
- санітарно-хімічним показником – органолептично,
- фізико-хімічно, санітарно-токсикологічно.

За середніми показниками в року кількості за пробами питної води, що не належить до вимог ДержСанПіН 2.2.4-171-10 складала: органолептично та фізико-хімічним показниками – 0,14 %, за аналізом по мікробіологічним показникам виявилось до 0,07 %. За аналізом показників у випадку виявлення у відхиленні за нормативними вимогами, відповідні служби водопостачання зразу припиняють роботу елементу технічної мережі, звідки було взято

пробу для аналізування. Виконують ремонтні роботи, дезінфікують та промивають мережу. Надалі включають в використання тільки за повної відповідності за оцінкою результату за пробами водопровідного аналізу показників у питній воді за комплексом показників за вимогами до відповідного ДСанПіН. У мірі поступлення можуть відбиратися проби точково за випадками у зверненні від споживачів відповідно до незадовільних параметрів за якістю води.

Серед мешканців міста за проживанням у різних районах при спостереженні за якістю у холодній воді у помешканні різко змінилися (про те у води змінився колір чи спостерігається чинник стороннього запаху). Така картина використання води і її аналізу не пов'язана з ремонтними роботами у мережі будинку проживання, необхідно звертатися до перевірки проб води.

Таблиця 3.1

Органолептичні показники якості питної води

Показники	Одиниці виміру	Нормативи	Клас небезпеки
Запах	ПР	2	-
Каламутність	НОК	0,5(1,5)	-
Кольоровість	град	20(35)-	-
Присмак	ПР	2	-
Водневий показник	одиниці	6,5-8,6	-
Мінералізація загальна	Мг/дм ²	1000(1500)	-
Жорсткість загальна	Мг-екв дм ²	7(10)	-
Сульфати	Мг/дм ²	250(350)	4
Хлориди	Мг/дм ²	250(350)	4
мідь	Мг/дм ²	1,0	3
марганець	Мг/дм ²	0,1	3
залізо	Мг/дм ²	0,3	3
хлорфеноли	Мг/дм ²	0,0003	4

Таблиця 3.2

Гранично-допустимі фізико-хімічні показники якості питної води

Хімічні речовини	ГДК	Хімічні речовини	ГДК
------------------	-----	------------------	-----

Нітрати	45	Хром (заг.)	0,5
Нітрити	0,002	Миш'як (заг.)	0,05
Сульфати	500	Мідь	0,1
Фосфати	1,0	Цинк	5,0
Хлориди	100	Нафтопродукти	0,1-0,3
Фториди	0,75	Ацетат	45
Ціаніди	0	Феноли	0,001
Залізо	0,5	Форміати	45
Фосфорорганічні Отруйуючі хімікати	0,03	Ефіророзчинні речовини	0,1

Для з'ясування причин відповідні служби направлять пробовідбірника, що проведе аналізування проб холодної води у помешканні з метою подальшого аналізування і перевірки в лабораторії на виявлення відхилень. У відповідності до поступленої інформації про стан води визначиться, хід самого аналізування потрібний у проведенні – органолептично або фізико-хімічно.

Для того щоб встановити ознаки погіршення якості водопровідної води необхідно виконати забори проб не лише в квартирі, но і при входу до будинку, у сусідніх стояках, і у під'їзді по сусідству. За таких підходів можна буде виявити де виникла проблема, у яких системах – вулиці, внутрішньо будинкових, внутрішньо квартирних – проходить забруднення вторинного наслідку.

Пробовідбірники проводять забори за направленим характером, тому не має права взяти на аналіз самостійно відібрану мешканцями воду, бо у такому разі у пробу можуть потрапити домішки та може бути порушено стерильність тари. Якщо виявилось, коли якості води знизилися ще на етапі перебування у міській мережі, це можна поправити ремонтними або позаплановими промивками. За аналізуванням спостережень коли причина виявиться на внутрішньо будинкових мережах, то цим має займатися керуюча компанія або ОСББ, бо, у разі виявлення відхилень по якості водопровідної води всередині будинку, водоканал може лише видати припис відповідній організації.

3.2. Аналіз якості води джерел водопостачання

У Кам'янці-Подільському є кілька водопровідних станцій, які забезпечують місто питною водою. Основним підприємством, яке займається водопостачанням та водовідведенням, є КП «Міськтепловоденергія». Вони відповідають за функціонування водопровідних мереж та насосних станцій у місті.

Основні водопровідні станції

Південний водозабір - один з основних водозаборів міста, який постачає воду з річки Дністер. Тут вода проходить через очищення та фільтрацію перед подачею в міську мережу.

Північний водозабір це водозабір, що забезпечує місто водою з підземних джерел. Його основна функція - подача ґрунтових вод до системи водопостачання.

Резервні водозабірні станції це також є кілька невеликих резервних станцій, які використовуються для забезпечення додаткового водопостачання у випадках підвищеного споживання або проведення ремонтних робіт на основних водозаборах. Усі ці станції працюють для забезпечення стабільного та якісного водопостачання мешканців Кам'янця-Подільського.

Цвітіння води у ріці не спричинює оцінки якості води, яку будемо використовувати. Це впливає на якість очистки, бо тоді системам ускладнено очищати таку воду, де потрібно витратити значно більше реагентів, і вода проходить більше етапів у фільтруванні.

В цілому за аналізом річок вони не мають порівнянь що в кожній є певні особливості. Де в одних можна виявити більше синьо-зелених водоростей, тоді як в інших - залізо чи фосфати. У такому випадку і процеси в очистці у кожного водозабору будуть специфічними. Для аналізу у сезонний період коли починаються паводкові періоди, річка набуває абсолютно іншого характеру, тоді як у літній період також зазнає певних змін. В загальному є до 20 типів по очистці води коли в практичному відношенні все залежить від складу

вихідної води в річці.

У місті застосовують певні регламенти, які є відповідними і здатні забезпечити санітарно-епідеміологічний стан. Широко використовувана система очистки води, коли річкова вода потрапляє на очисні споруди, у які доповнюють окремі реагенти, де у перших етапах здатні видалити брудні домішки, згодом додають реагенти, що осаджують такі домішки, і в результаті вода проходить великий цикл фільтрації, через гравійні та піщані фільтри, де в кінцевому результаті проводять дезінфекцію. Здійснюють це за використанням змішаних оксидантів, а не хлору, що не дає утворюватися канцерогенним сполукам, які є шкідливими для нашого організму, аж потім вона потрапляє в водопроводи, транспортується до наших домівок.

Технології даної установи достатньо передові у контексті певних етапів, вони є класичними. Їх треба вдосконалювати тільки технічно. Наприклад, замінювати насосне обладнання на більш ефективне, покращувати систему фільтрації, ремонтувати труби у тих місцях, де вони стали старими. Це може призвести до дорожчання процесу, але так він буде більш надійним [51].

В інших країнах вже застосовується технологія зворотного осмосу, технології мембранної очистки води. Ми можемо використовувати такий досвід це є перспективним питанням. Питання ще в тому, що ми маємо розуміти такий момент як доступність для споживача, адже будь-яка нова технологія очистки – є інвестицією і впливу на тарифи. Завдання кожного водоканалу, - вибрати такі технології, які дадуть високу якість води і виявиться доступною для споживача.

За аналізом вартості води як в інших країнах з використанням сучасних технологій, то можна відмітити як є досить високою, ніж українська, но як результат за оцінкою якості приблизно однакова. Все має бути зважено, обираючи технологію ми маємо думати про споживача. Для нас стоїть важка задача: при нинішніх умовах забезпечити належну якість у рамках обмежених питань ціни. У місці цей баланс дотримується [47].

Фахівці лабораторій КП "Міськтепловоденергія" регулярно проводять

аналіз води, яка надходить безпосередньо на водозабірні споруди міста.

Загалом процес забезпечення у питній воді на водопровідній станції в цілому триває до семи годин (хлорування, відстійники, фільтрація та ін.). Впродовж цього терміну, на кожному з таких етапів у підготовці – від водозабору до подачі у централізовану водопровідну мережу – додатково контролюється якість води [50].

Централізоване водопостачання Кам'янця-Подільського забезпечується в основному з річки Дністер - основне джерело поверхневого водопостачання міста. Вода з Дністра проходить через систему очищення перед подачею в міську мережу.

Підземні води - місто також використовує підземні водоносні горизонти для забезпечення частини потреб у воді. Це джерело вважається більш стабільним та менш залежним від сезонних коливань, ніж поверхневі води.

Такі водозабори зосереджені на річці Дністер та підземних джерелах, дозволяють забезпечувати стабільне водопостачання для мешканців Кам'янця-Подільського.

Оцінка якості питної води з централізованої системи водопостачання міста за останні кілька років була проведена за середніми даними Міськтепловоденергія щодо якості питної води. На рис. представлені показники за кількістю у пробах води, як за задовільною якістю (зеленим і синім кольорами), до тих, які не відповідають нормативним документам (жовтим кольором).

Як видно з таблиці питна вода з централізованого водопостачання не завжди надходить до споживачів належної якості, зокрема за такими показниками як запах, каламутність, окислюваність, вміст хлору, вміст мангану, вміст заліза.

Якісні параметри питної води централізованої системи водопостачання в місті, значно різняться впродовж року. Як наслідок це можна пояснити за змінами якості води в поверхневих водоймах. Забруднення природного походження насамперед пов'язано з тим, що води річки Дністер мають

забруднення природного походження.

Вода в річці Дністер може мати підвищений вміст певних природних елементів, таких як залізо, марганець, кальцій або магній. Ці елементи потрапляють у воду в результаті розчинення гірських порід та мінералів, через які протікає річка. Дністер тече через гористі та лісисті місцевості, де відбувається природна ерозія ґрунтів. Це призводить до збільшення кількості речовин, таких як глина, пісок і мул, які можуть потрапляти у воду, особливо під час сильних дощів або паводків

Таблиця 3.3

Оцінка якості водопровідної води

Показники	Показник повністю відповідає вимогам	Показник відповідає допустимим значенням у нормативних документах	Показник перевищує допустимі значення
Запах, бали	91	-	9
Нітрити, мг/л	100	-	-
Нітрати, мг/л	37	63	-
Сульфати, мг/л	100	-	-
Хлориди, мг/л	100	-	-
Манган, мг/л	62	3	35
Залізо загальне, мг/л	64	18	18
Магній, мг-екв/л	100	-	-
Кальцій, мг-екв/л	100	-	-
Хлор активний мг/л	68	4	28
Жорсткість загальна, мг-екв/л	1	99	
Окислюваність, мг O ₂ /л	64	-	36
Сухий залишок, мг/л	3	97	-
Каламутність	33	49	18

Також річка протікає через лісові, болотисті та сільськогосподарські райони, де в воду потрапляє велика кількість органічних речовин природного походження (листя, рослинні залишки). Це може сприяти підвищенню концентрації природних органічних сполук у воді, які можуть впливати на її якість. У сезонні періоди під час паводків і дощів рівень забрудненості може зростати через змиття з поверхні ґрунтів органічних речовин, мінералів та інших природних домішок у річку. Це явище характерне для весняного паводку, коли велика кількість талих вод надходить до Дністра. В літній період у стоячих водах та затоках Дністра можуть активно розвиватися водорості. Цей процес, який називається евтрофікацією, є природним, але іноді може призводити до зниження якості води, особливо в умовах спеки та низького рівня води.

Річка Дністер піддається природному забрудненню через різні геологічні, кліматичні та біологічні фактори, які впливають на її хімічний склад і якість води.

3.3. Аналіз якості води на виході з очисних водопровідних споруд

На показники якості води суттєвий вплив відіграють різні чинники. За аналізом водопровідної води, та фактором, що впливає на якість води, буде система за попереднім очищенням, якість вихідної води в джерелі водозабору та стан системи трубопроводів.

У Кам'янці-Подільському основні насосні станції води є частиною системи водопостачання, що керується підприємством КП "Міськтепловоденергія". Вони відіграють ключову роль у заборі, очищенні та транспортуванні води до споживачів. Насосна станція на Південному водозаборі - забезпечує забір води з річки Дністер. Вода після забору проходить через систему очищення, фільтрації та дезінфекції перед подачею в місто. Насосні станції підземних вод які працюють із водою з підземних свердловин, що знаходяться в околицях міста. Підземні води зазвичай

потребують меншої кількості очищення, оскільки вони часто мають кращу природну якість, ніж поверхнева вода. Насосні станції використовуються для підтримання стабільного тиску води в міській водопровідній мережі або віддалених від основних джерел водопостачання.

В результаті діяльності такі станції забезпечують стабільний тиск води в системі водопостачання, підйом води на необхідну висоту для подачі в різні райони міста і забір та транспортування води з джерел (поверхневих або підземних) до очисних споруд.

Такі насосні станції Кам'янця-Подільського важливі для підтримки ефективної роботи водопровідної мережі, яка забезпечує мешканців чистою питною водою.

Слід відмітити, що після очистки вода направляється по трубопроводах, які були прокладено ще в попередні роки в минулому столітті. Більша частина з таких труб виготовлена з чавуну. Через те, що він піддається впливу води та інших факторів навколишнього середовища, труби піддаються корозії та біологічним обростанням. Як наслідок відбувається вторинне забруднення води мулом, іржею і мікроорганізмами. Все це призводить до певних аварій – за проривами в трубопроводі і, відносно, неконтрольованого скидання води з системи та аварійних відключень.

Приблизно такі ж схеми працюють в населених пунктах залежно від джерела водопостачання може бути доданий етап пом'якшення на іонообмінних фільтрах [43].

Параметри контролю за якістю питної води аналізуються відповідно до вимог Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» ДСанПіН 2.2.4-171-10.

Контроль за якістю питної води здійснюється в лабораторії. Лабораторія управління виробничого моніторингу та технологічного контролю контролює якість питної води артезіанських свердловин, артезіанських насосних станцій, насосних водопровідних станцій III, IV підйомів та контрольних точках водопровідних мереж.

Лабораторно-виробничий контроль за якістю питної води здійснюється заробочими програмами, складеними у відповідності до вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», що є складовою частиною Технологічних регламентів, які мають висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи Держпродспожив служби України.

Оцінка за якістю питної води контролюється на всіх етапах її підготовки, по всьому технологічному ланцюжку: на очисних спорудах, перед подачею у розподільну мережу водопровідними станціями, на насосних станціях і безпосередньо в розподільній водопровідній мережі.

На виході з очисних споруд контроль за якістю питної води здійснюється щоденно за 22 показниками, щомісячно за 48 показниками, щорічно за 76 показниками.

В загальному, вода в місті безпечна, але за тривалого її використання не рекомендовано. За представленими показниками аналізування води в місті за останні роки.

За представленим співвідношенням за кількістю проб води задовільної якості, до тих, які не відповідають нормативним документам, зокрема ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

Такий задокументований перелік використовується при оцінці якості водопровідної, бутильованої та джерельної води. Скорочення ГДК означає «гранично допустима концентрація» забруднювача у воді, при якій він не буде приводити до погіршення стану здоров'я людини.

За аналізом результатів аналізу водопровідної води на залізо концентрація вища 0,2 мг/л містять; 0,1 – 0,2 мг/л – 38 % – при такому вмісті заліза вода буде утворювати рудий наліт і мати відтінок; менше як 0,1 мг/л – 43% – це вода, якість якої є задовільною як для пиття так і для господарсько-побутового застосування.

По мангану, отримані результати аналізують у вигляді:

37% проб містять понад 0,05 мг/л марганцю, що вище ГДК, кратність перевищення досягає 3 разів; 59% – містять 0,1 – 0,05 мг/л; тільки 2% проб не містять його або містять мікрокількості.

Марганець, як і залізо може формувати наліт на частинах сантехніки, але при цьому ще має досить підвищену небезпеку для здоров'я. Він впливає на роботу нервової системи.

Таблиця 3.4

Оцінка якості водопровідної води в місті на виході з очисних водопровідних споруд

Показники	Показник повністю задовільняє вимоги до питної води	Показник відповідає значенням вказаних у нормативних документах	Показник перевищує допустимі значення для питної води
Запах, бали	91	-	9
Нітриту, мг/л	100	-	-
Нітрати, мг/л	37	63	-
Сульфати, мг/л	100	-	-
Хлориди, мг/л	100	-	-
Манган, мг/л	62	3	35
Залізо загальне, мг/л	64	18	18
Магній, мг-екв/л	100	-	-
Кальцій, мг-екв/л	-	-	100
Хлор активний мг/л	68	4	28
Жорсткість загальна, мг-екв/л	1	99	
Окислюваність, мг О ₂ /л	64	-	36
Сухий залишок, мг/л	3	97	-

Каламутність	33	49	18
--------------	----	----	----

Нітрати мають особливість потрапляти переважно з полів в весняно-літній період в весняно-літній період. Водопровідна вода ж просто недостатньо очищується. Середні показники по місту мають діапазон в межах до 10 мг/л, але в окремих випадках можна виявити показники і близько 200 мг/л.

Алюміній належить до групи важких металів. Джерелами його надходження в воді є реагенти, які вносяться в воду на стадії коагуляції.

Вміст хлоридів і сульфатів не перевищений у водопровідній воді. Досить мале підвищення гранично допустимої концентрації амонію спостерігається в декількох пробах води.

3.4. Аналіз якості води в районах міста

Аналіз якості води в різних районах Кам'янця-Подільського здійснюється регулярно, оскільки це важлива частина забезпечення здоров'я та безпеки населення. За якістю води в місті відповідає КП "Міськтепловоденергія" разом із лабораторією контролю, які проводять дослідження на відповідність санітарним нормам. Де основними показники якості води виступають як органолептичні показники - смак, запах, колір і прозорість води. Ці характеристики впливають на загальне сприйняття якості води мешканцями. Тоді як хімічні показники за рівнем рН, наявність важких металів (залізо, марганець), вмісту нітратів, нітритів, хлоридів, сульфатів, кальцію, магнію тощо. Хімічні аналізи виявляють рівень мінералізації води та можливі забруднення. Бактеріологічні показники аналізують наявність патогенних мікроорганізмів, таких як кишкова паличка, бактерії групи кишкових паличок, віруси та інші мікроорганізми. Ці аналізи визначають рівень бактеріологічної безпеки води. Можуть бути і інші забруднюючі речовини де перевіряють

наявність органічних та неорганічних забруднювачів, що можуть потрапляти у воду з природних або антропогенних джерел.

Якість води в різних районах Кам'янця-Подільського у центральній частині міста де вода постачається з основних водозаборів і проходить детальне очищення, тому її якість зазвичай відповідає нормам. Проте, якість може дещо відрізнятися залежно від стану труб та віддаленості від насосних станцій. Вода може мати дещо інші хімічні показники через використання підземних джерел. Вона зазвичай має більш стабільний мінеральний склад, але інколи може містити підвищений вміст заліза або марганцю. Околиці тут вода часто надходить з поверхневих джерел (річка Дністер), тому в сезон паводків або після дощів можуть спостерігатися тимчасові зміни якості води, такі як збільшення вмісту часток.

На сьогодні відмітне тимчасове зниження якості під час паводків чи сезонних змін може впливати на воду в районах, що залежать від Дністра. В такому випадку рекомендують використовувати фільтри для води або кип'ятити воду перед вживанням. Старіння трубопроводів може впливати на якість води в окремих будинках або мікрорайонах. Рекомендується проводити додаткове очищення води, якщо є підозра на присутність домішок з труб. Для точного аналізу води у вашому районі або у конкретній будівлі можна звернутися до місцевої лабораторії водопостачання або провести незалежне тестування у сертифікованій лабораторії.

Кожна людина усвідомлює, що одним із головних чинників її здоров'я є чиста питна вода. Хоч за фактичними показниками здоров'ю населення міста нічого не загрожує, та треба ще раз підкреслити, що показники часто змінюються і піднімаються до гранично-допустимих меж.

За показниками Міськтепловоденергія приведені дослідження за якістю у воді від централізованої системи у різних ділянках міста за показником як каламутність, мг/дм³, водневий показник, од. рН, вміст заліза загального та нітратів, мг/дм³.

Нормативні значення досліджених показників, відповідно наступні:

жорсткість загальна, $\text{мг/дм}^3 \leq 7,0$; водневий показник, од. рН – 6,5–8,05; залізо загальне, $\text{мг/дм}^3 \leq 1$; нітрати, $\text{мг/дм}^3 \leq 50$.

Як свідчать рис. 3.4 всі досліджені фактично фізико-хімічні значення якості води перебувають в межах допустимих рівнів.



Рис. 3.3. Жорсткість загальна мг-екв/л

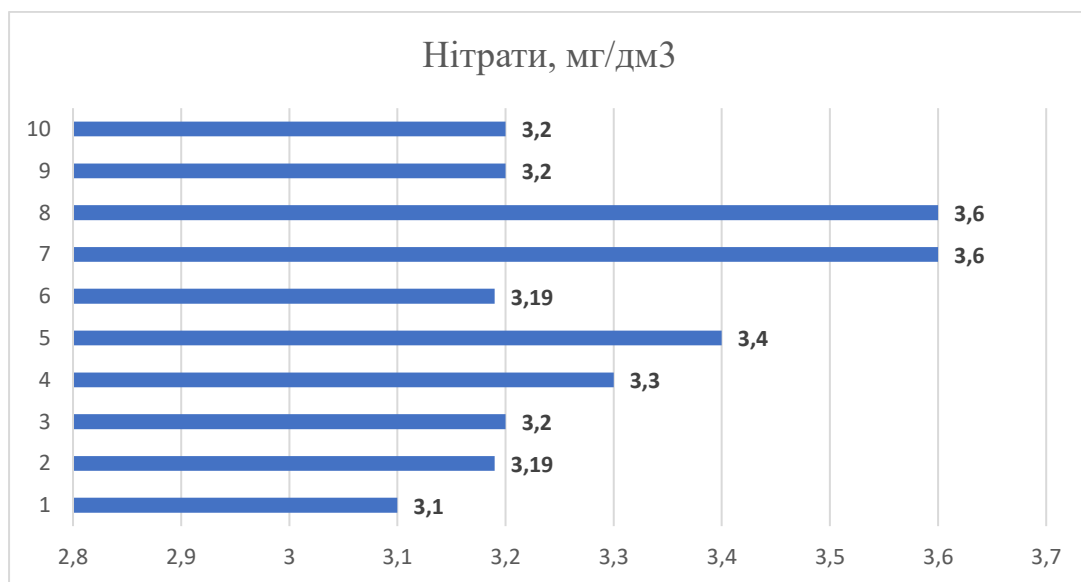


Рис. 3.4. Нітрати мг/дм³

Вміст у питній воді системи централізованого водопостачання

Натепер можна спостерігати за ситуаціями, коли люди окремо направляють воду зо своїх кранів на експертизу та відповідно отримують

результати відмітні від стандартів. В результаті таких аналізувань посилається на дані не варто. У іншому випадку раціональніше ставити додаткові фільтри, які запобігають попаданню забруднюючих речовин, таких як: нерозчинні домішки, пісок, пил, гельмінти, важкі метали, лути, мінеральні солі.

В результаті відбулося покращення якості питної води яке пов'язане з тим, що відбулося модернізування декілька основних об'єктів водопостачання та водовідведення, де було впроваджено нову технологію знезараження питної води.

Відмова від використання рідкого хлору відбувається в рамках програми, передбаченої еко стратегією розвитку. Згодом очікується повна відмова від використання хлору за рахунок впровадження нових технологій знезараження на станції, що забезпечує водою більшості жителів.

У випадку коли вода з крана все набуває неприємного запаху і темного кольору це аналізує про недоліки в мережі. Що відбувається через внутрішньо будинкову мережу, особливо це стається в нових будинках, часто бувають прориви, проблеми з гарячою водою.

У вартості в обслуговуванні внутрішньобудинкових мереж входять у плату за обслуговування будинку, вона не входить до тарифу водоканалу.

Споживачі можуть не оплачувати за неякісну воду у крані. За таких обставин громадянин може заявити на аварійно-диспетчерську службу звідти мають приїхати спеціалісти, відібрати воду на обрізі будинку, з крану, зробити протоколи дослідження і встановити факт того, чи відповідає вода в крані тій воді, яку подають у будинок. За такими документами можна обґрунтувати висновок, яка ж вода потрапляє у помешкання. Після звернутися до управляючої компанії, Держспоживслужби і вимагати врегулювання питання.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

4.1. Оцінка економічної ефективності заходів із покращення якості питної води

Питна вода є життєво необхідним ресурсом, а забезпечення її належної якості є ключовою умовою здоров'я населення та стійкого розвитку регіонів. Проте багато систем централізованого водопостачання стикаються з проблемами забруднення, застарілого обладнання та високих витрат на очищення. Це обумовлює необхідність впровадження ефективних заходів для покращення якості води, які потребують ретельної економічної оцінки.

Якість питної води безпосередньо впливає на здоров'я населення, екологічний стан регіону та економічний розвиток. У міських умовах, де переважають централізовані системи водопостачання, проблеми якості води часто пов'язані з застарілою інфраструктурою, недостатнім очищенням та недостатнім моніторингом стану води. Це обумовлює необхідність впровадження заходів для покращення якості води та їх економічного обґрунтування.

Неякісна питна вода є джерелом багатьох інфекційних та хронічних захворювань, таких як гепатит А, кишкові інфекції, ниркові та серцево-судинні захворювання. Захворювання, викликані неякісною водою, знижують продуктивність праці населення, збільшують витрати на медичне обслуговування та соціальні виплати. Застаріла інфраструктура, що призводить до витоків води, корозії труб та недостатня ефективність систем очищення створюють додаткове навантаження на бюджет міста.

Мета оцінки полягає в доцільності фінансових інвестицій у заходи для підвищення якості питної води та оптимізації витрат на обслуговування

водопровідної системи та забезпечення довготривалого економічного ефекту для міста та населення.

Заходи покращення якості питної води направлені на модернізацію системи водоочищення, реконструкцію трубопроводів для зменшення втрат води і організацію моніторингу якості води.

Від впровадження заходів можна зменшити витрати на охорону здоров'я через скорочення хвороб, пов'язаних із якістю води і скоротити витрати на ремонт інфраструктури.

Оцінка економічної ефективності заходів показує, що інвестиції в покращення якості питної води є доцільними з огляду на їхній позитивний вплив на здоров'я населення, економіку міста та екологію.

Таким чином рекомендується впроваджувати заходи з найкоротшим терміном окупності, розробити програму сталого фінансування водопостачальної системи і включити оцінку економічної ефективності в планування міських екологічних проєктів.

Таке обґрунтування дозволяє місту приймати стратегічно вигідні рішення, які сприяють сталому розвитку та підвищенню якості життя населення.

Економічна оцінка заходів із покращення якості питної води дозволяє оптимізувати витрати, забезпечити раціональне використання ресурсів і мінімізувати ризики. За результатами аналізу приймаються обґрунтовані рішення щодо впровадження найбільш вигідних та ефективних технологій. Це сприяє сталому розвитку водопостачальної системи та покращенню добробуту населення.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Безпечні умови праці під час дослідження якості питної води

Охорона праці в лабораторіях, де проводять дослідження якості питної води, є важливим аспектом забезпечення безпеки працівників та точності результатів випробувань. Лабораторії водопостачання часто стикаються з різноманітними небезпеками, такими як хімічні реагенти, біологічні зразки та фізичні ризики, тому необхідно дотримуватися стандартів безпеки. Основними принципами охорони праці у таких лабораторіях є насамперед оцінка ризиків та планування безпеки.

Перед початком роботи в лабораторії необхідно здійснити оцінку потенційних ризиків для здоров'я працівників. Це включає використання хімічних реагентів (кислоти, луги, розчинники); роботу з мікроорганізмами (бактеріями, вірусами, патогенами); використання високих температур або низьких температур (при кип'ятінні чи охолодженні зразків), механічні травми через роботу з обладнанням.

Хімічна безпека у лабораторіях, де аналізують воду, використовуються різноманітні хімічні речовини, які можуть бути токсичними або корозійними. Працівники при роботі повинні використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), як рукавички, захисні окуляри, халати. Зберігати хімічні реагенти в спеціальних контейнерах, з позначенням про їх небезпеку. Дотримуватися процедур безпеки при маніпулюванні з хімікатами (правильне зберігання, змішування, утилізація). Перевіряти наявність та справність витяжок для видалення токсичних парів.

Біологічна безпека в лабораторії проводиться за мікробіологічних аналізів води, де необхідно дотримуватися вимог безпеки, використовувати стерильні інструменти та обладнання. Проводити роботи з біологічними зразками в спеціально обладнаних біобоксах або ламінарних шафах.

Очищення та дезінфекція робочих поверхонь після роботи з патогенами. негайно утилізувати біологічні відходи в спеціально призначених контейнерах.

Фізична безпека в лабораторії води часто оснащені спеціальними приладами, такими як аналізатори, калориметри, спектрофотометри, що можуть бути небезпечними при неправильному використанні. Направлено на забезпечення безпеки при роботі з електричними приладами. Установка запобіжників і заземлення на обладнанні. Регулярне технічне обслуговування лабораторних інструментів.

Індивідуальні засоби захисту використання індивідуальних засобів захисту є обов'язковим для забезпечення безпеки рукавички - для захисту від хімічних речовин та біологічних зразків. Захисні окуляри - для захисту очей від хімічних речовин і мікробіологічних зразків. Лабораторний халат - для захисту шкіри від хімічних сполук. Респіратори або маски - для захисту від шкідливих парів і пилу.

У разі виникнення аварійних ситуацій (опіки, контакти з токсичними речовинами, поранення) важливо негайно знати і застосовувати інструкції для надання першої допомоги. Лабораторія повинна бути оснащена аптечкою першої допомоги. Працівники повинні пройти тренінги з надання першої допомоги.

Всі відходи, що виникають під час аналізів (хімічні, біологічні, фізичні), повинні бути утилізовані відповідно до екологічних норм. Зберігання та утилізація хімічних відходів згідно з відповідними нормами. Біологічні відходи повинні бути стерилізовані перед утилізацією.

Працівники лабораторій повинні проходити навчання з техніки безпеки та охорони праці. Це включає ознайомлення з хімічними, біологічними та фізичними небезпеками. Процедури дій у разі аварійних ситуацій. Постійне підвищення кваліфікації в питаннях охорони праці.

Охорона праці в лабораторіях, що займаються дослідженнями якості питної води, є критично важливою для забезпечення здоров'я працівників і

ефективного виконання досліджень. Враховуючи використання хімічних реагентів, біологічних зразків та складних лабораторних інструментів, дотримання стандартів безпеки є основою для уникнення нещасних випадків і забезпечення точності досліджень.

Охорона праці при технологічних етапах централізованої системи водопостачання питної води є критично важливою для забезпечення безпеки працівників, ефективного функціонування водопостачальних мереж і захисту навколишнього середовища. Водопостачальні системи включають різні етапи, починаючи від джерела води до кінцевого споживача. Кожен з етапів має свої специфічні ризики, і для мінімізації небезпек необхідно дотримуватись заходів охорони праці.

Перший етап технологічного процесу полягає в заборі води з поверхневих або підземних джерел (річки, озера, артезіанські свердловини). Основні ризики на цьому етапі можуть бути механічні травми при роботі з обладнанням для забору води (насоси, трубопроводи). Падіння у воду або на слизьких ділянках, особливо в зимовий період. Електричні небезпеки, пов'язані з насосами та іншими електричними пристроями. Міри охорони праці направлені на використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), таких як рятувальні жилети, гумові чоботи. Перевірка справності обладнання та наявності автоматичних систем захисту. Встановлення обмежень на доступ до обладнання та території для недопущення несанкціонованого втручання.

Обробка та очищення води після забору вода проходить етапи обробки, які включають фільтрацію, хлорування, озонування, коагуляцію та інші методи очищення. Цей етап є критичним з точки зору хімічних і біологічних ризиків.

Основні ризики є контакт з хімічними речовинами, такими як хлор, коагулянти, реагенти для дезінфекції (сірчані кислоти, луги). Викиди токсичних газів (хлор, аміак). Біологічні ризики, пов'язані з потенційною наявністю патогенних мікроорганізмів у воді. Механічні травми при роботі з великим обладнанням (насоси, фільтри, реактори).

Міри охорони праці направлені на використання відповідних ЗІЗ, як захисні рукавички, респіратори, спецодяг. Встановлення вентиляційних систем для видалення токсичних газів. Контроль за концентрацією хлору та інших хімічних речовин у повітрі і воді. Своєчасне проведення інструктажів з техніки безпеки, наявність інструкцій і планів дій при аварійних ситуаціях (витік хлору).

Транспортування та зберігання очищеної води коли очищена вода транспортується по трубопроводах до споживачів. На цьому етапі основними проблемами є механічні травми при роботі з трубопроводами, з'єднаннями, арматурою. Електричні небезпеки під час експлуатації насосних станцій та інших електричних пристроїв. Забруднення води через несправності в системі або несанкціоновані витоки.

Міри охорони праці це регулярні перевірки трубопроводів, насосних станцій і іншого обладнання. Використання відповідних засобів для усунення несправностей. Навчання персоналу роботі з аварійними ситуаціями, зокрема з витоками та заливами води. Цей етап включає подачу води безпосередньо до споживачів через мережу водопроводів.

Основні ризики:

Механічні травми при виконанні ремонтних робіт на трубопроводах або при підключенні нових споживачів.

Небезпека контакту з забрудненими водами під час аварій або проривів трубопроводів.

Електричні небезпеки, особливо в роботі з насосами та іншими електричними пристроями.

Міри охорони праці:

Забезпечення працівників спеціальним інструментом і обладнанням для безпечного виконання робіт.

Проведення регулярних профілактичних робіт та тестувань трубопроводів для виявлення можливих проблем.

Підготовка персоналу до дій у разі аварійних ситуацій, включаючи навчання з евакуації та надання першої допомоги.

Виведення відходів та утилізація на кожному з етапів водоочистки утворюються відходи, включаючи осад, хімічні залишки, забруднення від фільтраційних матеріалів тощо. Неправильна утилізація цих відходів може призвести до серйозних екологічних проблем.

Основні ризики попереджають небезпеку токсичних викидів при утилізації чи зберіганні відходів. Механічні травми при маніпулюванні відходами та обладнанням.

Міри охорони праці:

Встановлення спеціальних контейнерів для хімічних відходів та біологічних матеріалів.

Використання спеціального обладнання для утилізації відходів, що відповідає екологічним стандартам.

Регулярне навчання персоналу щодо безпечної роботи з відходами і зберігання відходів до їх утилізації.

Охорона праці на всіх етапах централізованої системи водопостачання є важливою складовою для забезпечення безпеки працівників і збереження якості води. Приділення належної уваги техніці безпеки, використанню засобів захисту та навчання персоналу може значно знизити ризики виробничих травм, аварій та забруднення водних ресурсів. Важливо також впроваджувати технології для запобігання негативному впливу на здоров'я працівників та навколишнє середовище.

Охорона праці в процесі аналізу якості питної води централізованої системи водопостачання є важливим аспектом, оскільки вона включає використання хімічних, біологічних і фізичних методів досліджень, що можуть мати потенційні ризики для здоров'я працівників. Важливими є заходи для забезпечення безпеки під час проведення лабораторних досліджень, аналізів і роботи з обладнанням.

Оцінка ризиків на етапі лабораторного аналізу якості води

Під час аналізу якості питної води використовуються різні методи, такі як хімічне, біологічне та фізичне тестування. Ризики, пов'язані з цими методами, включають:

Контакт з хімічними реагентами (кислоти, луги, хлориди, розчинники, індикатори), які можуть бути токсичними або подразнюючими. Робота з біологічними зразками, які можуть містити патогенні мікроорганізми. Пожежні ризики, особливо при роботі з легко займистими речовинами або хімічними сполуками.

Механічні травми від використання лабораторного обладнання (піпеток, посуду для випробувань, газових пальників тощо).

Для запобігання небезпеці від хімічних реактивів, необхідно:

Використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ): рукавички, захисні окуляри, лабораторні халати, респіратори (за потреби).

Проводити роботи в спеціально обладнаних приміщеннях, таких як хімічні лабораторії, що мають належну вентиляцію та витяжні системи.

Зберігати хімічні речовини в спеціальних шафах або контейнерах з чітким маркуванням та інструкціями.

Дотримуватись інструкцій щодо безпечного використання хімічних реагентів, у тому числі обмеження їх кількості та часу контакту з ними.

Негайно усувати розливи хімічних речовин за допомогою спеціальних поглиначів або абсорбентів.

Правильна утилізація хімічних відходів після виконання аналізів згідно з екологічними стандартами.

Біологічна безпека

Під час біологічних досліджень якості води (наприклад, на наявність бактерій або патогенних мікроорганізмів), важливо дотримуватися таких заходів:

Використання біобоксів або ламінарних шаф для запобігання зараженню мікроорганізмами.

Стерильне обладнання для збору і аналізу проб води.

Правильна утилізація біологічних відходів, наприклад, через стерилізацію в автоклаві або за допомогою хімічної обробки.

Дезінфекція робочих поверхонь після кожного аналізу зразків води, що містять мікроорганізми.

В лабораторіях для аналізу води використовуються різноманітні електричні прилади, такі як спектрофотометри, піпетки, вимірювальні інструменти. Має бути проведена перевірка справності електричних пристроїв перед використанням.

Установлення захисних засобів (автоматичних вимикачів, запобіжників) для захисту від коротких замикань.

Безпечне використання лабораторних приладів, дотримання інструкцій щодо роботи з електричними пристроями.

Забезпечення належного заземлення електричних приладів, особливо в умовах високої вологості.

Під час виконання лабораторних аналізів питної води можуть виникнути фізичні небезпеки:

Травми від обладнання (наприклад, при роботі з піпетками, скляним посудом, паяльниками).

Опіки або опромінення при роботі з джерелами нагрівання або високою температурою.

Падіння предметів на робочих поверхнях або в разі неправильно розташованих інструментів.

Використання лабораторного посуду, який не б'ється (наприклад, пластикові або спеціальні скляні матеріали).

Проведення робіт за допомогою спеціальних інструментів і механізмів, що зменшують фізичний контакт із небезпечними предметами.

Встановлення спеціальних систем захисту від перегріву при використанні приладів, що генерують тепло.

Пожежна безпека

В лабораторії для аналізу якості води можуть бути використані легкозаймисті речовини (розчинники, спирти):

Окреме зберігання займистих речовин в пожежонебезпечних шафах.

Наявність вогнегасників, спеціальних ковдр для гасіння невеликих пожеж, а також протипожежних систем.

Проведення тренінгів для персоналу щодо дій при виникненні пожежі або іншої надзвичайної ситуації.

Технічне обслуговування обладнання

Для підтримки безпеки та ефективності роботи лабораторії важливо:

Регулярне технічне обслуговування і перевірка справності лабораторних приладів.

Перевірка наявності сертифікатів якості на всі обладнання та хімічні реагенти.

Калібрування та тестування обладнання, щоб забезпечити точність результатів аналізів.

Для забезпечення безпеки працівників лабораторії необхідно:

Проводити регулярні інструктажі з техніки безпеки і охорони праці.

Налагодити постійне підвищення кваліфікації в сфері лабораторних досліджень, хімічної безпеки, біологічних ризиків та першої допомоги.

Охорона праці в процесі аналізу якості питної води є важливою складовою роботи будь-якої лабораторії, пов'язаної з водопостачанням. Застосування науково обґрунтованих методів, використання засобів індивідуального захисту та належних процедур забезпечує безпеку персоналу, знижує ризики забруднення води та забезпечує точність отриманих результатів.

Санітарна охорона у сфері питної води та питного водопостачання

Санітарній охороні у сфері питної води та питного водопостачання підлягають джерела та об'єкти централізованого питного водопостачання незалежно від їх типу, форми власності та підпорядкування з метою охорони

та збереження природних властивостей води у місцях її забору, запобігання забрудненню, засміченню та передчасному виснаженню водних об'єктів, а також забезпечення безпеки виробництва, постачання і споживання питної води.

Залежно від типу джерела питного водопостачання (поверхнєве, підземне), ступеня його захищеності і ризику біологічного, хімічного та радіаційного забруднення, особливостей санітарних, гідрогеологічних і гідрологічних умов, а також характеру забруднюючих речовин встановлюються зони санітарної охорони та окремі пояси особливого режиму цих зон.

Встановлення меж зон санітарної охорони джерел та об'єктів централізованого питного водопостачання здійснюється у процесі розроблення проекту землеустрою.

Межі зон санітарної охорони та поясів особливого режиму встановлюються органами місцевого самоврядування за погодженням з центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері розвитку водного господарства.

Вплив потенційних джерел - забруднювачів підземних вод, що розташовані в межах другого та третього поясів зони санітарної охорони і які з технічних причин не можуть бути винесені за межі цих зон (нафтопроводи, продуктопроводи, поля фільтрації, скотомогильники тощо), визначається по кожному такому об'єкту окремо на підставі результатів вивчення міграції забруднюючих речовин у навколишньому природному середовищі. При значному техногенному навантаженні в межах другого та третього поясів зони санітарної охорони з метою контролю за експлуатацією джерел питного водопостачання та прийняттям водогосподарських рішень здійснюються постійні моніторингові дослідження.

У разі розташування зони санітарної охорони на територіях двох і більше областей її межі встановлюються Кабінетом Міністрів України за поданням центрального органу виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері житлово-комунального господарства, та за погодженням із

центральною владою, що забезпечують реалізацію державної політики у сферах розвитку водного господарства, земельних відносин, та відповідними органами місцевого самоврядування.

Зони санітарної охорони джерел та об'єктів централізованого питного водопостачання входять до складу водоохоронних зон і поділяються на три пояси особливого режиму:

перший пояс (суворого режиму) включає територію розміщення водозабору, майданчика водопровідних споруд і водопідвідного каналу;

другий і третій пояси (обмеження і спостереження) включають територію, що відводиться для забезпечення охорони джерел та об'єктів централізованого питного водопостачання.

У межах зони санітарної охорони джерел питної води та об'єктів централізованого питного водопостачання господарська та інша діяльність обмежується.

Забороняється розміщення, будівництво, введення в дію, експлуатація та реконструкція підприємств, споруд та інших об'єктів, на яких не забезпечено в повному обсязі дотримання всіх вимог і виконання заходів, передбачених у проектах зон санітарної охорони, проектах на будівництво та реконструкцію, інших проектах.

У межах першого поясу зони санітарної охорони забороняється:

скидання будь-яких стічних вод, а також купання, прання білизни, вилов риби, випасання, водопій худоби та інші види водокористування, що впливають на якість води;

перебування сторонніх осіб, розміщення житлових і громадських будівель, організація причалів плаваючих засобів, застосування пестицидів, органічних і мінеральних добрив, прокладення трубопроводів, видобування гравію чи піску, проведення днопоглиблювальних та інших будівельно-монтажних робіт, безпосередньо не пов'язаних з експлуатацією, реконструкцією чи розширенням водопровідних споруд і мереж;

заготівля деревини в порядку рубок лісу головного користування.

У межах другого поясу зони санітарної охорони забороняється:

розміщення складів пально-мастильних матеріалів, пестицидів та мінеральних добрив, накопичувачів промислових стічних вод, нафтопроводів та продуктопроводів, шламосховищ та інших об'єктів підвищеної небезпеки, що створюють небезпеку хімічного забруднення вод;

використання хімічних речовин без дозволу центрального органу виконавчої влади, що забезпечує реалізацію державної політики у сфері безпечності та окремих показників якості харчових продуктів;

розміщення кладовищ, скотомогильників, полів асенізації та фільтрації, зрошувальних систем, споруд підземної фільтрації, гноєсховищ, силосних траншей, тваринницьких і птахівничих підприємств та інших сільськогосподарських об'єктів, що створюють загрозу мікробного забруднення води, а також розміщення полігонів твердих відходів, біологічних та мулових ставків;

зберігання і застосування пестицидів та мінеральних добрив;

розорювання земель (крім ділянок для залуження і залісення), а також заняття садівництвом та городництвом;

осушення та використання перезволожених і заболочених земель у заплавах річок;

заготівля деревини в порядку рубок лісу головного користування;

видобування з водного об'єкта піску та проведення інших днопоглиблювальних робіт, не пов'язаних з будівництвом та експлуатацією водопровідних споруд;

влаштування літніх таборів для худоби та випасання її ближче ніж за 300 метрів від берега водного об'єкта;

закачування відпрацьованих (зворотних) вод у підземні горизонти, підземне складування твердих відходів та розробка надр землі;

забруднення територій сміттям, гноєм, відходами промислового виробництва та іншими відходами.

У межах третього поясу зони санітарної охорони забороняється:

закачування відпрацьованих (зворотних) вод у підземні горизонти з метою їх захоронення, підземне складування твердих відходів і розробка надр, що можуть призвести до забруднення водоносного горизонту;

розміщення складів пально-мастильних матеріалів, а також складів пестицидів і мінеральних добрив, накопичувачів промислових стічних вод, нафтопроводів та продуктопроводів, що створюють небезпеку хімічного забруднення підземних вод;

відведення у водні об'єкти стічних вод, що не відповідають санітарним правилам і нормам.

Режим зони санітарної охорони джерел та об'єктів централізованого питного водопостачання встановлюється Кабінетом Міністрів України.

Забезпечення дотримання режиму поясів особливого режиму санітарної охорони джерел та об'єктів централізованого питного водопостачання покладається:

у межах першого поясу зон - на підприємства питного водопостачання;

у межах другого та третього поясів зон - на місцеві органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування відповідно до їх повноважень, а також підприємства, установи, організації та громадян, які є власниками або користувачами земельних ділянок у межах цих зон.

Санітарна охорона у сфері питної води та питного водопостачання забезпечується:

центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері екологічної безпеки, - щодо контролю дотримання норм і правил, якими регулюються скидання стічних вод у водні об'єкти, та здійснення охоронних заходів для забезпечення відповідності якості води паспорту водного об'єкта;

центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері розвитку водного господарства, - щодо паспортизації джерел питного водопостачання, контролю показників якості води в контрольних створах водного об'єкта у місцях водозабору з урахуванням вимог санітарних норм і правил на джерела питного водопостачання та питну воду;

юридичними і фізичними особами, діяльність яких впливає на стан джерел та об'єктів питного водопостачання, шляхом здійснення за рахунок власних коштів заходів з охорони вод від забруднення, засмічення та виснаження і забезпечення безпеки виробництва та постачання питної води.

ВИСНОВКИ

Проблема якості питної води для України була і продовжує залишатися вкрай актуальною. За власними запасами води, доступними до використання, Україна є однією з найменш забезпечених країн Європи. Розробка і негайне впровадження заходів для стабілізації та поліпшення стану у водному господарстві є найбільш важливим, пріоритетним напрямом. Від стану розвитку водогосподарського комплексу залежить стан розвитку економіки, добробут і здоров'я населення країни.

У процесі дослідження якості питної води системи водопостачання міста Кам'янець-Подільський проведений аналіз показав, що фізико-хімічні параметри води рівень рН, жорсткість, вміст солей, нітратів, заліза у переважній більшості випадків відповідають державним стандартам якості питної води. Однак виявлено випадки перевищення норм, що може свідчити про необхідність додаткового моніторингу та технологій очищення.

За мікробіологічними показниками виявлено стабільну якість питної води з точки зору санітарно-бактеріологічних норм. Значних перевищень допустимих концентрацій патогенних мікроорганізмів не зафіксовано.

Зазначено можливі джерела забруднення води, як сільськогосподарська діяльність, що сприяє надходженню нітратів у ґрунтові та поверхневі води, а також недостатньо ефективного очищення промислових стоків.

Система очищення води забезпечує базовий рівень якості, однак її модернізація та впровадження сучасних технологій можуть суттєво покращити якість питної води.

На основі аналізу показників зроблено висновок, що поточна якість питної води не становить значної загрози здоров'ю населення. Водночас довготривале споживання води з підвищеним вмістом окремих забруднювачів, як нітратів або заліза може викликати ризики для вразливих груп населення.

Таким чином, дослідження підтвердило необхідність удосконалення системи водопостачання міста Кам'янець-Подільський з метою забезпечення стабільно високої якості питної води.

ПРОПОЗИЦІЇ

На основі проведеного аналізу якості питної води централізованої системи водопостачання міста Кам'янець-Подільський, пропонуємо модернізувати систему водопостачання, впроваджувати сучасні методи очищення, здійснювати регулярний моніторинг якості води з урахуванням сезонних змін.

Реалізація цих пропозицій сприятиме забезпеченню населення міста Кам'янець-Подільський якісною питною водою, зменшенню впливу антропогенних факторів на водні ресурси та підвищенню рівня екологічної безпеки регіону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Білоус П.І., Сурмач О.В. Стан водних ресурсів України: проблеми та перспективи. Вісник екології. 2021. № 5. с. 33–37.
2. Іваненко Т.В., Кравченко В.О. Антропогенне забруднення водних ресурсів України та його наслідки. Проблеми екології та безпеки. 2022. № 3. с. 12–16.
3. Кузьменко М.І., Романенко О.В. Інфраструктурні проблеми систем водопостачання в Україні. Науковий журнал інженерних досліджень. 2023. Вип. 4. с. 45–50.
4. Бондаренко Ю.І. Регулювання водопостачання в Україні: сучасний стан і перспективи. Юридичні дослідження. 2022. № 7. с. 102–107.
5. Власенко Л.І., Михайленко С.О. Аналіз якості питної води в Україні: проблеми і перспективи. Український екологічний журнал. 2021. № 2. с. 25–29.
6. Ковальчук О.І., Васильєва Н.П. Промислове забруднення водних ресурсів України: виклики та шляхи вирішення. Екологія і промисловість. 2020. № 3. с. 15–19.
7. Михайленко С.О., Сидоренко І.В. Агроекологічні аспекти забруднення водних ресурсів в Україні. Журнал екологічних досліджень. 2021. № 4, с. 42–46.
8. Іванченко П.О., Лисенко Т.В. Вплив комунального забруднення на якість водних ресурсів в Україні. Водне господарство України. 2022. № 2. с. 11–15.
9. Гончаренко М.В., Кравець А.І. Побутове забруднення водних ресурсів: проблеми і рішення. Екологічні науки. 2023. № 5. с. 18–21.
10. Бондаренко В.О., Рябченко О.І. Вплив забруднення води на здоров'я та екосистеми України. Охорона довкілля. 2021. № 1. с. 30–34.

11. Кравченко І.Л., Соколова Л.І. Аналіз стану водопровідної інфраструктури в Україні: проблеми та перспективи. Журнал інженерних досліджень. 2022. № 3. с. 45–50.
12. Білоус О.Д., Семененко В.І. Проблеми втрат води у системах водопостачання в Україні. Водне господарство України. 2021. № 4. с. 21–26.
13. Дмитрук П.Р., Карпенко М.П. Вторинне забруднення питної води: аналіз ризиків та шляхи усунення. Журнал екологічних досліджень. 2023. № 2. с. 34–39.
14. Козак В.О., Червінська О.І. Фінансові аспекти оновлення систем водопостачання в Україні. Економіка та менеджмент інфраструктури. 2021. № 1. с. 72–76.
15. Бондаренко Т.О., Литвиненко С.І. Інноваційні рішення для водопостачання: досвід України та інших країн. Технічні науки та інновації. 2023. № 5. с. 54–59.
16. Гончаренко О.І., Шевченко І.В. Законодавче регулювання якості води в Україні: проблеми та перспективи. Вісник екології. 2022, № 6. с. 28–32.
17. Іванченко Т.О., Романенко М.І. Методи і технології контролю якості питної води в Україні. Журнал водних ресурсів. 2021. № 7. с. 18–22.
18. Михайленко Л.О., Савченко Т.В. Забруднення питної води в Україні та його вплив на здоров'я. Український екологічний журнал. 2021. № 5. с. 12–17.
19. Черненко С.П., Мельник Д.І. Кадрові та фінансові проблеми в системі контролю якості води в Україні. Водне господарство України. 2023. № 1. с. 43–48.
20. Власенко П.І., Бондаренко І.О. Міжнародний досвід у контролі якості питної води та його впровадження в Україні. Міжнародні екологічні дослідження. 2022. № 8. с. 51–56.

21. Іванченко Т.Г., Романенко М.І. Методи і технології контролю якості питної води в Україні. Журнал водних ресурсів. 2021. № 7. с. 18–22.
22. Козак В.О., Литвиненко С.Д. Інструментальні методи контролю якості води в Україні: огляд сучасних технологій. Технічні науки та інновації. 2022. № 6. с. 54–59.
23. Кравченко І.В., Семененко В.І. Мікробіологічний контроль якості питної води в Україні. Вісник екології та здоров'я. 2021. № 8. с. 14–18.
24. Бондаренко В.О., Рябченко О.І. Інноваційні системи моніторингу якості води: досвід України та міжнародна практика. Екологічні науки. 2022. № 4. с. 22–26.
25. Довженко П.О., Михайленко Т.І. Оцінка ефективності методів очищення питної води в Україні. Журнал інженерії водопостачання. 2023. № 3. с. 33–37.
26. Михайленко Л.Г., Савченко Т.І. Забруднення питної води важкими металами та пестицидами в Україні: причини та наслідки. Водне господарство України. 2022. № 6. с. 12–16.
27. Кравченко І.О., Семененко В.Р. Мікробіологічне забруднення води та його вплив на здоров'я людини в Україні. Журнал екологічних досліджень. 2023. № 2. с. 34–39.
28. Черненко С.І., Мельник Д.В. Вплив біологічного забруднення води на екосистеми України. Вісник екології. 2021. № 9. с. 18–21.
29. Козак В.О., Литвиненко С.І. Фізичне забруднення водних ресурсів України та його наслідки для питного водопостачання. Журнал водного господарства. 2022. № 3. с. 22–26.
30. Іванченко Т.І., Романенко М.Г. Природні джерела забруднення питної води в Україні: особливості та регіональні проблеми. Водне господарство України. 2021. № 5. с. 43–47.
31. Бондаренко Т.І., Литвиненко М.О. Антропогенні фактори забруднення питної води в Україні та шляхи їх усунення. Технічні науки та інновації. 2022. № 4. с. 55–59.

32. Черненко С.О., Мельник Д.І. Методи фільтрації води для підвищення якості питної води в Україні. Вісник екології та здоров'я. 2021. № 8. с. 12–15.
33. Козак В.О., Литвиненко С.П. Технології хлорування води: переваги та недоліки для питного водопостачання в Україні. Журнал водних ресурсів. 2022. № 7. с. 34–38.
34. Довженко П.В., Михайленко Т.Л. Озонування як ефективний метод підвищення якості питної води в Україні. Технічні науки. 2022. № 6. с. 21–24.
35. Іванченко Т.Г., Романенко М.І. Технологія ультрафіолетового очищення води в системах водопостачання України. Журнал водного господарства. 2021. № 5. с. 45–50.
36. Бондаренко В.П., Рябченко О.І. Реверсійна осмозія як метод очищення води для забезпечення високої якості питної води в Україні. Екологічні інновації. 2023. № 2. с. 39–42.
37. Кравченко І.О., Семененко В.П. Біологічні методи очищення питної води: застосування в Україні. Журнал екологічних досліджень. 2022. № 4. с. 12–15.
38. Литвиненко О.Т., Черненко І.О. Інтегровані технології очищення води для покращення якості питної води в Україні. Вісник інженерії водопостачання, 2023. № 3. с. 40–45.
39. Черненко С.Г., Мельник Д.О. Механічна фільтрація води в системах водопостачання України. Журнал водних ресурсів. 2022. № 3. с. 25–30.
40. Іванченко Т.Г., Романенко М.І. Застосування активованого вугілля для очищення питної води в Україні. Вісник екології та здоров'я. 2021. № 6. с. 34–37.
41. Козак В.Г., Литвиненко С.О. Іонообмінна фільтрація води: ефективність та застосування в Україні. Технічні науки. 2022. № 4. с. 19–22.
42. Бондаренко В.І., Рябченко О.І. Застосування технології зворотного осмосу для очищення води в Україні. Екологічні інновації. 2023. № 2. с. 39–42.

43. Кравченко І.О., Семененко В.Г. Керамічна фільтрація як ефективний метод очищення питної води. Водне господарство України. 2022. № 5. с. 12–16.
44. Литвиненко О.І., Черненко І.О. Цеоліт як матеріал для фільтрації питної води в Україні. Журнал екологічних досліджень. 2023. № 1. с. 45–49.
45. Михайленко Л.У., Савченко Т.Г. Біофільтрація води: застосування в Україні для покращення якості питної води. Технічні науки та інновації. 2022. № 3. с. 33–37.
46. Литвиненко О.Г., Кравченко І.І. Нанотехнології у водоочищенні: інноваційні підходи для України та світу. Вісник екологічних технологій. 2023. № 9. с. 30–35.
47. Іванченко Т.О., Рябченко О.І. Мембранні технології у водоочищенні: нові можливості для України. Журнал водних ресурсів. 2023. № 10. с. 15–18.
48. Мельник Д.Г., Черненко С.І. Інтегровані методи очищення води: інновації та перспективи для України. Технічні інновації в екології. 2022. № 4. с. 28–32.
49. Козак В.Д., Семененко В.І. Біотехнологічні методи очищення води: досвід України та міжнародні практики. Вісник водних ресурсів. 2022. № 5. с. 40–44.
50. Михайленко Т.О., Рябченко О.І. Фотокаталітичне очищення води: нові підходи та інноваційні технології для України. Журнал екологічних досліджень. 2023. № 6. с. 23–27.
51. Кравченко І.Л., Литвиненко С.І. Фільтрація води на основі природних матеріалів: дослідження та перспективи для України. Вісник інженерії водопостачання. 2023. № 8. с. 17–20.
52. Черненко С.Г., Бондаренко В.О. Технології відновлення води: досвід і майбутнє України. Технічні наукові дослідження. 2022. № 7. с. 32–36.

