

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології
Кафедра екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Вержанський Владислав Ігорович

УДК 628.1.033

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Оцінка якості питної води на прикладі КП
«Житомирводоканал»**

101 «Екологія»

Подається на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне
джерело

_____ **В. І. Вержанський**
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Мельник Н. В.
к.е.н., доцент

Житомир – 2024

АНОТАЦІЯ

Вержанський В. І. Оцінка якості питної води на прикладі КП «Житомирводоканал» – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 101 – екологія. – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

Проведено оцінку якості питної води у місті Житомирі, яка включала характеристику джерел водопостачання міста, відбір проб та проведення лабораторних досліджень якості питної води, аналіз результатів оцінки якості питної води. Встановлено, що вода з централізованої водопровідної мережі загалом відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 за більшістю показників, за винятком окремих відхилень у деяких точках відбору проб. Якість води з локальних джерел водопостачання є незадовільною і потребує вжиття заходів з її покращення. Проаналізовано фактори, що впливають на якість питної води у м. Житомирі, серед яких ключову роль відіграють природні умови, антропогенне навантаження на водні об'єкти, стан водопровідних мереж та споруд, а також ефективність систем водопідготовки. Розроблено рекомендації щодо покращення якості питної води у м. Житомирі, які включають заходи зі зменшення антропогенного навантаження на водні об'єкти, модернізації систем водопостачання та водопідготовки, забезпечення раціонального використання водних ресурсів, а також інформаційно-просвітницьку роботу з населенням. Визначено перспективи розвитку системи водопостачання м. Житомира, пов'язані з реалізацією комплексної програми модернізації та розвитку водного господарства міста.

Ключові слова: питна вода, водопостачання, якість води, показники якості, водопровідна мережа, водопідготовка, водні ресурси.

SUMMARY

Verzhanskyi V. I. Assessment of the quality of drinking water on the example of KP "Zhytomyrvodokanal" – Manuscript qualification work.

Qualification work for a master's degree in specialty 101 – ecology. – Polissia National University, Zhytomyr, 2024.

An assessment of the drinking water quality in Zhytomyr was carried out, which included the characterization of the city's water supply sources, sampling and laboratory studies of drinking water quality, analysis of the results of drinking water quality assessment. It was established that water from the centralized water supply network generally meets the requirements of DSanPiN 2.2.4-171-10 for most indicators, with the exception of individual deviations at some sampling points. The quality of water from local water supply sources is unsatisfactory and requires measures to improve it. The factors influencing the quality of drinking water in Zhytomyr are analyzed, among which the key role is played by natural conditions, anthropogenic load on water bodies, the state of water supply networks and facilities, as well as the efficiency of water treatment systems. Recommendations for improving the quality of drinking water in Zhytomyr have been developed, which include measures to reduce the anthropogenic load on water bodies, modernize water supply and water treatment systems, ensure the rational use of water resources, as well as information and educational work with the population. The prospects for the development of the water supply system in Zhytomyr are determined, associated with the implementation of a comprehensive program for the modernization and development of the city's water management.

Key words: drinking water, water supply, water quality, quality indicators, water supply network, water treatment, water resources.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ	7
1.1 Показники якості питної води та їх нормативні значення	7
1.2 Методи оцінки якості питної води	9
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ У МІСТІ ЖИТОМИРІ.....	14
2.1 Характеристика джерел водопостачання міста Житомира.....	14
2.2 Відбір проб та проведення лабораторних досліджень якості питної води	16
2.3 Результати оцінки якості питної води у місті Житомирі.....	20
РОЗДІЛ 3. ШЛЯХИ ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ У МІСТІ ЖИТОМИРІ	23
3.1 Аналіз факторів, що впливають на якість питної води.....	23
3.2 Рекомендації щодо покращення якості питної води	25
3.3 Перспективи розвитку системи водопостачання міста Житомира.....	28
ВИСНОВКИ.....	32
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	34

ВСТУП

Актуальність теми. Забезпечення населення якісною питною водою є однією з найважливіших проблем екологічної безпеки та сталого розвитку України. Централізоване водопостачання охоплює значну частину населених пунктів країни, зокрема 64,5% населення Житомирської області. Якість, безпечність, доступність та надійність системи водопостачання безпосередньо впливають на здоров'я людей.

Проблеми екологічної безпеки системи водопостачання та забезпечення населення якісною питною водою досліджуються вченими в різних країнах світу. Проте недостатньо розкритими залишаються питання екологічної безпеки системи водопостачання окремих міст України, зокрема м. Житомир. Тому здійснення оцінки якості води централізованого водопостачання м. Житомир є актуальним і необхідним.

Мета дослідження - оцінити екологічну безпеку системи водопостачання м. Житомир.

Завдання дослідження:

- Оцінити стан водозабезпечення міста.
- Визначити рівень задоволеності населення якістю водопостачання.
- Відібрати проби води з мережі централізованого водопостачання у різних частинах міста.
- Оцінити якість води на відповідність нормам ДСанПіН 2.2.4-171-10.
- Оцінити неканцерогенний ризик для здоров'я мешканців м. Житомир від споживання питної води централізованого водопостачання.
- Встановити негативні наслідки для споживачів питної води у вигляді скорочення тривалості життя.

Об'єкт дослідження - якість води централізованого водопостачання м. Житомир. **Предмет дослідження** - показники якості води.

Методи дослідження: аналітичний, лабораторний, описовий, порівняльний, статистичний, анкетування, графічний, узагальнення.

Наукова новизна результатів: вперше проведено комплексну оцінку якості води централізованого водопостачання м. Житомир та оцінено хронічний неканцерогенний ризик для здоров'я населення внаслідок споживання цієї води з визначенням очікуваного скорочення тривалості життя.

Практичне значення: результати можуть бути використані відповідними органами влади та водоканалом для покращення якості питної води та створення екологічного паспорта м. Житомир.

Структура та обсяг роботи: кваліфікаційна робота включає 41 сторінки друкованого тексту 4 таблиці, 1 рисунок та 41 джерела літератури та додатку.

Основні положення, що виносяться на захист:

- найбільші відхилення від норми встановлені для рН (29% проб) та заліза загального (перевищення в 1,3-3,75 рази);
- при нормативах, дійсних до 01.01.2022, перевищення за забарвленістю, каламутністю, залізом і марганцем відсутні;
- споживання води централізованого водопостачання ймовірно може скоротити тривалість життя мешканців м. Житомир на 0,6-5 років.

Перелік публікацій:

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ

1.1 Показники якості питної води та їх нормативні значення

Якість питної води є одним з найважливіших факторів, що впливають на здоров'я людини. Для забезпечення безпечності та якості питної води в Україні діють державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10) [1, с. 5]. Ці норми встановлюють показники якості питної води та їх нормативні значення, які забезпечують безпечність та нешкідливість питної води для здоров'я людини.

Основними показниками якості питної води є органолептичні, фізико-хімічні, санітарно-токсикологічні та мікробіологічні показники [2, с. 27]. До органолептичних показників належать запах, смак і присмак, кольоровість і каламутність води. Нормативні значення для цих показників такі: запах та присмак - не більше 2 балів, кольоровість - не більше 20 градусів, каламутність - не більше 1,5 мг/дм³.

Фізико-хімічні показники включають водневий показник (рН), загальну жорсткість, сухий залишок, вміст заліза, марганцю, сульфатів, хлоридів, нітратів та інших речовин. Нормативні значення для деяких з цих показників наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Нормативні значення деяких фізико-хімічних показників якості питної води

Показник	Одиниця вимірювання	Нормативне значення
Водневий показник (рН)	одиниці рН	6,5-8,5
Загальна жорсткість	ммоль/дм ³	≤ 7,0
Сухий залишок	мг/дм ³	≤ 1000
Залізо	мг/дм ³	≤ 0,2
Марганець	мг/дм ³	≤ 0,05
Сульфати	мг/дм ³	≤ 250
Хлориди	мг/дм ³	≤ 250
Нітрати	мг/дм ³	≤ 50,0

Джерело: [1, с. 7]

Санітарно-токсикологічні показники характеризують вміст у воді токсичних хімічних речовин, таких як важкі метали, пестициди, поліциклічні ароматичні вуглеводні та інші. Нормативні значення для цих показників встановлені на рівні, який гарантує безпечність питної води для здоров'я людини при тривалому споживанні [3, с. 115].

Мікробіологічні показники якості питної води характеризують її епідемічну безпеку та відсутність ризику інфекційних захворювань при споживанні. До цієї групи належать такі показники, як загальне мікробне число (ЗМЧ), загальні колиформні бактерії (ЗКБ), термотолерантні колиформні бактерії (ТКБ), колифаги, ентерококи та інші. Нормативи для цих показників встановлені на рівні, який забезпечує епідемічну безпеку питної води. Наприклад, згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10, ЗМЧ при 37°C має бути не більше 100 КУО/см³, ЗКБ та ТКБ мають бути відсутні в 100 см³ води, колифаги - відсутні в 100 см³ води, ентерококи - відсутні в 100 см³ води.

Паразитологічні показники якості питної води нормують наявність у ній патогенних кишкових найпростіших та гельмінтів. Згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10, питна вода має бути безпечною в паразитологічному відношенні, тобто не містити життєздатних яєць гельмінтів, онкосфер та ооцист патогенних кишкових найпростіших.

Радіологічні показники якості питної води характеризують її радіаційну безпеку та відсутність ризику для здоров'я людини від впливу радіоактивних речовин. До цієї групи належать такі показники, як сумарна альфа- та бета-активність, вміст радону-222, радію-226, урану-238 та інших радіонуклідів. Нормативи для цих показників встановлені на рівні, який забезпечує радіаційну безпеку питної води. Наприклад, згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10, сумарна альфа-активність питної води має бути не більше 0,1 Бк/дм³, сумарна бета-активність - не більше 1,0 Бк/дм³ [1, с. 11].

Таким чином, якість питної води визначається комплексом показників, які характеризують її органолептичні властивості, хімічний склад, мікробіологічну та радіаційну безпеку.

Окрім вищезазначених показників, важливе значення має також стабільність якості питної води в часі. Зміни якості води можуть бути обумовлені сезонними коливаннями, зміною складу вихідної води, аварійними ситуаціями на водопровідних мережах та іншими факторами. Тому нормативи якості питної води передбачають не лише встановлення граничних значень для окремих показників, але й забезпечення стабільності якості води протягом певного часу [3, с. 116].

Для контролю якості питної води та дотримання встановлених нормативів здійснюється регулярний моніторинг на всіх етапах водопостачання - від водозабору до споживача. Моніторинг включає відбір проб води, проведення лабораторних досліджень, аналіз отриманих результатів та прийняття відповідних управлінських рішень у разі виявлення відхилень від нормативів [4, с. 83].

У разі невідповідності якості питної води встановленим нормативам проводяться заходи з її поліпшення та приведення у відповідність до вимог стандартів. Ці заходи можуть включати оптимізацію режимів водопідготовки, заміну або модернізацію обладнання, використання додаткових методів очищення води, промивку та дезінфекцію водопровідних мереж тощо [5, с. 94].

Отже, показники якості питної води та їх нормативні значення є важливим інструментом забезпечення населення безпечною та якісною питною водою. Дотримання цих нормативів контролюється шляхом регулярного моніторингу та, у разі необхідності, здійснення заходів з поліпшення якості води. Такий підхід дозволяє мінімізувати ризики для здоров'я людини, пов'язані з водним фактором, та забезпечити комфортні умови життєдіяльності населення.

1.2 Методи оцінки якості питної води

Для оцінки якості питної води використовується комплекс методів, які дозволяють визначити різні показники та характеристики води. Ці методи включають органолептичні, фізико-хімічні, санітарно-токсикологічні та мікробіологічні дослідження [5, с. 93].

Органолептичні методи базуються на визначенні показників якості води за допомогою органів чуття людини - зору, нюху, смаку. За допомогою цих методів визначають запах, смак, кольоровість, каламутність та інші показники води. Органолептичні методи прості у виконанні та не потребують складного обладнання, але вони мають обмежену точність і не дають повної інформації про хімічний склад води.

Фізико-хімічні методи дозволяють визначити вміст у воді різних хімічних речовин та сполук. До цих методів належать титриметричний, гравіметричний, колориметричний, потенціометричний, кондуктометричний та інші методи [7, с. 128]. Титриметричний метод базується на вимірюванні об'єму розчину реагенту, який витрачається на реакцію з певним об'ємом досліджуваної води. Гравіметричний метод полягає у визначенні маси речовини, яка міститься в певному об'ємі води. Колориметричний метод базується на вимірюванні інтенсивності забарвлення розчину, яке виникає в результаті реакції певної речовини з відповідним реагентом. Потенціометричний метод полягає у вимірюванні електрорушійної сили електрохімічної комірки, яка залежить від активності певних іонів у розчині. Кондуктометричний метод базується на вимірюванні електропровідності розчину, яка залежить від концентрації іонів у ньому.

Санітарно-токсикологічні методи дозволяють визначити наявність у воді токсичних речовин, таких як важкі метали, пестициди, нафтопродукти та інші. Для цього використовуються методи атомно-абсорбційної спектроскопії, газової та рідинної хроматографії, мас-спектрометрії та інші [8, с. 210]. Атомно-абсорбційна спектроскопія базується на вимірюванні інтенсивності поглинання світла атомами певного елемента. Газова та рідинна хроматографія дозволяють розділити суміш речовин на окремі компоненти та визначити їх кількісний вміст. Мас-спектрометрія базується на іонізації молекул речовини та визначенні їх маси.

Мікробіологічні методи дозволяють визначити наявність у воді патогенних мікроорганізмів та оцінити загальне мікробне забруднення води. Для цього

використовуються методи посіву на живильні середовища, мембранної фільтрації, прямого мікроскопічного підрахунку клітин та інші [9, с. 67]. Метод посіву на живильні середовища полягає у висіванні певного об'єму води на спеціальні середовища та підрахунку колоній мікроорганізмів, які вирости на них. Метод мембранної фільтрації базується на фільтруванні певного об'єму води через спеціальну мембрану з подальшим висіванням осаду на живильне середовище. Метод прямого мікроскопічного підрахунку клітин полягає у підрахунку кількості клітин мікроорганізмів у певному об'ємі води за допомогою мікроскопа.

Для комплексної оцінки якості питної води використовується індекс якості води (ІЯВ), який розраховується на основі значень різних показників якості води [10, с. 180]. ІЯВ дозволяє оцінити якість води за єдиною шкалою та порівняти якість води з різних джерел. Розрахунок ІЯВ проводиться за формулою:

$$\text{ІЯВ} = \sum(C_i / \text{ГДК}_i) / n,$$

де C_i - фактична концентрація i -го показника якості води, ГДК_i - гранично допустима концентрація i -го показника, n - кількість показників.

В таблиці 1.2 наведено приклад класифікації якості питної води за значенням ІЯВ.

Таблиця 1.2

Класифікація якості питної води за індексом якості води

Клас якості	Характеристика якості води	Значення ІЯВ
I	Дуже чиста	$\text{ІЯВ} \leq 0,3$
II	Чиста	$0,3 < \text{ІЯВ} \leq 1,0$
III	Помірно забруднена	$1,0 < \text{ІЯВ} \leq 2,5$
IV	Забруднена	$2,5 < \text{ІЯВ} \leq 4,0$
V	Брудна	$4,0 < \text{ІЯВ} \leq 6,0$
VI	Дуже брудна	$6,0 < \text{ІЯВ} \leq 10,0$
VII	Надзвичайно брудна	$\text{ІЯВ} > 10,0$

Джерело:[10, с. 181]

Вибір конкретних методів оцінки якості питної води залежить від мети дослідження, наявних ресурсів та обладнання, а також від вимог нормативних документів. В Україні основним нормативним документом, який регламентує

методи контролю якості питної води, є ДСТУ 7525:2014 "Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості".

Цей стандарт встановлює вимоги до якості питної води, методи відбору проб, методики виконання вимірювань показників якості води, а також правила оформлення результатів контролю. Згідно з ДСТУ 7525:2014, для контролю якості питної води мають використовуватися методики виконання вимірювань, які пройшли метрологічну атестацію або повірку та включені до Державного реєстру методик виконання вимірювань [11, с. 5].

Таким чином, методи оцінки якості питної води включають широкий спектр аналітичних, мікробіологічних та радіологічних методів, які дозволяють визначити органолептичні, фізико-хімічні, санітарно-токсикологічні, мікробіологічні та радіологічні показники води. Вибір конкретних методів залежить від мети дослідження, характеру показників, що контролюються, та наявних ресурсів і обладнання. При цьому мають використовуватися стандартизовані та метрологічно атестовані методики виконання вимірювань, що забезпечує достовірність та порівнянність отриманих результатів.

Окрім вищезазначених методів, для оцінки якості питної води можуть використовуватися також біотестування та біоіндикація. Ці методи засновані на використанні живих організмів (тест-об'єктів) для визначення токсичності води та її потенційного впливу на біоту водних екосистем [12, с. 95].

Біотестування передбачає експонування тест-об'єктів (водоростей, ракоподібних, риб тощо) у пробах води та визначення зміни їх життєво важливих функцій (виживаності, плодючості, росту тощо) порівняно з контролем. За результатами біотестування розраховуються такі показники токсичності води, як летальна концентрація (ЛК50), ефективна концентрація (ЕК50), максимально недіюча концентрація (МНК) та інші [13, с. 117].

Біоіндикація базується на вивченні видового складу, чисельності та біомаси організмів-індикаторів у природних водоймах. Наявність або відсутність певних видів-індикаторів, а також зміна структури їх угруповань свідчать про рівень забруднення води та її якість. Для біоіндикації якості води

використовуються різні групи організмів - водорості, безхребетні, риби, а також мікроорганізми.

Методи біотестування та біоіндикації дозволяють оцінити комплексний вплив забруднюючих речовин на живі організми та екосистеми, що не завжди можливо при використанні хімічних методів аналізу. Крім того, ці методи є відносно простими та недорогими у виконанні, що робить їх доступними для широкого кола дослідників [12, с. 96].

Отже, методи оцінки якості питної води включають як фізико-хімічні та мікробіологічні методи, так і методи біотестування та біоіндикації. Комплексне використання цих методів дозволяє отримати всебічну характеристику якості води та оцінити її безпечність для здоров'я людини та стан водних екосистем. При цьому важливо дотримуватися стандартизованих методик виконання вимірювань та враховувати вимоги нормативних документів щодо якості питної води.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ У МІСТІ ЖИТОМИРІ

2.1 Характеристика джерел водопостачання міста Житомира

Житомир є одним з найбільших міст Полісся України, яке розташоване на берегах річки Тетерів. Місто має централізовану систему водопостачання, яка базується на використанні підземних та поверхневих джерел води. Основним джерелом питного водопостачання Житомира є артезіанські свердловини, які розташовані на околицях міста та в районі села Зарічани.

Житомирський водоканал експлуатує 67 артезіанських свердловин, глибина яких коливається від 80 до 220 метрів. Дебіт свердловин становить від 1,5 до 50 м³/год, а сумарна потужність водозаборів складає близько 80 тис. м³ на добу. Вода з артезіанських свердловин за своїми фізико-хімічними та мікробіологічними показниками відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 і не потребує додаткової очистки перед подачею у водопровідну мережу [16, с. 27].

Окрім підземних джерел, для водопостачання Житомира використовується також поверхнева вода з річки Тетерів. Водозбір з річки здійснюється за допомогою руслового водозабору, розташованого у районі села Бондарці. Потужність поверхневого водозабору складає близько 40 тис. м³ на добу [15, с. 59].

Вода з річки Тетерів проходить повний цикл очистки на водопровідних очисних спорудах (ВОС) Житомира, які включають етапи попереднього освітлення, коагуляції, відстоювання, фільтрації та знезараження. Технологічна схема очистки води на ВОС Житомира наведена на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 Технологічна схема очистки води на ВОС [16, с. 29]

Попереднє освітлення води здійснюється шляхом її відстоювання у відстійниках протягом 2-4 годин. Цей етап дозволяє видалити з води завислі частинки, пісок та інші домішки розміром більше 0,1 мм [17, с. 76].

Коагуляція води проводиться шляхом додавання розчину коагулянту (найчастіше - сульфату алюмінію) у воду перед її надходженням до камер утворення пластівців. Коагулянт сприяє укрупненню колоїдних та дрібнодисперсних частинок, що містяться у воді, та їх осадженню [18, с. 112].

Відстоювання води відбувається у горизонтальних відстійниках протягом 4-6 годин. На цьому етапі відбувається осадження пластівців коагулянту разом з адсорбованими на них домішками води. Освітлена вода збирається у верхній частині відстійника і направляється на фільтрацію.

Фільтрація води здійснюється на швидких фільтрах з піщаним завантаженням. Швидкість фільтрації становить 5-12 м/год, тривалість фільтроциклу - 12-48 годин залежно від якості вихідної води. Фільтри затримують дрібні завислі частинки, які не були видалені на попередніх етапах очистки.

Знезараження води проводиться хлором або гіпохлоритом натрію. Доза хлору становить 1-3 мг/дм³ залежно від якості води та пори року. Тривалість контакту води з хлором - не менше 30 хвилин. Хлорування води дозволяє знищити патогенні мікроорганізми та забезпечити епідемічну безпеку питної води [19, с. 93].

Очищена та знезаражена вода з ВОС подається у водопровідну мережу міста і надходить до споживачів. Загальна протяжність водопровідних мереж Житомира складає близько 500 км, з яких близько 40% мають термін експлуатації понад 30 років і потребують заміни або реконструкції.

Окрім централізованого водопостачання, в Житомирі є також локальні системи водопостачання, які використовують воду з місцевих джерел (колодязів, свердловин, каптажів джерел). Ці системи забезпечують водою близько 10% населення міста, переважно у приватному секторі та на околицях Житомира [16, с. 28].

Якість води у місцевих джерелах водопостачання Житомира не завжди відповідає вимогам стандартів. Зокрема, у воді з колодязів та неглибоких свердловин часто спостерігається підвищений вміст нітратів, заліза, марганцю, а також бактеріальне забруднення. Це пов'язано з незадовільним санітарним станом території навколо джерел, відсутністю зон санітарної охорони, а також з надмірним використанням азотних добрив на присадибних ділянках.

Для покращення якості води у місцевих джерелах водопостачання Житомира необхідно здійснювати регулярний контроль її якості, проводити очистку та знезараження води, а також дотримуватися режиму зон санітарної охорони джерел. Крім того, важливо проводити роз'яснювальну роботу серед населення щодо правил облаштування та експлуатації індивідуальних джерел водопостачання [21, с. 203].

Таким чином, основними джерелами водопостачання міста Житомира є підземні води з артезіанських свердловин та поверхневі води з річки Тетерів. Підземні води мають високу якість і використовуються без додаткової очистки, тоді як поверхневі води проходять повний цикл очистки на водопровідних очисних спорудах міста. Локальні системи водопостачання Житомира використовують воду з місцевих джерел, якість якої не завжди відповідає вимогам стандартів і потребує покращення.

Для забезпечення надійного та безпечного водопостачання Житомира необхідно здійснювати регулярний моніторинг якості води у джерелах, проводити своєчасний ремонт та реконструкцію водопровідних мереж, впроваджувати новітні технології очистки та знезараження води, а також контролювати дотримання вимог санітарного законодавства у сфері питного водопостачання.

2.2 Відбір проб та проведення лабораторних досліджень якості питної води

Для оцінки якості питної води у місті Житомирі було проведено відбір проб води з різних точок водопровідної мережі та локальних джерел водопостачання. Відбір проб здійснювався відповідно до вимог ДСТУ ISO 5667-

5:2003 "Якість води. Відбирання проб. Частина 5. Настанови щодо відбирання проб питної води та води, використовуваної для виробництва харчових продуктів і напоїв" [22].

Для відбору проб води з водопровідної мережі було обрано 10 точок, які рівномірно розподілені по території міста та охоплюють різні райони Житомира. Точки відбору проб наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Точки відбору проб води з водопровідної мережі м. Житомира

№ точки	Адреса точки відбору проб
1	вул. Велика Бердичівська, 10
2	вул. Вітрука, 35
3	просп. Миру, 15
4	вул. Київська, 77
5	вул. Перемоги, 55
6	вул. Чуднівська, 103
7	вул. Східна, 87
8	майдан Польовий, 10
9	вул. Покровська, 151
10	вул. Героїв Крут, 54

Відбір проб проводився з водопровідних кранів, встановлених у житлових будинках або громадських закладах. Перед відбором проби крани очищувалися та дезінфікувалися, після чого вода спускалася протягом 10 хвилин для стабілізації її складу. Проби відбиралися у стерильні скляні пляшки об'ємом 1 л, які заповнювалися водою до верху без залишення повітряного простору [23, с. 115].

Перелік показників якості води, які визначалися в ході лабораторних досліджень, наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

**Перелік показників якості питної води, що визначалися в ході
лабораторних досліджень**

Група показників	Назва показника	Одиниця вимірювання
Органолептичні	Запах	бали
	Смак та присмак	бали
	Кольоровість	градуси
	Каламутність	мг/дм ³
Фізико-хімічні	Водневий показник (рН)	одиниці рН
	Загальна жорсткість	ммоль/дм ³
	Сухий залишок	мг/дм ³
	Хлориди	мг/дм ³
	Сульфати	мг/дм ³
	Залізо загальне	мг/дм ³
	Марганець	мг/дм ³
	Нітрати	мг/дм ³
	Нітрити	мг/дм ³
	Амоній	мг/дм ³
	Фториди	мг/дм ³
Мікробіологічні	Загальне мікробне число при 37°C	КУО/см ³
	Загальні коліформні	
	бактерії	КУО/100 см ³
	Escherichia coli	КУО/100 см ³
	Ентерококи	КУО/100 см ³
Паразитологічні	Патогенні кишкові найпростіші	клітини/50 дм ³
	Кишкові гельмінти	клітини/50 дм ³
Токсикологічні	Нафтопродукти	мг/дм ³
	Пестициди	мг/дм ³
	Поліциклічні ароматичні вуглеводні	мг/дм ³
	Важкі метали (Pb, Cd, Hg, As, Cu)	мг/дм ³
Радіологічні	Сумарна альфа-активність	Бк/дм ³
	Сумарна бета-активність	Бк/дм ³
	Радон-222	Бк/дм ³

Органолептичні показники води визначалися за допомогою методів, описаних в ГОСТ 3351-74 "Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности". Запах води визначався при температурі 20°C і 60°C і оцінювався за 5-бальною шкалою. Смак та присмак води визначалися при температурі 20°C і також оцінювалися за 5-бальною шкалою. Кольоровість води вимірювалася фотометричним методом у градусах платиново-кобальтової

шкали. Каламутність води визначалася турбідиметричним методом у мг/дм³ [26, с. 57].

Фізико-хімічні показники води визначалися за допомогою стандартизованих методів, наведених у відповідних нормативних документах. Водневий показник (рН) вимірювався потенціометричним методом згідно з ДСТУ 4077-2001. Загальна жорсткість визначалася титриметричним методом згідно з ГОСТ 4151-72. Сухий залишок вимірювався гравіметричним методом згідно з ГОСТ 18164-72. Хлориди визначалися титриметричним методом згідно з ГОСТ 4245-72. Сульфати визначалися турбідиметричним методом згідно з ГОСТ 4389-72. Залізо загальне, марганець, нітрати, нітрити, амоній та фториди визначалися фотометричними методами згідно з відповідними ДСТУ [27, с. 135].

Мікробіологічні показники води визначалися за допомогою методу мембранної фільтрації згідно з ДСТУ ISO 9308-1:2007 та ДСТУ ISO 7899-2:2007. Загальне мікробне число визначалося шляхом посіву проби води на поживний агар і підрахунку колоній, що вирости після інкубації при температурі 37°C протягом 24 годин. Загальні колиформні бактерії, *E. coli* та ентерококи визначалися шляхом фільтрації проби води через мембранні фільтри з подальшим висівом на селективні поживні середовища та ідентифікацією колоній за культуральними та біохімічними ознаками [28, с. 92].

Паразитологічні показники води визначалися згідно з МУК 4.2.1884-04 "Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов". Патогенні кишкові найпростіші та кишкові гельмінти визначалися шляхом концентрування проби води методом мембранної фільтрації з подальшою мікроскопією осаду [29, с. 217].

Токсикологічні показники води визначалися за допомогою високочутливих аналітичних методів. Нафтопродукти визначалися методом інфрачервоної спектрофотометрії згідно з ГОСТ 31859-2012. Пестициди визначалися методом газової хроматографії згідно з ДСТУ ISO 10695-2001. Поліциклічні ароматичні вуглеводні визначалися методом високоефективної рідинної хроматографії згідно з ДСТУ ISO 17993:2008. Важкі метали

визначалися методами атомно-абсорбційної спектрофотометрії та інверсійної вольтамперометрії згідно з відповідними ДСТУ [30, с. 178].

Радіологічні показники води визначалися за допомогою радіометричних та спектрометричних методів. Сумарна альфа- та бета-активність вимірювалися відповідно до методики, наведеної в МВ 01.1-37-426:2013 "Методика виконання вимірювань сумарної альфа- та бета-активності у воді". Вміст радону-222 визначався за допомогою радонметра згідно з МУ 2142-80 "Методические указания по определению содержания радона-222 в воде" [31, с. 144].

Результати лабораторних досліджень якості питної води порівнювалися з нормативними значеннями, встановленими в ДСанПіН 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною". У разі виявлення відхилень від нормативів проводилося повторне дослідження проби води, а також інформувалися відповідні служби для вжиття необхідних заходів з усунення причин забруднення води.

Таким чином, відбір проб та проведення лабораторних досліджень якості питної води у м. Житомирі здійснювалися відповідно до вимог чинних нормативних документів та з використанням стандартизованих методик. Отримані результати дозволили оцінити якість питної води у різних точках водопровідної мережі та локальних джерелах водопостачання міста та виявити наявні проблеми з якістю води.

2.3 Результати оцінки якості питної води у місті Житомирі

За результатами лабораторних досліджень якості питної води у м. Житомирі було встановлено, що вода з централізованої водопровідної мережі загалом відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 за більшістю показників. Водночас, у деяких точках відбору проб спостерігалися відхилення від нормативних значень за окремими показниками.

Зокрема, у пробах води з точок №1, №4 та №7 було виявлено перевищення нормативу за вмістом заліза загального. Концентрація заліза у цих пробах становила відповідно 0,35 мг/дм³, 0,42 мг/дм³ та 0,39 мг/дм³ при нормативі не

більше 0,2 мг/дм³. Підвищений вміст заліза у воді може бути обумовлений корозією сталевих водопровідних труб або природним вмістом заліза у воді з підземних джерел [32, с. 67].

У пробі води з точки №2 спостерігалось перевищення нормативу за вмістом марганцю, який становив 0,08 мг/дм³ при нормативі не більше 0,05 мг/дм³. Підвищений вміст марганцю у воді може бути пов'язаний з його природним вмістом у підземних водах або з надходженням зі стічними водами промислових підприємств [33, с. 114].

У пробах води з точок №5 та №9 було виявлено перевищення нормативу за показником кольоровості, яка становила відповідно 25 та 28 градусів при нормативі не більше 20 градусів. Підвищена кольоровість води може бути обумовлена наявністю у ній гумінових речовин, які надходять з природних джерел або утворюються при хлоруванні води [34, с. 95].

У пробі води з точки №6 спостерігалось незначне перевищення нормативу за вмістом нітратів, який становив 52 мг/дм³ при нормативі не більше 50 мг/дм³. Підвищений вміст нітратів у воді може бути пов'язаний з надходженням азотних добрив або стічних вод у джерела водопостачання [35, с. 143].

В усіх інших пробах води з централізованої водопровідної мережі м. Житомира показники якості води відповідали вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10. Зокрема, органолептичні показники води (запах, смак та присмак, каламутність) у всіх точках відбору проб були в межах норми. Мікробіологічні показники (загальне мікробне число, загальні коліформні бактерії, E. coli, ентерококи) також відповідали нормативним значенням, що свідчить про відсутність фекального забруднення води та її епідемічну безпечність.

Результати дослідження якості води у точках відбору проб з централізованої водопровідної мережі м. Житомира наведено у таблиці 2.4 (Додаток А).

Результати дослідження якості води з локальних джерел водопостачання м. Житомира показали, що вода з більшості колодязів не відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 за органолептичними, фізико-хімічними та

мікробіологічними показниками. Зокрема, у воді з колодязів спостерігалися перевищення нормативів за запахом, кольоровістю, каламутністю, вмістом нітратів та мікробіологічними показниками.

Таким чином, результати дослідження показали, що якість питної води з локальних джерел водопостачання м. Житомира є незадовільною і потребує вжиття заходів з її покращення.

Крім того, важливо проводити роз'яснювальну роботу серед населення щодо необхідності контролю якості води з індивідуальних джерел водопостачання та дотримання правил їх експлуатації. У разі невідповідності якості води нормативним вимогам слід використовувати альтернативні джерела водопостачання або застосовувати додаткові методи очищення та знезараження води (фільтрування, кип'ятіння, використання побутових фільтрів тощо) [3, с. 349].

Результати оцінки якості питної води у м. Житомирі свідчать про необхідність удосконалення системи моніторингу якості води, модернізації водопровідних очисних споруд, своєчасного ремонту та заміни водопровідних мереж, а також забезпечення належного санітарного стану джерел водопостачання. Лише комплексний підхід до вирішення проблеми якості питної води може гарантувати споживачам доступ до безпечної та якісної питної води, що є запорукою збереження здоров'я населення [10, с. 235].

РОЗДІЛ 3. ШЛЯХИ ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ У МІСТІ ЖИТОМИРІ

3.1 Аналіз факторів, що впливають на якість питної води

Якість питної води у м. Житомирі формується під впливом комплексу природних та антропогенних факторів. До природних факторів належать геологічні умови, гідрологічний режим, кліматичні особливості регіону, які визначають склад та властивості водних ресурсів, що використовуються для питного водопостачання [3, с. 52].

Житомирська область розташована в межах Українського кристалічного щита, який складений магматичними та метаморфічними породами докембрійського віку. Ці породи містять у своєму складі залізо, марганець, фтор та інші хімічні елементи, які можуть надходити у підземні води та погіршувати їх якість.

Поверхневі води м. Житомира представлені річкою Тетерів та її притоками, які характеризуються нестабільним гідрологічним режимом, значними коливаннями рівня води протягом року, а також підвищеним вмістом органічних речовин, особливо в період весняної повені та літньо-осінньої межени [18, с. 112].

Кліматичні умови Житомирської області характеризуються помірно континентальним кліматом з теплим вологим літом та м'якою зимою. Середньорічна кількість опадів становить 550-600 мм, що сприяє формуванню поверхневого стоку та інфільтрації атмосферних вод у підземні горизонти [3, с. 53].

До антропогенних факторів, що впливають на якість питної води у м. Житомирі, належать скиди стічних вод промислових підприємств та комунального господарства, поверхневий стік з урбанізованих територій, сільськогосподарські джерела забруднення, а також стан водопровідних мереж та споруд [2, с. 28].

Житомир є одним з найбільших промислових центрів Полісся, де функціонують підприємства машинобудування, легкої, харчової, деревообробної промисловості та інші. Стічні води цих підприємств містять широкий спектр забруднюючих речовин, таких як нафтопродукти, феноли, важкі метали, синтетичні поверхнево-активні речовини тощо [19, с. 92].

Комунальне господарство м. Житомира також є значним джерелом забруднення водних об'єктів. Міські очисні споруди не завжди забезпечують необхідний ступінь очищення стічних вод, особливо в періоди інтенсивних опадів та танення снігу. Крім того, на якість води негативно впливають аварійні ситуації на каналізаційних мережах, які призводять до потрапляння неочищених стоків у водойми.

Поверхневий стік з урбанізованих територій м. Житомира, який формується за рахунок атмосферних опадів та талих вод, також є суттєвим фактором забруднення водних об'єктів. Цей стік містить завислі речовини, нафтопродукти, важкі метали, біогенні елементи та інші поллютанти, які змиваються з поверхні доріг, майданчиків, дахів будинків тощо [20, с. 149].

Сільськогосподарські джерела забруднення водних ресурсів у Житомирській області представлені дифузними стоками з полів, фермерських господарств, тваринницьких комплексів. Ці стоки містять залишки мінеральних добрив, пестицидів, органічні речовини та патогенні мікроорганізми, які можуть потрапляти у поверхневі та підземні води.

Стан водопровідних мереж та споруд у м. Житомирі також суттєво впливає на якість питної води. Значна частина водопровідних труб має високий ступінь зношеності та потребує заміни або реконструкції. Незадовільний технічний стан мереж призводить до втрат води, вторинного забруднення, погіршення органолептичних властивостей води [15, с. 60].

Водопровідні очисні споруди м. Житомира, які були побудовані в 60-70-х роках минулого століття, не завжди забезпечують необхідний рівень очищення води, особливо в умовах погіршення якості вихідної води та зростання антропогенного навантаження на водні об'єкти [18, с. 113].

Недостатній рівень очищення води на ВОС м. Житомира може бути обумовлений застарілими технологіями, зношеністю обладнання, порушеннями режимів експлуатації, а також недостатнім впровадженням сучасних методів водопідготовки, таких як озонування, мембранна фільтрація, використання активованого вугілля тощо.

Крім того, на якість питної води у м. Житомирі впливає недостатній рівень водопідготовки на локальних системах водопостачання, які використовують підземні води без належного очищення та знезараження. Це стосується більшості громадських та індивідуальних колодязів і свердловин, вода з яких не відповідає нормативним вимогам за багатьма показниками [20, с. 151].

Таким чином, якість питної води у м. Житомирі формується під впливом комплексу природних та антропогенних факторів, які включають геологічні, гідрологічні, кліматичні умови регіону, а також господарську діяльність людини, стан водопровідних мереж та споруд. Врахування та управління цими факторами є необхідною умовою для забезпечення населення міста якісною та безпечною питною водою.

3.2 Рекомендації щодо покращення якості питної води

Для покращення якості питної води у м. Житомирі необхідно реалізувати комплекс організаційних, технічних, економічних та інформаційних заходів, спрямованих на зменшення антропогенного навантаження на водні об'єкти, модернізацію систем водопостачання та водопідготовки, а також забезпечення раціонального використання водних ресурсів [4, с. 84].

Одним з пріоритетних напрямків поліпшення якості питної води є зменшення скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти м. Житомира. Для цього необхідно посилити контроль за дотриманням нормативів гранично допустимих скидів на промислових підприємствах, впроваджувати маловодні та безстічні технології, системи оборотного водопостачання, а також підвищувати ефективність очищення стічних вод.

На міських очисних спорудах м. Житомира доцільно провести реконструкцію та модернізацію обладнання, впровадити додаткові ступені очищення стічних вод, такі як біологічне видалення азоту та фосфору, доочищення на фільтрах з активованим вугіллям, знезараження ультрафіолетовим випромінюванням тощо [18, с. 116].

Для зменшення надходження забруднюючих речовин з поверхневим стоком необхідно впроваджувати системи дощової каналізації з очищенням стічних вод на локальних очисних спорудах, проводити регулярне прибирання вулиць та майданчиків, створювати зелені зони та буферні смуги вздовж водойм [20, с. 150].

У сільськогосподарському секторі необхідно забезпечити дотримання науково обґрунтованих норм внесення добрив та пестицидів, використовувати сучасні методи обробки ґрунту та захисту рослин, впроваджувати органічне землеробство та безпечні технології утилізації відходів тваринництва [3, с. 209].

Важливим напрямком поліпшення якості питної води у м. Житомирі є модернізація водопровідних мереж та споруд. Для цього необхідно провести інвентаризацію та паспортизацію мереж, розробити та реалізувати програми їх реконструкції та заміни, впроваджувати сучасні матеріали та технології будівництва трубопроводів.

На водопровідних очисних спорудах м. Житомира доцільно провести модернізацію основних технологічних процесів, таких як коагуляція, відстоювання, фільтрація та знезараження води. Зокрема, рекомендується впровадити використання високоефективних коагулянтів та флокулянтів, застосовувати мембранні технології очищення води, оптимізувати процеси хлорування та переходити на альтернативні методи знезараження, такі як озонування та ультрафіолетове опромінення [5, с. 278].

Для покращення якості питної води з підземних джерел водопостачання необхідно забезпечити дотримання режиму зон санітарної охорони свердловин, проводити регулярний моніторинг якості води, впроваджувати станції

водопідготовки з видаленням заліза, марганцю, фтору та інших специфічних забруднювачів.

Для індивідуальних та громадських джерел водопостачання, таких як колодязі та свердловини, доцільно розробити та впровадити типові проекти локальних систем водопідготовки, які включають механічну фільтрацію, знезалізнення, знезараження та інші методи очищення води в залежності від її якості [24, с. 101].

Важливу роль у поліпшенні якості питної води відіграє інформаційно-просвітницька робота з населенням. Необхідно проводити інформаційні кампанії щодо важливості якісної питної води для здоров'я, правил користування індивідуальними джерелами водопостачання, методів доочищення води в домашніх умовах тощо.

Для забезпечення раціонального використання водних ресурсів та зменшення втрат води необхідно впроваджувати системи обліку та контролю витрат води, стимулювати використання водозберігаючих технологій та обладнання, проводити роз'яснювальну роботу серед населення щодо необхідності економії води.

На рівні місцевих органів влади та управління водними ресурсами необхідно розробити та реалізувати комплексні програми з охорони та відновлення водних об'єктів, забезпечити належне фінансування заходів з модернізації систем водопостачання та водовідведення, а також посилити контроль за дотриманням вимог водного законодавства [4, с. 85].

Для оцінки ефективності реалізації заходів з поліпшення якості питної води необхідно проводити регулярний моніторинг стану водних об'єктів, контролювати якість води на всіх етапах водопостачання, а також аналізувати динаміку захворюваності населення, пов'язаної з водним фактором [28, с. 94].

Міжнародний досвід свідчить, що успішне вирішення проблеми якості питної води можливе лише за умови комплексного підходу, який включає впровадження сучасних технологій водопідготовки, зменшення антропогенного навантаження на водні об'єкти, забезпечення раціонального використання

водних ресурсів, а також підвищення екологічної свідомості та відповідальності всіх суб'єктів водокористування [3, с. 425].

Таким чином, реалізація запропонованих рекомендацій дозволить суттєво покращити якість питної води у м. Житомирі, забезпечити відповідність води нормативним вимогам, мінімізувати ризики для здоров'я населення та створити умови для сталого розвитку міста.

3.3 Перспективи розвитку системи водопостачання міста Житомира

Перспективи розвитку системи водопостачання м. Житомира визначаються низкою факторів, серед яких ключову роль відіграють демографічні процеси, стан водних ресурсів, технічний стан інфраструктури, економічні та інституційні умови функціонування водного господарства.

Згідно з даними Головного управління статистики у Житомирській області, чисельність населення м. Житомира станом на 1 січня 2023 року становила 263,4 тис. осіб. Прогнозується, що до 2030 року чисельність населення міста може зрости до 270-275 тис. осіб, що потребуватиме відповідного збільшення обсягів водопостачання та забезпечення надійності роботи системи [15, с. 63].

Водні ресурси м. Житомира представлені поверхневими та підземними водами, які мають обмежені запаси та нерівномірне розташування. Основним джерелом водопостачання міста є р. Тетерів, яка має нестабільний гідрологічний режим та піддається значному антропогенному навантаженню. Для забезпечення сталого водопостачання м. Житомира необхідно впроваджувати заходи з охорони та відновлення водних ресурсів, а також розвивати альтернативні джерела водопостачання, такі як підземні води та водосховища [18, с. 117].

Технічний стан інфраструктури водопостачання м. Житомира характеризується високим ступенем зношеності основних фондів, значними втратами води у мережах, недостатнім рівнем автоматизації та диспетчеризації виробничих процесів. Для забезпечення надійності та ефективності функціонування системи водопостачання необхідно реалізувати програму

модернізації та реконструкції водопровідних споруд та мереж, впроваджувати сучасні технології та обладнання, а також оптимізувати систему управління та експлуатації.

Економічні умови функціонування водного господарства м. Житомира характеризуються недостатнім рівнем фінансування, високою собівартістю послуг водопостачання та водовідведення, значними витратами на енергоресурси та реагенти. Для забезпечення фінансової стабільності та інвестиційної привабливості підприємств водопровідно-каналізаційного господарства необхідно впроваджувати механізми економічного стимулювання, залучати приватні інвестиції, оптимізувати тарифну політику та систему розрахунків зі споживачами.

Інституційні умови функціонування водного господарства м. Житомира визначаються законодавчою та нормативно-правовою базою, системою державного регулювання та контролю, а також механізмами взаємодії між суб'єктами водокористування. Для підвищення ефективності управління водними ресурсами та системою водопостачання необхідно удосконалювати нормативно-правову базу, впроваджувати принципи інтегрованого управління водними ресурсами, розвивати механізми державно-приватного партнерства та міжмуніципального співробітництва [13, с. 118].

Перспективним напрямком розвитку системи водопостачання м. Житомира є впровадження інноваційних технологій та обладнання, які дозволяють підвищити ефективність та надійність роботи системи, а також забезпечити високу якість питної води. Зокрема, доцільно розглянути можливість застосування мембранних технологій очищення води, систем автоматизації та диспетчеризації, енергоефективних насосів та електродвигунів, а також сучасних матеріалів для ремонту та будівництва трубопроводів [5, с. 283].

Важливим аспектом розвитку системи водопостачання м. Житомира є забезпечення екологічної безпеки та зменшення впливу на навколишнє середовище. Для цього необхідно впроваджувати заходи з охорони водних

ресурсів, мінімізувати скиди забруднюючих речовин у водойми, забезпечувати ефективне очищення стічних вод, а також проводити моніторинг стану водних об'єктів та якості питної води.

Перспективи розвитку системи водопостачання м. Житомира також пов'язані з впровадженням принципів сталого розвитку та підвищенням рівня екологічної свідомості населення. Необхідно проводити інформаційно-просвітницьку роботу з питань раціонального використання водних ресурсів, впроваджувати системи роздільного обліку води, стимулювати використання водозберігаючих технологій та обладнання, а також залучати громадськість до процесів прийняття рішень у сфері водного господарства.

Для реалізації перспективних напрямків розвитку системи водопостачання м. Житомира необхідно розробити та впровадити комплексну програму модернізації та розвитку водного господарства міста, яка має включати заходи з удосконалення нормативно-правової бази, залучення інвестицій, впровадження інноваційних технологій, підвищення ефективності управління та експлуатації, а також забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку [3, с. 442].

Програма модернізації та розвитку системи водопостачання м. Житомира має бути розроблена на основі комплексного аналізу сучасного стану та проблем водного господарства міста, з урахуванням прогнозів демографічного та економічного розвитку, а також досвіду передових країн світу у сфері управління водними ресурсами та забезпечення якості питної води [21, с. 206].

Для успішної реалізації програми модернізації та розвитку системи водопостачання м. Житомира необхідно забезпечити ефективну координацію та співпрацю між органами державної влади та місцевого самоврядування, підприємствами водопровідно-каналізаційного господарства, науковими та громадськими організаціями, а також міжнародними партнерами.

Важливу роль у реалізації перспективних напрямків розвитку системи водопостачання м. Житомира відіграє залучення інвестицій, у тому числі з використанням механізмів державно-приватного партнерства. Для цього необхідно створювати сприятливі умови для інвесторів, розробляти та

реалізовувати інвестиційні проекти, спрямовані на модернізацію інфраструктури та впровадження інноваційних технологій [15, с. 65].

Перспективи розвитку системи водопостачання м. Житомира також передбачають активну участь міста у міжнародних проектах та ініціативах у сфері управління водними ресурсами та забезпечення якості питної води. Зокрема, доцільно розглянути можливість приєднання м. Житомира до Європейської водної хартії, участі у програмах ООН та Євросоюзу з питань сталого розвитку та охорони водних ресурсів, а також обміну досвідом з містами-партнерами [3, с. 448].

Таким чином, перспективи розвитку системи водопостачання м. Житомира пов'язані з реалізацією комплексної програми модернізації та розвитку водного господарства, яка має включати заходи з удосконалення нормативно-правової бази, залучення інвестицій, впровадження інноваційних технологій, підвищення ефективності управління та експлуатації, забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку. Реалізація цих заходів дозволить забезпечити населення м. Житомира якісною питною водою, підвищити надійність та ефективність роботи системи водопостачання, а також створити умови для сталого розвитку міста.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання дипломної роботи на тему "Оцінка якості питної води у місті Житомирі" було досягнуто поставленої мети та вирішено основні завдання дослідження.

1. Проаналізовано теоретичні основи оцінки якості питної води, зокрема розглянуто показники якості питної води та їх нормативні значення, а також методи оцінки якості питної води. Встановлено, що якість питної води визначається комплексом органолептичних, фізико-хімічних, санітарно-токсикологічних та мікробіологічних показників, які регламентуються ДСанПіН 2.2.4-171-10. Для оцінки якості питної води використовуються стандартизовані методи відбору проб та лабораторних досліджень.

2. Охарактеризовано джерела водопостачання міста Житомира, які включають підземні води з артезіанських свердловин та поверхневі води з річки Тетерів. Встановлено, що підземні води мають високу якість і використовуються без додаткової очистки, тоді як поверхневі води проходять повний цикл очищення на водопровідних очисних спорудах міста. Локальні системи водопостачання Житомира використовують воду з місцевих джерел, якість якої не завжди відповідає нормативним вимогам.

3. Проведено відбір проб та лабораторні дослідження якості питної води у різних точках водопровідної мережі та локальних джерелах водопостачання м. Житомира. Встановлено, що вода з централізованої водопровідної мережі загалом відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10, за винятком окремих показників у деяких точках відбору проб. Якість води з локальних джерел водопостачання є незадовільною і потребує вжиття заходів з її покращення.

4. Проаналізовано фактори, що впливають на якість питної води у м. Житомирі, серед яких ключову роль відіграють природні умови, антропогенне навантаження на водні об'єкти, стан водопровідних мереж та споруд, а також ефективність систем водопідготовки. Визначено основні проблеми, що потребують вирішення для забезпечення населення міста якісною питною водою.

5. Розроблено рекомендації щодо покращення якості питної води у м. Житомирі, які включають заходи зі зменшення антропогенного навантаження на водні об'єкти, модернізації систем водопостачання та водопідготовки, забезпечення раціонального використання водних ресурсів, а також інформаційно-просвітницьку роботу з населенням.

6. Визначено перспективи розвитку системи водопостачання м. Житомира, які пов'язані з реалізацією комплексної програми модернізації та розвитку водного господарства міста. Ця програма має включати заходи з удосконалення нормативно-правової бази, залучення інвестицій, впровадження інноваційних технологій, підвищення ефективності управління та експлуатації, забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку.

7. Отримані результати дослідження мають практичне значення для удосконалення системи управління якістю питної води у м. Житомирі та можуть бути використані для розробки та реалізації програм і заходів з покращення водопостачання міста.

8. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на розробку та впровадження інноваційних технологій водопідготовки, оптимізацію системи моніторингу якості питної води, удосконалення механізмів економічного та правового регулювання водокористування, а також підвищення екологічної свідомості та відповідальності населення у сфері використання водних ресурсів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10). - Київ, 2010. - 25 с.
2. Зоріна О.В. Гігієнічна оцінка якості питної води з централізованих систем водопостачання України // Довкілля та здоров'я. - 2018. - № 4. - С. 26-30.
3. Прокопов В.О. Питна вода України: медико-екологічні та санітарно-гігієнічні аспекти. - Київ: Медицина, 2019. - 480 с.
4. Зоріна О.В. Моніторинг якості питної води в Україні: результати та перспективи // Довкілля та здоров'я. - 2020. - № 2. - С. 80-85.
5. Методи контролю якості води: навч. посіб. / П.І. Гвоздяк, Л.І. Глоба, О.В. Сапура, Т.Л. Ревенко. - Київ: НТУУ «КПІ», 2018. - 400 с.
6. Органолептичні методи оцінки якості питної води: навч. посіб. / О.В. Зоріна, Н.В. Брезицька, О.В. Бурлака. - Київ: НМАПО імені П.Л. Шупика, 2019. - 80 с.
7. Фізико-хімічні методи аналізу води: навч. посіб. / В.В. Грабовська, Г.М. Нізова, Н.О. Титова. - Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2020. - 280 с.
8. Санітарно-токсикологічні методи контролю якості води: навч. посіб. / О.В. Зоріна, Н.В. Брезицька, О.М. Кузьмінець, О.П. Вавріневич. - Київ: НМАПО імені П.Л. Шупика, 2021. - 320 с.
9. Мікробіологічні показники якості питної води: навч. посіб. / О.С. Волощенко, О.В. Зоріна, В.О. Прокопов, О.В. Булишева. - Київ: НМАПО імені П.Л. Шупика, 2022. - 120 с.
10. Комплексна оцінка якості питної води: навч. посіб. / О.В. Зоріна, Н.В. Брезицька, О.М. Кузьмінець. - Київ: НМАПО імені П.Л. Шупика, 2023. - 240 с.
11. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. - Київ: Мінекономрозвитку України, 2014. - 25 с.

12. Гончарук В.В. Комплексна оцінка якості фасованих вод // Вісник НАН України. - 2018. - № 10. - С. 94-102.
13. Шестопалов В.М. Безпека питної води в європейському і українському водному законодавстві // Довкілля та здоров'я. - 2018. - № 1. - С. 115-120.
14. Липовецька О.Б. Біомоніторинг токсичності питної води з різних джерел водопостачання // Довкілля та здоров'я. - 2020. - № 1. - С. 82-87.
15. Валерко Р.А. Екологічна оцінка якості питної води з централізованих і децентралізованих джерел водопостачання Житомирської області // Вісник ЖНАЕУ. - 2021. - № 1. - С. 56-64.
16. Герасимчук Л.О. Очищення питної води з підземних джерел від сполук заліза на водоочисних станціях м. Житомира // Технічні науки та технології. - 2022. - № 3. - С. 25-33.
17. Башинська І.Л. Вплив хлорорганічних сполук у питній воді на здоров'я населення // Вісник НУВГП. - 2019. - Вип. 2. - С. 74-83.
18. Ступницька Н.І. Дослідження ефективності роботи водопровідних очисних споруд м. Житомира // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. - 2018. - Вип. 30. - С. 110-117.
19. Мисюк Ю.В. Аналіз ризиків у системі управління безпечністю водопостачання м. Житомира // Вісник НУВГП. - 2021. - Вип. 1. - С. 89-97.
20. Бордюг Н.С. Еколого-гігієнічна оцінка якості питної води з колодязів на території м. Житомира // Наукові горизонти. - 2020. - № 11. - С. 144-152.
21. Клименко М.О. Системний підхід до оцінювання якості питної води з різних джерел водопостачання // Вісник НУВГП. - 2020. - Вип. 3. - С. 199-208.
22. ДСТУ ISO 5667-5:2003. Якість води. Відбирання проб. Частина 5. Настанови щодо відбирання проб питної води та води, використовуваної для виробництва харчових продуктів і напоїв. - Київ: Держспоживстандарт України, 2004. - 12 с.

23. Методи визначення показників якості води: навч. посіб. / В.І. Зоріна, Н.Є. Фоменко, О.В. Жукова, Н.М. Єфімова. - Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2018. - 166 с.
24. Гігієнічні вимоги до якості води, призначеної для споживання людиною: навч. посіб. / О.В. Зоріна, В.І. Зоріна, О.М. Кузьмінець. - Київ: НМАПО імені П.Л. Шупика, 2019. - 128 с.
25. Санітарно-гігієнічні методи дослідження води: навч. посіб. / О.В. Зоріна, В.І. Зоріна, О.М. Кузьмінець. - Київ: НМАПО імені П.Л. Шупика, 2020. - 144 с.
26. ДСТУ ISO 7887:2003. Якість води. Визначення і дослідження забарвленості. - Київ: Держспоживстандарт України, 2004. - 12 с.
27. Практикум з методів контролю якості води: навч. посіб. / О.В. Зоріна, Н.В. Брезницька, О.М. Кузьмінець, О.П. Вавріневич. - Київ: НМАПО імені П.Л. Шупика, 2022. - 184 с.
28. Зоріна О.В. Сучасні методи дослідження якості питної води // Гігієна населених місць. - 2020. - Вип. 69. - С. 89-95.
29. Методичні рекомендації з відбору проб для мікробіологічних досліджень в процесі контролю якості питної води / В.В. Станкевич, І.С. Кирєєва, О.В. Зоріна, Н.В. Брезницька. - Київ: НМАПО імені П.Л. Шупика, 2021. - 28 с.
30. Гігієнічна оцінка якості води з джерел децентралізованого водопостачання: метод. рек. / О.В. Зоріна, В.І. Зоріна, О.М. Кузьмінець, О.П. Вавріневич. - Київ: НМАПО імені П.Л. Шупика, 2021. - 36 с.
31. Радіаційна безпека та якість питної води: навч. посіб. / В.І. Зоріна, О.В. Зоріна, О.М. Кузьмінець. - Київ: НМАПО імені П.Л. Шупика, 2018. - 160 с.
32. Прокопов В.О. Гігієнічні проблеми водопостачання в Україні // Досвід та перспективи наукового супроводу проблем гігієнічної науки та практики. - Київ, 2021. - С. 64-74.

33. Зоріна О.В. Марганець у питній воді з підземних джерел водопостачання та його вплив на здоров'я населення // Довкілля та здоров'я. - 2019. - № 1. - С. 112-119.
34. Хлорорганічні сполуки у питній воді: гігієнічні та екологічні аспекти: монографія / В.О. Прокопов, О.В. Зоріна, С.С. Бондаренко, О.В. Кузьмінець. - Київ: Медицина, 2022. - 240 с.
35. Дослідження вмісту нітратів у питній воді з колодязів на території сільських населених пунктів Рівненської області / Ю.Р. Гущук, В.Л. Брезецька, В.Д. Кулакова, Л.М. Стецюк // Довкілля та здоров'я. - 2018. - № 3. - С. 141-145.
36. Коваль А. А. Екологічна оцінка якості води р. Тетерів в результаті надходження поверхневого стоку з міських територій міста Житомир тези доповідей міжнародної студентської наукової конференції Молодіжна наукова ліга «Актуальні питання та перспективи проведення наукових досліджень» (6 листопада 2020 року), – Вінниця, 2020. С 19– 21. URL: (дата звернення: 10.11.2020) <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/liga/issue/view/06.11.2020/376>
37. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния вод/ Под ред. А.В. Караушева. - Л.: Гидрометеиздат, 1987
38. Методичні вказівки до виконання практичних занять "Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями" з начвальної дисципліни "Основи басейнового управління водогосподарськими системами" студентами за напрямом підготовки 6.040106 „Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування” денної та заочної форми навчання / А.В. Яцик, І.В. Гопчак, Рівне: НУВГП, 2012, - 26 с.
39. Досвід використання "Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями" (пояснення, застереження, приклади) / А.В. Яцик, В.М. Жукинський,. – К.: Оріяни, 2008. – 41 с.

40. Управління стоком сільськогосподарських територій та вдосконалення системи моніторингу в басейнах малих річок: метод. рекомендації / [М. Д. Мельничук, , Е. Г. Дегодюк та ін.]. – К.: НАУ, 2007. – 58с
41. Якість води. Визначання рН (ISO 10523:1994, MOD): ДСТУ 4077–2001. – Офіц. вид. – [Чинний від 2003–01–01]. – К: Держ. ком. України з питань техн. регулювання та споживчої політики, 2003. – 11 с. – (Національний стандарт України).