

Хмельницький національний університет  
Гуманітарно-педагогічний факультет  
Кафедра екології та біологічної освіти

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
здобувача першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Оптимізація систем водопостачання та водовідведення м. Нова Ушиця

Галузь знань – 10 «Природничі науки»

Спеціальність – 101 «Екологія»


КРЕКОЛ. 023117.01.01.00

Виконав: здобувач 4 курсу, група ЕКОЛз-21-1  Сергій ДЕНИСЮК

Керівник

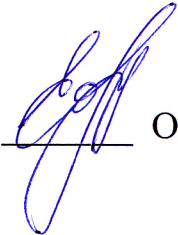
 Віктор РИБАК

Нормоконтролер

 Сергій ШЕВЧЕНКО

До захисту допускаю:

Зав. кафедри екології  
та біологічної освіти

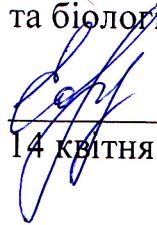
 Ольга ЄФРЕМОВА

12 червня 2025 р.

Хмельницький 2025

Факультет – Гуманітарно-педагогічний  
Кафедра – Екології та біологічної освіти  
Освітній рівень – перший (бакалаврський)  
Галузь знань – 10 «Природничі науки»  
Спеціальність – 101 «Екологія»  
Освітньо-професійна програма – «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри екології  
та біологічної освіти

 Ольга ЄФРЕМОВА

14 квітня 2025 р.

### ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Сергію Анатолійовичу Денисюку

1. Тема роботи Оптимізація систем водопостачання та водовідведення м. Нова Ушиця

керівник роботи Рибак Віктор Валерійович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Затверджено наказом ректора університету від 07.02.2025 р. № 23

2. Строк подання здобувачем роботи на кафедру 12.06.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: відомості щодо водопостачання та водовідведення м. Нова Ушиця, статистичні дані, звіти Департаменту екології та природних ресурсів Хмельницької обласної державної адміністрації.

4. Зміст кваліфікаційної роботи: 1. Аналіз стану водопровідно-каналізаційного господарства України. 2. Аналіз роботи систем водопостачання та водовідведення м. Нова Ушиця. 3. Розробка рекомендацій щодо покращення роботи систем водопостачання та водовідведення м. Нова Ушиця.


## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів	Примітка
1	Аналіз стану водопровідно-каналізаційного господарства України	12.05-17.05.2025	виконано
2	Аналіз роботи систем водопостачання та водовідведення м. Нова Ушиця	18.05-26.05.2025	виконано
3	Розробка рекомендацій щодо покращення роботи систем водопостачання та водовідведення м. Нова Ушиця	27.05-02.06.2025	виконано
4	Оформлення роботи	03.06-12.06.2025	виконано


Дата видачі завдання:

12.05.2025 р.

Здобувач

  
Сергій ДЕНИСЮК

Керівник

  
Віктор РИБАК

## АНОТАЦІЯ

Тема роботи: «Оптимізація систем водопостачання та водовідведення м. Нова Ушиця».

Автор роботи: студент гр. ЕКОЛЗ-21-1 Денисюк.

Керівник роботи: доцент, канд. с.-г. наук Рибак В.В.

Кваліфікаційна робота викладена на 54 сторінках, містить 4 таблиці та перелік джерел посилання з 30 джерел.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ВОДОПОСТАЧАННЯ, ВОДОВІДВЕДЕННЯ, ОЧИСНІ СПОРУДИ, ПИТНА ВОДА.

В роботі проаналізовано стан водопровідно-каналізаційного господарства України, стан водопостачання та водовідведення м. Нова Ушиця, проведено аналіз систем водопостачання та водовідведення, роботи Новоушицького ГП «Водоканал», визначені недоліки їх роботи. За результатами аналізу дані рекомендації щодо покращення системи водопостачання та водовідведення м. Нова Ушиця.

12. 06. 2025



Сергій ДЕНИСЮК

## ЗМІСТ

	С.
Вступ.....	6
1 Аналіз стану водопровідно-каналізаційного господарства України.....	8
2 Аналіз роботи систем водопостачання та водовідведення м. Нова Ушиця .....	23
2.1 Загальна характеристика систем водопостачання та водовідведення м. Нова Ушиця .....	23
2.2 Аналіз ефективності роботи систем водопостачання та водовідведення м. Нова Ушиця .....	29
3 Розробка рекомендацій щодо покращення роботи систем водопостачання та водовідведення м. Нова Ушиця .....	36
3.1 Рекомендації щодо покращення роботи системи водопостачання...	36
3.2 Рекомендації щодо покращення роботи системи водовідведення...	37
3.3 Рекомендації щодо покращення роботи каналізаційних очисних споруд Новоушицького ГП «Водоканал».....	40
Висновки.....	81
Перелік джерел посилання.....	84

## ВСТУП

У сучасних умовах загострення екологічних проблем, зумовлених урбанізацією, зростанням антропогенного навантаження та кліматичними змінами, питання ефективного управління водними ресурсами набуває особливої актуальності. Надійне водопостачання та екологічно безпечне водовідведення є ключовими чинниками сталого розвитку територіальних громад, особливо у малих населених пунктах, де часто спостерігається недостатній рівень інженерного забезпечення, зношеність інфраструктури та обмеженість ресурсів.

Система водопостачання і водовідведення виконує не лише соціально-економічну, але й важливу екологічну функцію: забезпечує потреби населення у якісній питній воді, а також сприяє охороні довкілля шляхом збирання та очищення стічних вод. Проте порушення у функціонуванні цих систем призводить до зниження якості води, забруднення навколишнього середовища, погіршення санітарно-епідеміологічної ситуації, що є особливо небезпечним у невеликих містах і селищах, таких як Нова Ушиця.

Аналіз поточного стану водопровідно-каналізаційного господарства в Україні вказує на наявність сталих негативних тенденцій, що характеризують його як технічно та економічно вразливу галузь. Зокрема, виявлено низький рівень експлуатаційного обслуговування, що проявляється у регулярних перебоях з водопостачанням на окремих підприємствах. Існуючі системи очищення води демонструють недостатню ефективність: використовувані технології не забезпечують досягнення нормативних показників якості ані для питної, ані для стічної води.

Серед основних проблем слід відзначити і надмірний рівень водоспоживання – середньодобовий показник на одну особу становить близько 240 літрів, що удвічі перевищує середній рівень водокористування в країнах Європейського Союзу. Однією з причин такого стану є низький

рівень комерційного обліку води: програми із впровадження приладів обліку виявилися малоефективними, і повне охоплення лічильниками досі не досягнуто.

Крім того, спостерігається високий рівень аварійності мереж, що суттєво перевищує аналогічні показники в розвинених країнах. Водночас, ефективність систем водопостачання знижується: упродовж останніх 15 років обсяги втрат і нерационального використання водних ресурсів зросли майже на 10 %. Проблемним є й кадровий аспект – чисельність персоналу, задіяного в експлуатації об'єктів водопостачання, сягає близько 7 осіб на 1000 споживачів, що вдвічі перевищує відповідні європейські норми, вказуючи на низьку продуктивність праці.

Особливої уваги заслуговує відсутність системи бенчмаркінгу: не ведеться систематичний моніторинг ефективності та якості наданих послуг. Фінансовий стан підприємств залишається нестабільним – низький рівень компенсації витрат з боку споживачів не дозволяє забезпечити належне функціонування та технічне обслуговування систем водопостачання і водовідведення. Більше того, відсутні внутрішні джерела для здійснення інвестицій у модернізацію, реконструкцію та екологічну реабілітацію об'єктів водогосподарської інфраструктури.

Проблеми водопостачання та якості питної води набули особливої ваги у контексті екологічної та соціальної безпеки, потребуючи комплексного підходу до їх розв'язання. Серед основних викликів – обмежене охоплення послугами, зношеність інфраструктури, низька якість води, застарілі технології, нестача фінансування та недосконалість нормативно-правової бази.

Метою кваліфікаційної роботи є аналіз системи водопостачання та водовідведення м. Нова Ушиця. Для досягнення мети вирішувалися такі задачі:

- проаналізувати стан водопровідно-каналізаційного господарства України;

- провести аналіз системи водопостачання та водовідведення, основних її складових м. Нова Ушиця;
- визначити основні недоліки в роботі систем водопостачання та водовідведення м. Нова Ушиця;
- визначити основні шляхи покращення стану системи водопостачання та водовідведення м. Нова Ушиця.

Об'єктом дослідження є система водопостачання та водовідведення у межах населеного пункту Нова Ушиця Хмельницької області.

Предмет дослідження – стан, структура, технічні характеристики та екологічна ефективність функціонування систем водопостачання і водовідведення.

Методи дослідження. Теоретичною та методологічною основами дослідження є праці вітчизняних та закордонних вчених у сфері охорони довкілля, теоретичні та методологічні розробки щодо оцінки стану систем водопостачання та водовідведення. У роботі були використані теоретичні загальнонаукові методи дослідження.

Практична значущість роботи полягає у тому, що результати дослідження можуть бути використані органами місцевого самоврядування та комунальними підприємствами для удосконалення роботи систем водопостачання і водовідведення, зниження екологічного навантаження на природне середовище, покращення якості питної води та впровадження ефективних заходів з управління водними ресурсами у селищі Нова Ушиця.

Апробація результатів дипломної роботи: окремі частини дослідження та одержані узагальнення були висвітлені в матеріалах щорічної Студентської науково-практичної конференції за підсумками науково-дослідної роботи студентів кафедри екології та біологічної освіти (5 червня 2025 року, м. Хмельницький).

# 1 АНАЛІЗ СТАНУ ВОДОПРОВІДНО-КАНАЛІЗАЦІЙНОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ

У найближчій перспективі для малих водопостачальних підприємств України особливо складним завданням стане розширення спектру послуг, підвищення їхньої якості, забезпечення належного рівня питної води та ефективного очищення стічних вод, а також впровадження сучасних технологій та високопродуктивного обладнання.

У зв'язку з цим доцільним є запровадження процесів інтеграції водопостачальних підприємств на технічному, технологічному та економічному рівнях. Зокрема, йдеться про формування укрупнених структур шляхом об'єднання розвинених підприємств із менш потужними суб'єктами на основі спільного функціонування водопровідно-каналізаційних систем у межах кількох населених пунктів, адміністративних районів чи навіть регіонів. Такий підхід сприятиме формуванню керованої економічної моделі та підвищенню надійності функціонування інженерної інфраструктури.

Процес реформування водопровідно-каналізаційного господарства слід здійснювати з урахуванням апробованих і практично ефективних моделей, які вже продемонстрували результативність в умовах подібних викликів.

Станом на момент дослідження в Україні функціонувало 6109 підприємств, що надають послуги з централізованого водопостачання та/або водовідведення. Із загальної кількості таких суб'єктів господарювання 2903 підприємства (47,5 %) перебували у комунальній власності, 467 (7,6 %) – у державній, а 2739 (44,8 %) – у приватній формі власності. Структура за типом діяльності свідчить про наявність 2671 спеціалізованого підприємства (42,7 %), 2456 багатогалузевих (40,2 %) та 982 відомчих підприємств (16,1 %) [1].

Станом на час дослідження загальна кількість функціонуючих

водопроводів в Україні становила 10208 одиниць, з яких 2585 (25,3 %) розташовані у межах міських поселень. Кількість окремих водопровідних мереж сягала 2953, причому 1240 (50,0 %) з них обслуговують саме міське населення [2].

Ці системи забезпечували централізоване водопостачання для 11,3 мільйона споживачів, з яких 9,9 мільйона осіб (87,6 %) мешкають у містах.

Щодо систем водовідведення, загалом нараховувалося 1893 каналізаційні системи, серед яких 1247 одиниць (65,9 %) функціонують у міських поселеннях. Кількість окремих каналізаційних мереж становила 997, з них 747 (74,9 %) – у межах міст [1].

У середньому одне водопостачальне підприємство в Україні забезпечує послугами близько 5 тисяч осіб. Водночас у ряді населених пунктів функціонує кілька постачальників послуг централізованого водопостачання та/або водовідведення, що ускладнює організацію ефективного управління, координацію дій між суб'єктами господарювання та контроль за якістю наданих послуг.

За обсягами подачі питної води до розподільчих мереж, більшість підприємств (приблизно 98 % від загальної кількості) транспортують менше 1 млн м<sup>3</sup> води на рік. Значно меншу частку становлять підприємства з більшими обсягами водоподачі: 31 підприємство постачає від 1 до 5 млн м<sup>3</sup>, 17 підприємств – від 5 до 10 млн м<sup>3</sup>, а 42 підприємства подають понад 10 млн м<sup>3</sup> питної води на рік [3].

У країнах Європейського Союзу спостерігається стійка тенденція до укрупнення водопостачальних підприємств шляхом їх інтеграції на технічному, технологічному та економічному рівнях. Такий підхід передбачає об'єднання розвинених підприємств із меншими суб'єктами на основі спільного функціонування водопровідно-каналізаційної інфраструктури в межах кількох населених пунктів, адміністративних районів, регіонів або навіть національного масштабу.

У ряді європейських держав, зокрема в Австрії, Німеччині, Польщі та Франції, водопостачальні організації функціонують переважно у формі муніципальних або районних підприємств. Водночас в інших країнах відбувається активна консолідація галузі. Наприклад, в Італії на сьогодні діє лише 91 компанія замість колишніх 13 000, у Нідерландах – 10 замість 200, у Болгарії – 27 замість 68, тоді як в Угорщині заплановане скорочення кількості операторів з 400 до 20.

Інтеграція водопостачальних підприємств забезпечує низку переваг: залучення кваліфікованих фахівців, модернізацію технічного обладнання, підвищення енергоефективності. Це сприяє зниженню собівартості житлово-комунальних послуг та підвищенню їх якості. У міжнародній практиці загальні витрати на послуги водопостачання і водовідведення, як правило, не перевищують 2,5 % від середнього доходу домогосподарства.

Окрім прямої економії, об'єднання підприємств відкриває доступ до міжнародного фінансування, поліпшує управління, дає змогу ефективно використовувати персонал та підвищити якість обслуговування. Хоч процес тривалий, його затягування лише ускладнює подальші трансформації.

Станом на період дослідження централізованим водопостачанням було охоплено 59,6 % населення України, зокрема 81,0 % міського (у тому числі 84,3 % у містах та 61,3 % у селищах міського типу) та лише 11,1 % сільського населення. Послугами централізованого водовідведення користувалися 37,5 % громадян, включаючи 54,2 % міських жителів (57,8 % у містах і 28,9 % у селищах міського типу) та лише 0,5 % сільського населення [4].

Рівень охоплення централізованим водовідведенням істотно поступається водопостачанню, особливо в невеликих містечках і сільських громадах. У загальноєвропейському порівнянні Україна посідає одне з останніх місць за рівнем забезпечення населення базовими послугами централізованого водопостачання та водовідведення.

Системи централізованого водопостачання в Україні відсутні для 18,5 мільйона осіб, які проживають у 4 містах, 110 селищах міського типу та

22 129 сільських населених пунктах. Жителі цих територій використовують для задоволення побутових потреб воду з шахтних колодязів і індивідуальних свердловин, значна частина яких перебуває у незадовільному технічному стані. Якість води з таких джерел часто не відповідає санітарно-гігієнічним вимогам.

Ще критичнішою є ситуація із централізованим водовідведенням: 28,5 мільйонів громадян у 17 містах, 373 селищах та 27732 селах не мають доступу до каналізаційних мереж. Відведення стічних вод у цих населених пунктах здійснюється переважно за допомогою вигрібних ям або септиків, що сприяє погіршенню екологічного стану навколишнього середовища. Зокрема, відбувається забруднення джерел питної води патогенними мікроорганізмами, зростає ризик підтоплення територій та деградації ґрунтів.

Згідно з цільовими орієнтирами, визначеними міжнародним документом – Протоколом про воду та здоров'я до Конвенції про охорону та використання трансграничних водотоків та міжнародних озер 1992 року, який було ратифіковано Україною Законом від 09.07.2003, передбачалося досягнення певних показників уже до 2015 року. Зокрема, частка населення, забезпеченого доступом до безпечної питної води, мала скласти 90 % у містах і селищах та 50 % – у сільській місцевості. Також планувалося, що централізованим водовідведенням буде охоплено 80 % населення міст і селищ та 20 % сіл.

Однак аналіз динаміки покриття послугами централізованого водопостачання та водовідведення свідчить про відсутність суттєвих позитивних змін упродовж останніх десятиліть. Показники залишаються на рівні 1990-х років, що зумовлено насамперед недостатнім рівнем інвестиційного забезпечення галузі [4].

Станом на 2025 рік в Україні зберігається критична ситуація із забезпеченням населення послугами централізованого водопостачання та водовідведення, яка ускладнюється веденням бойових дій на частині території країни, обстрілами та руйнуванням інфраструктури. За офіційною

статистикою, централізованим водопостачанням охоплено близько 68,7% населення, тоді як послугами централізованого водовідведення користується лише 53,4%. При цьому доступ до безпечної питної води мають орієнтовно 87% населення, переважно у міських поселеннях.

Істотною проблемою залишається низький рівень охоплення централізованими послугами у сільській місцевості, де значна частина населення продовжує використовувати шахтні колодязі та індивідуальні свердловини, значна частина яких перебуває в аварійному або незадовільному технічному стані. Якість води в таких джерелах нерідко не відповідає гігієнічним нормативам, що створює загрозу для здоров'я населення.

Проблеми із централізованим водовідведенням залишаються особливо гострими: значна частина населених пунктів, зокрема у сільських громадах, не має доступу до каналізаційних мереж. Стоки здебільшого відводяться через вигрібні ями або септики, що сприяє забрудненню водоносних горизонтів, поширенню патогенних мікроорганізмів та деградації санітарного стану територій.

Протягом останніх років протяжність централізованих водопровідних мереж в Україні зросла на 303,3 км. Проте значна частина мереж залишається технічно неспроможною – близько 68800 км (38,2%) класифікуються як ветхі або аварійні, серед яких приблизно 15000 км потребують невідкладної санації або заміни.

Аналіз динаміки аварійності свідчить про збільшення показника – кількість аварій зросла з 2,68 до 2,71 випадків на 1 км трубопроводу, що свідчить про зростання технічного навантаження та ресурсних втрат. Крім того, існує значний дефіцит водосховищ: загальний обсяг резервуарів для чистої води становить 8,6 млн м<sup>3</sup>, що покриває лише 74% нормативної потреби. Приблизно 30% систем централізованого водопостачання не мають аварійного резервного запасу.

Втрати води в мережах залишаються надмірними – щороку на об'єктах

водовідведення втрачається 193 млн м<sup>3</sup>, а у розподільчій мережі – 1217 млн м<sup>3</sup> [4].

Рівень втрат води у зовнішніх мережах централізованого водопостачання в Україні залишається критично високим. У середньому 30,2 % обсягу води, поданої у розподільчі мережі, втрачається ще до моменту надходження до споживачів. У розрахунку до фактичного обсягу води, відпущеної всім споживачам, втрати становлять 43,4 %. Варто зазначити, що значна частина цієї води вже пройшла повний цикл підготовки до споживання, а обсяги втрат мають тенденцію до щорічного зростання.

Аналіз технічного стану інфраструктури свідчить про численні порушення санітарних вимог. Зокрема, 67,7 % водопроводів не мають належних зон санітарної охорони, 17,5 % не забезпечені необхідним комплексом очисних споруд, а 25,4 % – функціонують без сучасних знезаражувальних установок. Додатково 11 % очисних водопровідних споруд перебувають в аварійному стані, що суттєво ускладнює забезпечення гарантованої якості питної води.

Існуюча інженерна інфраструктура, включаючи водопровідні та каналізаційні очисні споруди, а також насосні станції, потребує масштабної модернізації. Зокрема, нагальною є потреба у заміні зношених насосних агрегатів та приведенні технічних потужностей у відповідність до актуальних обсягів споживання води [6].

Сучасний стан розвитку водогосподарського комплексу України обумовлює потребу в підвищенні точності обліку водних ресурсів та забезпеченні їх раціонального використання, що є особливо актуальним на тлі зростаючого дефіциту якісної питної води. Найбільш неефективне споживання водних ресурсів фіксується у багатоквартирних житлових будинках. У зв'язку з цим всі такі будинки мають бути обладнані будинковими приладами обліку, а їх експлуатацію повинні здійснювати постачальники комунальних послуг. На сьогодні близько 80 % мешканців багатоповерхових будинків мають квартирні лічильники води, однак облік за

цими приладами здійснюється здебільшого самими споживачами. Унаслідок цього зберігається високий ризик спотворення показників через відсутність належного контролю з боку виконавців послуг або водопостачальних організацій, що створює передумови для фальсифікації обсягів споживання.

Якість води у відкритих водоймах, які використовуються як джерела централізованого водопостачання, демонструє тенденцію до погіршення. Основною причиною цього є надходження неочищених або недостатньо очищених стічних вод, що скидаються з каналізаційних систем, технічний стан яких часто є незадовільним. Особливу загрозу становлять каналізаційні очисні споруди, які або функціонують неефективно, або зовсім не мають сучасних технологій обробки та знешкодження осаду, що підвищує рівень антропогенного навантаження на водні об'єкти.

Система централізованого водовідведення в Україні охоплює 51,4 тис. км мереж, з яких 14,7 тис. км – головні каналізаційні колектори, 21,8 тис. км – вуличні мережі та 14,9 тис. км – внутрішньоквартальні й дворові трубопроводи. Інфраструктура також включає 6385 каналізаційних насосних станцій, оснащених 14,1 тис. насосних агрегатів, а також 1276 каналізаційних очисних споруд.

На сьогоднішній день приблизно 10 тис. км каналізаційних мереж потребують термінової заміни або санації. Середній рівень пошкоджень мереж залишається високим і становить 9,94 випадків на 1 км, що свідчить про значну зношеність та недосконалість експлуатаційної моделі систем водовідведення [2].

Рівень екологічної безпеки у сфері водопостачання та водовідведення в Україні залишається недостатнім. У середньому до 35 % стічних вод, що утворюються господарсько-питними та промисловими споживачами, скидаються у водні об'єкти без належного очищення. Підприємства водопровідно-каналізаційного господарства щороку скидають без очищення близько 56,4 млн м<sup>3</sup> стічних вод, що становить 2,8 % від загального обсягу.

Загальний фізичний знос основних фондів централізованих систем

водопостачання і водовідведення оцінюється на рівні 62,2 %, тоді як зношеність технологічного обладнання сягає 65–70 %. При цьому 71 % водопровідних і 83 % каналізаційних очисних споруд потребують повної або часткової реконструкції. Крім того, 54 % водопровідних і 56 % каналізаційних насосних агрегатів знаходяться у стані, що вимагає їхньої заміни [6].

Екологічний стан поверхневих водних об'єктів та якість води в них є ключовими факторами, що безпосередньо впливають на ефективність і безпеку централізованого водопостачання. Протягом останнього десятиліття майже всі поверхневі джерела водопостачання України зазнавали інтенсивного антропогенного забруднення. Попри зменшення загального водокористування більш ніж удвічі порівняно з початком 1990-х років, рівень надходження недостатньо очищених або зовсім неочищених стічних вод до водних об'єктів залишається стабільно високим через низьку ефективність функціонування систем водовідведення та очищення.

Результати державного моніторингу якості поверхневих вод свідчать про зростаючу деградацію водних об'єктів, зокрема I та II класів, як за санітарно-хімічними, так і за санітарно-мікробіологічними показниками. Так, 18,2 % досліджених проб води з водоєм I класу не відповідали нормативам за санітарно-хімічними показниками, а 19,3 % – за бактеріологічними критеріями. Загалом, якість води у більшості джерел централізованого водопостачання кваліфікується як таку, що відповідає III або IV класу, тобто характеризується як забруднена або брудна, що потребує складної системи очищення перед подачею населенню [1].

Підземні води в Україні широко використовуються для забезпечення господарсько-питних, промислових, сільськогосподарських потреб, зрошення та виробництва бутильованої води. Водночас понад 30 % видобутої підземної води відкачується в процесі добування корисних копалин і скидається у поверхневі водні об'єкти без використання, що спричиняє додаткове навантаження на екосистеми та забруднення джерел

централізованого водопостачання.

Загалом водопостачальні підприємства всіх форм власності щорічно забирають з природних джерел близько 4215 млн м<sup>3</sup> води (в середньому 11,5 млн м<sup>3</sup> на добу), з яких 1119 млн м<sup>3</sup> (або 29,9 %) припадає на підземні джерела, а 3096 млн м<sup>3</sup> – на поверхневі водні об'єкти.

Щорічно в Україні на водопровідних очисних спорудах здійснюється очищення 2192,4 млн м<sup>3</sup> води (в середньому 6,0 млн м<sup>3</sup> на добу), що становить 52,0 % від загального обсягу води, піднятої з природних джерел, та 54,5 % від обсягу, який подається у розподільчі мережі. Загальний обсяг поданої у мережу питної води становить близько 4022 млн м<sup>3</sup> на рік, або 11,0 млн м<sup>3</sup> на добу [1].

Також, значною екологічною проблемою є надмірне забруднення водних об'єктів внаслідок скиду стічних вод. Більшість підприємств водопровідно-каналізаційного господарства здійснюють скиди з перевищенням гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин. За узагальненими результатами державного обліку водокористування, щороку у поверхневі водні об'єкти скидається 7655 млн м<sup>3</sup> стічних вод, з яких:

- 4482 млн м<sup>3</sup> – скидає промисловість,
- 2060 млн м<sup>3</sup> – підприємства житлово-комунальної сфери,
- 1113 млн м<sup>3</sup> – об'єкти сільського господарства.

Із загального обсягу скинутих стічних вод:

- 1,6 км<sup>3</sup> (21 %) становлять забруднені,
- 1,8 км<sup>3</sup> (23 %) – нормативно очищені,
- 4,3 км<sup>3</sup> (56 %) – нормативно чисті, що не потребували

очищення [1].

У низці населених пунктів України спостерігається незадовільна робота очисних споруд, а в окремих випадках такі об'єкти взагалі не функціонують. Підприємства, що здійснюють водопостачання та водовідведення, часто обмежені у фінансових і технічних ресурсах, що

ускладнює реалізацію необхідних заходів з модернізації систем та забезпечення стабільного функціонування об'єктів водогосподарської інфраструктури.

Як наслідок, до річкового стоку та водоносних горизонтів потрапляють забруднення у понаднормових концентраціях: органічні сполуки, феноли, нітрати, нафтопродукти та патогенні мікроорганізми. Невідповідність якості питної води встановленим нормативам поряд із забрудненням водного середовища розглядається як один із чинників зростання показників інфекційної та неінфекційної захворюваності населення.

За результатами лабораторного контролю, 28,6 % проб води з джерел децентралізованого водопостачання не відповідали санітарним вимогам за санітарно-хімічними показниками, а 16,8 % – за бактеріологічними. Особливо несприятливою є ситуація з водою з шахтних колодязів: 30,3 % проб мали перевищення за санітарно-хімічними та 21,0 % – за бактеріологічними показниками. Вода з артезіанських свердловин виявилася дещо кращої якості, однак і тут 13,8 % проб мали відхилення за хімічними, а 5,9 % – за бактеріологічними критеріями.

Щодо централізованих джерел водопостачання, питома вага проб, що не відповідали санітарно-хімічним нормам, становила 12,9 %, а за бактеріологічними показниками – 3,1 % [6].

З метою подолання критичних ситуацій у галузі водопостачання в Україні була затверджена Загальнодержавна цільова програма «Питна вода України», в межах якої визначено ключові напрями дій, серед яких – охорона джерел питного водопостачання та забезпечення відповідності якості питної води чинним стандартам [1].

## 2 АНАЛІЗ РОБОТИ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ М. НОВА УШИЦЯ

### 2.1 Загальна характеристика систем водопостачання та водовідведення м. Нова Ушиця

Новоушицький район розташований у південно-східній частині Хмельницької області. Його східна межа проходить уздовж Муровано-Куриловецького та Барського районів Вінниччини, на півночі він межує з Віньковецьким районом, на заході – з Дунаєвецьким і Кам'янець-Подільським районами, а на півдні – з Сокирянським районом Чернівецької області.

Загальна площа району становить 85,3 тис. га, з яких 60,5 тис. га припадає на сільськогосподарські угіддя. Із цієї площі 44,7 тис. га займає рілля.

Територія району витягнута в напрямку з півночі на південь і характеризується переважно рівнинним, але значно розчленованим рельєфом. Клімат помірно континентальний із порівняно теплими умовами, а ґрунти мають середню родючість.

Територія району характеризується щільною річковою мережею. Уздовж його південного кордону протікає річка Дністер, на якій створено водосховище. Крім того, районом протікають річки Ушиця, Калюс, Жван, а також низка дрібних водотоків – приток як зазначених річок, так і самого Дністра. Усі річки спрямовані на південь, течуть майже паралельно, формуючи глибокі долини каньйонного типу.

На території району виявлено промислові родовища фосфоритів, значні поклади бентонітових глин, піску та інших будівельних матеріалів. Окремо слід відзначити Заміхівське родовище керамічної глини, а також обмежені запаси каоліну.

Станом на останні статистичні дані чисельність населення району становить 30,5 тисяч осіб, з яких 26,1 тисячі проживають у сільській місцевості. Адміністративним центром є селище Нова Ушиця з населенням 4,4 тисячі осіб.

У межах адміністративно-територіального устрою район охоплює одну селищну та 21 сільську раду, до складу яких входять 59 населених пунктів.

Новоушицький район має аграрно-промисловий профіль. Сільське господарство володіє значним потенціалом для трансформації у високорентабельну та орієнтовану на експорт галузь економіки. Промисловий сектор району представлений переважно харчовими підприємствами – два з них діють у цій сфері.

Розвинута мережа роздрібної торгівлі, зокрема місцеві ринки, сприяє активному розвитку приватного підприємництва в торгівельному сегменті.

Район також вирізняється багатою історико-культурною спадщиною. Значний інтерес становлять археологічні пам'ятки, серед яких язичницькі капища з кам'яними ідолами, що збереглися поблизу сіл Івашківці, Ставчани, Хребтіїв і Калюс, і які становлять цінний ресурс для розвитку культурного туризму в регіоні.

Каньйоноподібні долини річки Дністер, яка формує південну межу району, є унікальним природним феноменом, що викликає підвищений інтерес серед краєзнавців, туристів і представників бізнесу. Вигідне розташування району, розвинена автодорожня інфраструктура та значний природно-ресурсний потенціал створюють передумови для стабільного та перспективного соціально-економічного розвитку території.

Систему водопостачання та водовідведення в селищі міського типу Нова Ушиця забезпечує місцеве госпрозрахункове підприємство «Водоканал».

Ключовим напрямом діяльності Новоушицького підприємства «Водоканал» є забезпечення видобутку прісної води з подальшим її використанням для господарсько-питного водопостачання. Також

підприємство надає послуги з подачі води та водовідведення як для населення, так і для інших споживачів у межах селища. Створене у 1970-х роках, воно володіє значним виробничим досвідом та розвиненою інженерною інфраструктурою, яка дозволяє обслуговувати потреби місцевої громади в сфері водопостачання та каналізації.

Матеріально-технічна база підприємства включає:

- дві артезіанські свердловини;
- насосну станцію водопроводу другого підйому;
- водонапірну башту;
- резервуар для зберігання очищеної води;
- очисні споруди каналізаційної системи;
- каналізаційну насосну станцію (КНС);
- систему каналізаційних мереж міста;
- мережу водопроводу у межах Нової Ушиці.

Станом на сьогодні, Новоушицьке госпрозрахункове підприємство «Водоканал» щорічно постачає в середньому близько 107 000 м<sup>3</sup> води. Потужність системи водопроводу становить від 270 до 290 м<sup>3</sup> на добу. Загальна довжина водопровідних мереж у межах селища – 43 км. Каналізаційна насосна станція (КНС) має проєктну потужність у 200 м<sup>3</sup>/добу, а обсяги перекачуваних і очищених стічних вод за рік становлять 41 300 м<sup>3</sup>.

Житлово-комунальна сфера в регіоні розвивається за напрямками підвищення ефективності управління, впровадження тарифної політики на економічно обґрунтованих засадах та покращення якості послуг для населення. Протяжність водопровідних мереж у межах району загалом становить 98 км, з них 43 км припадає на смт Нова Ушиця, обслуговуванням яких займається ГП «Водоканал».

Централізоване водопостачання у селищі охоплює близько 70 % його території. Загальна потужність водопостачальної системи досягає 500 м<sup>3</sup>/добу. Водопостачання забезпечується за допомогою двох водонасосних станцій та двох артезіанських свердловин.

Окрім Нової Ушиці, централізованим водопостачанням також користуються мешканці ще семи населених пунктів району.

У селищі Нова Ушиця функціонує централізована система водовідведення, яка включає каналізаційні мережі та очисні споруди. Проте матеріально-технічна база підприємств, що забезпечують житлово-комунальні послуги, потребує суттєвого оновлення та реконструкції.

На балансі Новоушицького госпрозрахункового підприємства «Водоканал» перебуває одна каналізаційна насосна станція (КНС). Система каналізаційних мереж охоплює головні колектори, вуличну каналізацію, а також внутрішньо-квартальні та внутрішньо-дворові ділянки.

Зона відповідальності підприємства починається з першого оглядового колодязя внутрішньо-дворової мережі. Далі стічні води транспортуються самопливом через внутрішньо-дворову та внутрішньо-квартальну каналізаційну систему до КНС, звідки подаються на подальше очищення.

Каналізаційна насосна станція (КНС), розташована в селищі Нова Ушиця, має глибину закладання 5 м. Діаметр подаючого (самопливного) колектора становить 250 мм, натомість напірний колектор має діаметр 200 мм. Резервуар КНС розрахований на об'єм 40 м<sup>3</sup>. Загальний технічний стан будівлі оцінюється як задовільний. Станція укомплектована двома насосними агрегатами, з яких в робочому режимі функціонує лише один. Продуктивність КНС становить 200 м<sup>3</sup>/добу, при річному обсязі перекачування стічних вод 41 300 м<sup>3</sup>.

Передача стоків відбувається за допомогою насосів типу 2СМ-80-50-200/2б (робочий) та СМ100-63-30 (резервний), які перекачують стічні води на головну КНС. Вона, у свою чергу, транспортує їх напірним колектором на міські очисні споруди.

До складу каналізаційних очисних споруд входять: приймальний колодязь, пісколовка, первинний відстійник, біофільтри, вторинний відстійник, біоставки, муловий майданчик, хлораторна, а також насосне обладнання GRUNDFOS моделей 22ВФ М-50-6,3-3-7,5 і 12ВФ М50-1,68-3-3.

Обслуговування комплексу забезпечують 12 кваліфікованих працівників.

Головною функцією підприємства є централізоване надання послуг з водопостачання та водовідведення, що охоплюють населення та інші категорії споживачів селища.

Склад каналізаційних очисних споруд міста наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Склад каналізаційних очисних споруд смт Нова Ушиця

Роки будівництва/реконструкції	Схема очищення (набір споруд)	Зношеність, %	Виробнича потужність КОС, м <sup>3</sup> /добу	Річні обсяги очистки, тис.м <sup>3</sup> /рік
1	2	3	4	5
2007	Приймальний колодязь	30	200	41,3
	Пісковловлювач	30		
	Первинний відстійник	30		
	Аеротенк			
	Вторинний відстійник	30		
	Біоставки			
	Мулові майданчики			
	Насоси GRUNDFOS 22ВФ М-50-6,3-3-7,5 та 12ВФ М50-1,68-3-3	30		
	Хлораторна	30		

Установка типу КУ-200 призначена для повного біологічного очищення стічних вод малих населених пунктів, на станціях із продуктивністю до 200 м<sup>3</sup> на добу шляхом аерації з подальшою аеробною стабілізацією надлишкового активного мулу.

Конструктивно вона виконана у вигляді блочного модуля, що поєднує в собі аеротенк, вторинний відстійник та стабілізатор надлишкового мулу. Аерація в системі здійснюється за пневматичним принципом.

Аеротенк має форму квадратного резервуара з чотирма гілками перфорованих труб, укладених по дну для подачі повітря. Уздовж однієї зі сторін розміщено водозбірний лоток із чотирма регульованими трикутними переливами для подачі стічних вод. З протилежного боку передбачені занурені отвори, через які вода надходить до відстійника. Останній є вертикальним за конструкцією, без наявності центральної труби.

Активний мул, що осідає в прямках, повертається назад у зону аерації за допомогою ерліфтних насосів. Стабілізатор надлишкового мулу за конструкцією ідентичний аеротенку, а подача надлишкового мулу до нього також здійснюється ерліфтами.

У складі очисного комплексу КУ-200 є допоміжна будівля, де розміщені повітродувки та хлораторна установка. Додатково споруди включають контактний резервуар і трикамерний муловий майданчик для зневоднення осадів.

В аеротенку процес очищення стічних вод відбувається завдяки активному мулу, до складу якого входить біоценоз аеробних сапрофітних мікроорганізмів. Ці бактерії забезпечують біохімічне окиснення органічних сполук, а також процес нітрифікації амонійного азоту, що міститься у стічних водах. Для забезпечення життєдіяльності мікроорганізмів в аеротенк безперервно подається повітря через перфоровані труби, яке надходить від повітродувки.

Тривалість циклу окиснення органічних речовин коливається в межах від 8 годин до 12 годин, залежно від ступеня забруднення вхідного стоку.

Після завершення аерації утворена мулова суміш надходить через занурені отвори у вторинний відстійник, де відбувається розділення очищеної води і активного мулу. Осад мулу накопичується в прямках відстійника. Близько 80 % цього осаду повертається в аеротенк для підтримання сталого процесу біологічного очищення, а решта направляється в аеробний стабілізатор з метою подальшої мінералізації.

Рециркуляція активного мулу в систему здійснюється ерліфтами, в яких

транспортування забезпечується повітряним потоком, що надходить від повітродувок. Процес аеробної стабілізації надлишкового активного мулу (або мінералізації) здійснюється на протязі 2 діб або 3 діб.

Мета даного методу полягає в мінералізації активного мулу в аеробних умовах за рахунок доокислення адсорбованих на ньому органічних речовин і старих відмерлих колоній бактерій, що складають його основу. Мінералізований надлишковий мул далі за допомогою ерліфтів подається на муловий майданчик, де в природних умовах здійснюється його ущільнення.

Очищені стічні води за допомогою збірних лотків вторинного відстійника видаляються за межі установки КУ-200 і надходять в контактний резервуар, де здійснюється їх знезараження за допомогою розчину хлорного вапна. Приготування розчину хлорного вапна здійснюється в приміщенні хлораторної. Фактично прийнята схема очистки стічних вод за проектом витримується, але очисні споруди потребують реконструкції.

На теперішній час очисні споруди завантажені по кількості стічних вод, що надходять на очищення, від 80 % до 90 %.

## 2.2 Аналіз роботи систем водопостачання та водовідведення м. Нова Ушиця

Система водопостачання м. Нова Ушиця забезпечує подачу питної води приблизно для 4000 мешканців. Джерелами водозабору є дві артезіанські свердловини, кожна з яких має глибину 80 м і була споруджена за допомогою роторного буріння. Дебіт кожної свердловини становить 30,0 м<sup>3</sup>/год.

Навколо кожного джерела водозабору встановлені зони санітарної охорони першого поясу, які винесені в натуру та обгороджені металевими конструкціями. Для підйому води в свердловинах змонтовано глибинні насосні агрегати типу GC 3.12.2.1110 потужністю 30,0 кВт, які забезпечують подачу води до насосної станції другого підйому.

Накопичення та дезінфекція очищеної води здійснюється у резервуарі чистої води (РЧВ), об'єм якого становить 75 м<sup>3</sup>. Процес знезараження передбачає витримування води з гіпохлоритом натрію протягом однієї години. Зношеність резервуарного обладнання оцінюється на рівні 70 %.

Оскільки станція знезалізнення відсутня, очищення від заліза не здійснюється. Хлорування води відбувається в безперервному режимі, яке забезпечують машиністи насосних установок, що пройшли відповідну підготовку з використання гіпохлориту натрію як дезінфекційного реагенту.

Для забезпечення подачі питної води до міської водопровідної мережі в машинному залі функціонують два насосні агрегати марки АНЦ-150-400, кожен з яких має потужність 75,0 кВт. Водопостачання для населення здійснюється в цілодобовому режимі.

Щоденно у міську систему подається до 290 м<sup>3</sup> води. Якість води, що надходить до споживачів, повністю відповідає вимогам чинних санітарних нормативів, а саме ДСанПіН 2.2.4-171-10 [7].

Загальна структура водопровідної мережі включає 8 км труб з азбестоцементу (зношення – 25 %), 11 км труб із чавуну та поліетилену (зношення – 15 %) і 24 км сталевих труб, технічний стан яких характеризується 50% ступенем зношеності.

Водонапірна башта перебуває в критичному стані – її зношеність сягає 100 %, що ставить питання про її термінову заміну. Необхідно розглянути можливість проектування та будівництва нової водонапірної башти для забезпечення стабільного тиску у водопровідній системі та резервування водопостачання.

Високий рівень зношеності трубопроводної мережі системи водопостачання у місті, а також критичний технічний стан водонапірної башти створюють загрозу погіршення якості питної води для кінцевого споживача. Часті прориви труб та аварійні ремонтні роботи сприяють виникненню вторинного забруднення води, що унеможлиблює дотримання санітарно-гігієнічних норм.

Система водовідведення. Рівень ефективності очищення міських стічних вод напряму залежить від організації скидання забруднених вод у природні водні об'єкти. Міське підприємство каналізаційного господарства виконує функції основного суб'єкта, що здійснює прийом і очищення стоків як побутового, так і промислового походження, а також несе повну відповідальність за якість скиду очищених вод у водойми.

Цей порядок регламентується положеннями «Правил прийому виробничих стічних вод у системи каналізації населених пунктів» [8, 9]. Однак зазначені нормативи здебільшого орієнтовані на функціонування повністю роздільних систем каналізації, в яких не враховано особливості поводження з дощовими стоками. Зокрема, не визначено критерії для розрахунку допустимих концентрацій забруднень у зливових водах, не встановлено ступінь їх забруднення шкідливими речовинами, а також не надано методичних підходів до оцінки ефективності очищення дощових вод у відповідних спорудах.

При повній роздільній системі каналізування поверхневий стік з території промислових майданчиків не допускається скидати у міські мережі. Цей потік повинен відводитися у водойму самостійною мережею і очищатися до встановлених нормативів [10].

Компактні аераційні установки призначені для біологічного очищення стічних вод із застосуванням методу «повного окислення» у поєднанні з аеробною стабілізацією надлишкового активного мулу, а також технології контактної стабілізації. Типові моделі таких установок мають проєктну продуктивність у діапазоні від 12 м<sup>3</sup>/добу до 700 м<sup>3</sup>/добу.

Практика експлуатації засвідчила, що установки, які працюють за принципом повного окислення, є економічно доцільними при навантаженні до 200 м<sup>3</sup>/добу. Якщо ж пропускна спроможність перевищує цей показник, доцільніше використовувати класичні аераційні системи з формуванням надлишкового активного мулу та його подальшою аеробною стабілізацією.

Обслуговування локальних очисних споруд доцільно організовувати через районні або міжрайонні підрозділи підприємств «Водоканал». До зони обслуговування таких управлінь мають входити всі об'єкти, розташовані в радіусі від 70 км до 100 км. Робота виконується мобільними ремонтно-експлуатаційними бригадами, а функції диспетчерського управління та координації зосереджуються у районному центрі. На самих об'єктах залишається лише оперативний персонал, відповідальний за безперервний моніторинг та підтримання технологічного режиму.

Для обслуговування каналізаційних очисних споруд із проектною продуктивністю до 1000 м<sup>3</sup>/добу організовуються спеціалізовані пересувні технологічні бригади. Такі бригади оснащуються транспортними засобами, необхідним технічним обладнанням, засобами для виконання елементарних лабораторних аналізів, а в окремих випадках – контейнерами для збору сміття, яке затримується на ґратчастих елементах.

Типова бригада складається з 2 або 3 працівників і працює відповідно до встановленого графіка обслуговування очисних об'єктів. Кількість таких бригад визначається низкою факторів: загальною кількістю очисних споруд, частотою технічного обслуговування, відстанями між об'єктами та іншими організаційними умовами.

Функціональні обов'язки технологічної служби включають:

- підтримання стабільного технологічного режиму функціонування очисних споруд;
- коригування режиму роботи залежно від об'ємів стоків, їх фізико-хімічних параметрів, а також якості використовуваних реагентів;
- контроль за станом та роботою механічного й електротехнічного обладнання;
- ведення технічної звітності, де фіксуються всі ключові експлуатаційні показники та параметри роботи очисних споруд.

Районні служби, які займаються експлуатацією систем водовідведення, повинні бути забезпечені лабораторією для здійснення контролю якості води.

Така лабораторія має бути обладнана приладами для визначення основних параметрів якості поверхневих, очищених та стічних вод. Зокрема, здійснюється вимірювання рівня рН, біохімічного споживання кисню (БПК), електропровідності, вмісту розчиненого кисню, температури та концентрації зважених речовин.

Зібрані аналітичні дані передаються через систему телеметрії до компактного обчислювального пристрою, який за допомогою математичного моделювання прогнозує динаміку змін забруднення водних об'єктів.

Щодо навантаження на каналізаційні очисні споруди, воно становить:

- середньодобовий обсяг стічних вод – 200 м<sup>3</sup>/добу;
- середньогодинний – 8,33 м<sup>3</sup>/год.

Показники складу стічних вод, що надходять на очистку наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Характеристика забруднень стічної води

№	Показник	Одиниця виміру	Фактичне значення		
			Середнє	Мінімальне	Максимальне
1	2	3	4	5	6
1	Водневий показник	Од. рН	6,9	6,4	7,4
2	Завислі речовини	мг/дм <sup>3</sup>	80,0	74,0	86,0
3	БСК <sub>5</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	72,34	65,48	79,2
4	Мінералізація	мг/дм <sup>3</sup>	628,0	605,0	713,0
5	ХСК	мг/дм <sup>3</sup>	118,0	103,0	133,0
6	Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	96,47	69,31	119,63
7	Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	81,02	62,05	100,0
8	Нітрити	мг/дм <sup>3</sup>	0,28	0,09	0,45
9	Нітрати	мг/дм <sup>3</sup>	18,0	8,21	25,13

Кінець таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
10	Фосфати	мг/дм <sup>3</sup>	8,85	4,01	10,0
11	Азот амонійний	мг/дм <sup>3</sup>	16,83	10,2	18,0
12	Залізо	мг/дм <sup>3</sup>	1,02	0,69	1,28
13	Мідь	мг/дм <sup>3</sup>	0,0055	0,0013	0,009
14	Хром	мг/дм <sup>3</sup>	відсутній	відсутній	відсутній
15	Нікель	мг/дм <sup>3</sup>	0,165	0,1	0,23
16	АПАР	мг/дм <sup>3</sup>	0,86	0,69	1,03

Показники складу очищених стічних вод, що скидають в річку Калюс наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Усереднені показники якості стічних вод на виході з очисних споруд ГП «Водоканал»

п/п	Назва речовини	Одиниця виміру	Концентрація	
			фактична	якісні показники повністю біологічно-очищених стічних вод
1	2	3	4	5
1	Завислі речовини	мг/л	12,7	15,0
2	БСК <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /л	12,0	15,0
3	Мінералізація	мг/л	431	1000,0
4	ХСК	мгО <sub>2</sub> /л	79,3	80,0
5	Нітрити	мг/л	0,11	0,08

Кінець таблиці 2.3

1	2	3	4	5
6	Нітрати	мг/л	7,145	40,0
7	Хлориди	мг/л	63,9	300,0
8	Сульфати	мг/л	65,75	100,0
9	Азот амонійний	мг/л	1,66	0,39
10	Залізо	мг/л	0,164	0,1
11	Фосфати	мг/л	2,33	3,12
12	СПАР	мг/л	0,125	0,028
13	Нафтопродукти	мг/л	0,01	0,05
14	Мідь	мг/л	0,015	0,001
15	Нікель	мг/л	0,01	0,01
16	Цинк	мг/л	0,016	0,01

Скидання очищених стічних вод здійснюється у річку Калюс, яка протікає територією Вінковоцької та Новоушицької громад Хмельницької області. Це ліва притока річки Дністер.

Загальна довжина річки становить 64 км, а площа її водозбірного басейну – близько 390 км<sup>2</sup>. Долина має характерну V-подібну форму, ширина якої коливається від 0,4 км до 1 км. У нижній частині течії рельєф змінюється на каньйоноподібний.

Русло річки має помірну звивистість, а в пониззі частково губиться у заболоченій заплавної зоні. Ширина водного потоку варіюється від 2 м до 15 м. Середній похил річки становить 3,4 м/км. У місці спуску стічних вод річка має такі гідрологічні показники, які наведені у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Гідрологічна характеристика р. Калюс у розрахунковому створі водокористування ГП «Водоканал»

№	Найменування показника	Одиниці вимірювання	Величина показників	
			влітку	взимку
1	2	3	4	5
1	Мінімальна витрата 95 % забезпечення стоку	м <sup>3</sup> /с	0,16	0,21
2	Середня ширина	м	5	8
3	Середня глибина	м	0,5	1,0
4	Середня швидкість течії	м/с	0,1	0,3
5	Коефіцієнт звивистості		1,15	1,20

Як видно із показників, в місці випуску глибина річки та швидкість течії незначні. Тому є необхідним доведення показників якості стічних вод до нормативних для водойм рибогосподарського призначення, особливо, враховуючі низьку водність останніх років.

Отже, враховуючи вищевикладене, необхідним є проведення реконструкції очисних споруд для покращення якості очищених стічних вод.

### 3 РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ РОБОТИ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ М. НОВА УШИЦЯ

#### 3.1 Рекомендації щодо покращення роботи системи водопостачання

Для забезпечення стабільної роботи системи водопостачання та мінімізації втрат води необхідно дотримуватись ряду технічних вимог [11]:

- водопровідна мережа повинна мати кільцеву конфігурацію, що забезпечує резервування подачі води; використання тупикових ділянок допустиме лише у виняткових випадках;
- на трубопроводах слід передбачити достатню кількість запірної арматури (засувок), яка дає можливість оперативно ізолювати окремі ділянки під час ремонту чи аварій. Засувки мають бути встановлені в оглядових колодязях з вільним доступом для обслуговування;
- у найвищих точках мережі необхідно монтувати вантузи для випуску повітря з трубопроводів; для захисту системи від гідравлічних ударів встановлюються запобіжні клапани;
- для протипожежних цілей обов'язково повинні бути передбачені гідранти, що дозволяють відбір води безпосередньо з мережі;
- всі елементи системи водопостачання, включно з трубопроводами, запірною арматурою та приладами, повинні підтримуватись у справному технічному та належному санітарному стані;
- ключовим заходом у підтриманні працездатності водопровідної системи є проведення планово-попереджувального обслуговування, яке включає: регулярне інспектування всієї протяжності мережі для виявлення можливих витоків, контроль стану оглядових колодязів і люків, профілактичний огляд та ремонт запірної арматури тощо.

Основним джерелом втрат води в житловому фонді та громадських будівлях є несправні санітарно-технічні прилади [12, 13]. У випадках, коли

на вводі встановлено лічильник, ці витoki реєструються та оплачуються споживачем, хоча з технічної точки зору вони є непродуктивними втратами води. Якщо ж облік споживання води відсутній, усі втрати внаслідок несправностей перетворюються на прямі збитки підприємств водопостачання.

Певна частина незначних витоків, особливо в нічний час, може не фіксуватися лічильниками через те, що об'єм витoku не перевищує поріг чутливості облікового пристрою.

Варто зазначити, що в нічні години втрати води в будівлях значно зростають унаслідок підвищення тиску в системі водопостачання. Це особливо характерно для сантехнічного обладнання, розміщеного на нижніх поверхах, де тиск води в трубопроводах є вищим, що прискорює витoki через несправні арматури.

Для зменшення втрат води, спричинених несправністю санітарно-технічного обладнання в житлових та громадських будівлях, доцільно впроваджувати такі заходи:

- регулярне обстеження і своєчасний ремонт санітарних приладів, встановлених у приміщеннях споживачів;
- оптимізація режиму роботи насосних станцій, зокрема шляхом зменшення подачі води та тиску в мережі у періоди найменшого споживання (нічні години);
- встановлення автоматичних регуляторів тиску на вводах у споживачів, що дозволить забезпечити стабільний тиск у системі та знизити ризики аварій та витоків.

Окрім наведених заходів, надзвичайно актуальним для системи водопостачання м. Нова Ушиця є зведення нової водонапірної башти, оскільки наявна перебуває в аварійному стані та має 100% зношеність. Вирішення цього питання є першочерговим з огляду на стабільність водопостачання та безпеку експлуатації всієї мережі.

### 3.2 Рекомендації щодо покращення роботи системи водовідведення

Перш ніж перейти до розроблення проєктної документації з реконструкції інженерних мереж, необхідно провести комплексне технічне обстеження та паспортизацію існуючих систем.

Процедура паспортизації включає наступні етапи:

- аналіз наявних виконавчих креслень мереж, а також актуальних топографічних зйомок останніх років;
- спільно з експлуатаційною службою визначаються найбільш навантажені та проблемні ділянки мережі;
- уточнюється траса існуючих трубопроводів, виконується паспортизація оглядових колодязів із фіксацією адреси, прив'язкою до стаціонарних орієнтирів, описом технічного стану конструкцій, схемою розташування трубопроводів, їхніми діаметрами, глибиною закладання та типом матеріалу;
- досліджується гідравлічний режим функціонування окремих ділянок, зокрема шляхом вимірювання витрат стічних вод. За результатами таких досліджень та перекриття бічних приєднань можна встановити наявність інфільтрації або ексфільтрації, а також визначити їхню інтенсивність.

На основі результатів паспортизації мереж проводиться аналіз їх функціонального стану з метою виявлення ділянок, які потребують додаткового, більш глибокого обстеження. Зокрема, для колекторів великого діаметра доцільно застосовувати відеодіагностику внутрішньої поверхні зводу за допомогою спеціалізованих камер.

У випадках, коли спостерігається періодичне переповнення окремих сегментів мережі, що пов'язане зі скиданням виробничих стічних вод, доцільно змінити режим такого скиду. Одним із ефективних рішень є облаштування регульовальних ємностей безпосередньо на підприємствах, що дозволяє контролювати час та обсяг подачі стоків у міську мережу.

Для уникнення перевантаження каналізаційної інфраструктури, що обслуговує промислові зони, проводиться детальне вивчення режиму скиду стічних вод і, за результатами аналізу, розробляється погоджений графік їх подачі в систему [11].

У міських умовах із розгалуженою системою водовідведення, де існує можливість перерозподілу навантаження між окремими каналізаційними колекторами, ефективним рішенням є організація кільцевої схеми самопливних колекторів шляхом влаштування перепускних ліній. Такий підхід дозволяє оптимізувати рух стоків і зменшити ризик перевантаження окремих ділянок мережі.

Для виявлення витоків у напірних трубопроводах застосовується метод порівняльного аналізу: вимірюється обсяг води, поданої насосами насосної станції, і порівнюється з фактичним обсягом стічних вод, що надходять на очисні споруди. Різниця між цими показниками дозволяє оцінити втрати.

Оцінка технічного стану окремих елементів водовідвідної інфраструктури – таких як перепадні колодязі, розподільчі камери, дюкери, естакади та переходи під інженерними об'єктами – проводиться окремо із застосуванням сучасного діагностичного обладнання.

Особливу увагу слід приділяти стану залізобетонних конструкцій, які з часом зазнають руйнування внаслідок газової корозії. Зменшення корозійного впливу досягається, зокрема, шляхом зниження турбулентності потоку, що зменшує виділення розчинених у стічних водах газів, зокрема сірководню. У критичних випадках застосовується примусова вентиляція споруд.

Відновлення пошкоджених залізобетонних елементів можливе шляхом очищення та ремонту з подальшим нанесенням захисного покриття на внутрішні поверхні, що суттєво підвищує стійкість конструкцій до агресивного середовища.

Реконструкція насосних станцій, що забезпечують перекачку стічних вод, здійснюється на основі окремої проєктної документації та передбачає модернізацію технічного обладнання й відновлення будівельних конструкцій. У разі, якщо простір машинного залу та об'єм приймального резервуара дозволяють, передбачається можливість встановлення нових, більш потужних насосів для підвищення загальної продуктивності станції [11].

Якщо насосна станція була споруджена за допомогою методу опускного колодязя, і її стінки перебувають у задовільному стані, весь внутрішній об'єм колодязя може бути використаний як приймальна ємність. У такому випадку реконструкція включає демонтаж перегородки, що розділяє резервуар і машинний зал, та монтаж у приймальному резервуарі занурених насосів відповідної потужності.

Відновлення працездатності окремих сегментів систем водовідведення здійснюється з використанням сучасних безтраншейних технологій, серед яких можна виділити такі основні методи:

- санація із застосуванням полімерного рукава (так званий метод «панчохи»);
- метод «труба в трубі», що передбачає прокладку нової труби меншого діаметру всередині зношеної;
- метод деструкції існуючого трубопроводу з одночасною прокладкою нового поліетиленового трубопроводу такого ж або більшого діаметра.

Детальний розгляд кожного з цих способів подано в наступному параграфі. У випадках, коли для відновлення використовуються стандартні діаметри пластикових труб, гідравлічні розрахунки їх пропускної здатності проводяться з використанням спеціалізованих таблиць. Вони дозволяють визначити витрати, що можуть бути пропущені через трубопровід при заданому похилі, допустимому рівні наповнення і швидкості потоку.

Наприклад, при використанні методу заміни з повним руйнуванням старої труби розрахунок нового діаметра трубопроводу здійснюється з урахуванням необхідної витрати стічних вод [11].

Застосування технології «труба в трубі» передбачає укладання нового трубопроводу меншого діаметра всередині зношеної труби. Хоча діаметр нової труби зменшується, її внутрішня поверхня має значно нижчий коефіцієнт шорсткості, що зменшує гідравлічний опір. У випадках, коли стара мережа працювала з рівнем наповнення нижчим за допустимий, метод дозволяє зберегти або навіть підвищити пропускну здатність.

Наприклад, для залізобетонного колектора діаметром 800 мм при витраті 270 л/с, заповненні  $h/d = 0,5$  і похилі 0,0025 допустимо використання поліетиленової труби з зовнішнім діаметром 630 мм. У такому випадку забезпечується пропуск тієї ж витрати при заповненні  $h/d = 0,6$  зі швидкістю потоку 1,55 м/с [11].

У разі санації трубопроводу за допомогою полімерного рукава товщиною 50 мм, навіть при зменшенні внутрішнього поперечного перерізу, пропускну здатність залишається на необхідному рівні. Це досягається завдяки значно меншому коефіцієнту тертя в порівнянні зі старими матеріалами, що компенсує зменшення діаметра.

З урахуванням того, що середній рівень зношеності водопровідних мереж у регіоні становить близько 37 %, актуальним є питання заміни застарілих ділянок на сучасні трубопроводи. При цьому слід суворо дотримуватись вимог нормативної документації, з обов'язковим проведенням прочистки та дезінфекції трубопровідної системи після завершення ремонтно-відновлювальних робіт.

### 3.3 Рекомендації щодо покращення роботи каналізаційних очисних споруд Новоушицького ГП «Водоканал»

На сьогодні основним джерелом задоволення водогосподарських потреб національної економіки залишаються ресурси прісних поверхневих вод. Водночас, у місці скиду стічних вод, здійснюваного ГП «Водоканал», глибина річки та швидкість течії є незначними, що зумовлює низьку здатність до самоочищення. У зв'язку з цим виникає необхідність доведення якості стічних вод до нормативних вимог для водних об'єктів, віднесених до рибогосподарського призначення. Це особливо актуально в умовах зменшення водності в останні роки.

Сталий розвиток сучасного суспільства неможливий без ефективного та екологічно орієнтованого управління водними ресурсами, що забезпечує підтримання функціонування водних екосистем у стані, сприятливому для життя. Одним із пріоритетів системи управління водними ресурсами є гарантування відповідної якості використаної води, яка скидається у водні об'єкти або на централізовані очисні споруди [11].

Очищення стічних вод перед їх потраплянням у природні водойми є ключовим чинником, що визначає рівень антропогенного тиску на водне середовище. З моменту здобуття Україною незалежності обсяги скидання неочищених стічних вод зросли майже вдвічі, при цьому ефективність функціонування очисних споруд суттєво знизилася. Це пов'язано з високим ступенем зношеності обладнання та його невідповідністю сучасним технологічним вимогам [14].

Нерідко якість води в поверхневих джерелах водопостачання за фізико-хімічними характеристиками наближається до складу слабкоконцентрованих стічних вод. Згідно з даними санітарно-епідеміологічного нагляду, у 50 % випадків вода, що постачається населенню з поверхневих джерел, навіть після проходження процесів очищення та знезараження, не відповідає окремим показникам, встановленим державними стандартами [15].

У розвинених країнах світу спостерігається постійне зростання інвестицій у розвиток водоохоронних технологій, при цьому фінансування здійснюється з урахуванням економічної доцільності та довгострокової ефективності. Для України, яка прагне інтегруватися до європейського простору та відповідати сучасним екологічним стандартам, актуальним є впровадження на підприємствах національної економіки сучасних очисних споруд для обробки стічних вод.

Під час проектування очисних станцій необхідно враховувати специфіку конкретного виробництва, проте загальна концепція системи водовідведення та очищення має забезпечувати мінімальне скидання забруднених вод у природні водойми, максимальне повторне використання очищених стічних вод у системах рециркуляції та водозабезпечення, а також вилучення та утилізацію цінних домішок.

Одним із найперспективніших шляхів досягнення цих цілей є впровадження біологічних методів очищення. Біоочищення вважається екологічно безпечним і водночас економічно ефективним підходом, який охоплює понад 90 % сучасних технологій обробки стічних вод.

Дослідження [16] показали, що мікроорганізми – зокрема бактерії, гриби та актиноміцети – відіграють ключову роль у розщепленні органічних забруднень. Якщо раніше вважалося, що деякі органічні сполуки не піддаються біологічному знезараженню, то новітні наукові дані [17] спростовують цю тезу. Встановлено, що практично всі органічні речовини здатні бути трансформованими мікроорганізмами у більш прості, нетоксичні сполуки.

Універсальним методом біологічного (біохімічного) очищення стічних вод є використання мікроорганізмів у спеціальних спорудах – аеротенках. Аеробна фаза очищення є ключовим етапом технологічної ланки нейтралізації забруднювальних речовин, що надходять із побутових або промислових стоків. З огляду на це, актуальним напрямом удосконалення

систем очищення є інтенсифікація роботи аеротенків. Цього можна досягти шляхом таких рішень:

Збільшення концентрації активного мулу. Один із можливих способів підвищення ефективності очищення – збільшення вмісту активного мулу до максимально допустимого рівня. Оптимальним для класичної схеми є показник близько 8 г/л, а граничне значення становить приблизно 15 г/л, за якого зберігається стабільна робота вторинних відстійників. Досягнення цієї межі дозволяє підвищити продуктивність системи та якість очищення.

Поліпшення аерації муловодяної суміші. Один із дієвих методів полягає в заміні повітря на чистий кисень, оскільки дефіцит кисню негативно впливає на метаболізм бактерій, уповільнюючи процес окислення забруднень. Зазвичай для цього застосовують імпелерні, пневматичні чи струминні аератори, які здатні ефективно підвищити рівень розчиненого кисню в суміші, що покращує ефективність біологічної очистки.

Активація ферментативної здатності мікроорганізмів. Цей шлях полягає у введенні біологічно активних добавок або ферментів, що стимулюють мікробну активність. Хоча в умовах великих очисних станцій цей метод є економічно обмеженим через високу вартість препаратів, у локальних системах очищення він залишається ефективним і перспективним.

Вплив фізичних чинників на мікроорганізми. Активність мікробних клітин можна стимулювати за допомогою електричних, магнітних або електростатичних полів. Наприклад, застосування електроструму малої потужності (від 8 мкВт до 10 мкВт) підвищує ферментативну активність (дегідрогеназну активність – з 24 мг/г до 50 мг/г), пришвидшуючи процес біоокислення в середньому на 25 %. Це особливо важливо при нерівномірному надходженні стоків.

Використання процесів сорбції. Підвищити ефективність очищення можна також шляхом адсорбції забруднюючих речовин на твердих носіях, що дозволяє зменшити навантаження на біологічні стадії очистки.

Підвищення концентрації активного мулу в аеротенках є одним із найефективніших способів інтенсифікації біохімічного очищення стічних вод. Основна перевага цього підходу полягає у збільшенні окислювальної здатності аеротенка. Зокрема, доведено, що підвищення маси активного мулу в зоні аерації від 1 г/л до 25 г/л сприяє зростанню окислювальної потужності з 0,5 кг до 12 кг біохімічної потреби в кисні (БПК<sub>повн</sub>) на 1 м<sup>3</sup>/добу.

Однак цей метод має і технологічні обмеження. Зокрема, підвищена концентрація активного мулу негативно впливає на ефективність гравітаційного розділення мулової суміші у вторинних відстійниках, що може спричинити підвищення виносу мулу з очищеними стоками. Крім того, за надмірного накопичення мулу у відстійниках існує ризик його тривалого перебування в анаеробних умовах, що призводить до зниження біологічної активності та, в окремих випадках, до його загнивання.

Таким чином, доцільність збільшення маси активного мулу повинна оцінюватися з урахуванням технологічного режиму роботи вторинних відстійників. Для забезпечення їх стабільного функціонування необхідно дотримуватись концентрацій активного мулу в межах, що не перевищують допустимі для конкретної конструкції очисних споруд. У більшості випадків перевищення цих меж призводить лише до незначного покращення якості очищення, що не виправдовує ризики погіршення роботи відстійників.

До найбільш перспективних технологічних рішень для збільшення маси активного мулу в аеротенках належать:

- впровадження фільтруючих елементів у конструкцію аеротенків, що дозволяє утримувати більшу масу біомаси в об'ємі споруди;
- використання систем окремої регенерації активного мулу, що забезпечують підтримання високої активності біоценозу;
- іммобілізація мікроорганізмів на інертних носіях, що дозволяє підвищити ефективність очистки при збереженні стабільного гідравлічного режиму.

Таким чином, оптимальне поєднання технологічних і конструктивних рішень дозволяє підвищити ефективність біологічного очищення стічних вод без порушення балансу в роботі очисної системи.

Одним із перспективних напрямів підвищення концентрації активного мулу в аеротенках є впровадження технології окремої регенерації активного мулу. Така технологічна схема передбачає підтримання високої концентрації мулу (до 8 г/л) у спеціальному регенераторі, тоді як в самих аеротенках забезпечується оптимальна доза мулу (зазвичай у межах 1,5–2,0 г/л), що сприяє стабільній роботі вторинних відстійників.

Застосування регенераторів дозволяє підвищити окислювальну потужність системи аераційних споруд і, як наслідок, досягти вищого ступеня очищення стічних вод. Ключовим фактором у цьому процесі є забезпечення максимальної концентрації активного мулу в регенераторі. Для цього, зокрема, доцільно збільшити тривалість ущільнення мулу в осадовій зоні вторинних відстійників шляхом зниження витрати рециркулюючого мулу.

Проте така практика має і потенційно негативні наслідки. Зменшення об'єму рециркуляції може призвести до зниження якості активного мулу, погіршення його окислювальних та седиментаційних властивостей, а також до створення несприятливих умов для мікроорганізмів через дефіцит кисню. Таким чином, для кожного конкретного випадку необхідно експериментально визначати оптимальну витрату рециркулюючого мулу, яка б забезпечувала максимальну продуктивність аеротенка за умови стабільної роботи всієї системи.

Визначення цієї витрати доцільно здійснювати шляхом її поетапного регулювання з одночасним моніторингом контрольних показників, зокрема: біохімічного споживання кисню (БСК) до та після біоочистки, концентрації завислих речовин на вході та виході з відстійників, дози мулу, мулового індексу, а також вмісту розчиненого кисню в регенераторі та аеротенку.

Слід враховувати, що інтенсифікація біоочищення методом окремої регенерації активного мулу, зокрема шляхом збільшення об'єму регенераторів або концентрації мулу в них, потребує підвищення витрат кисню. Отже, ефективна реалізація такого підходу можлива лише за умов адекватного посилення процесів аерації.

На сьогодні існує значна кількість методів інтенсифікації біологічного очищення стічних вод. Одним із найбільш перспективних, на нашу думку, є метод іммобілізації мікрофлори.

Для досягнення високої якості очищення стічної води до складу активного мулу повинні входити різноманітні групи мікроорганізмів, здатні до повної мінералізації органічних речовин. Проте, згідно з результатами досліджень, багато з цих мікроорганізмів характеризуються низькою швидкістю росту, що ускладнює забезпечення стабільного функціонування системи в умовах проточної очисної споруди. Одним із найбільш ефективних рішень цієї проблеми є іммобілізація мікроорганізмів на твердих носіях.

Іммобілізація мікробної біомаси дозволяє створити умови для тривалого функціонування спеціалізованих мікроорганізмів, стабілізує біологічні процеси та підвищує ефективність очищення навіть за нестабільних навантажень. Таким чином, іммобілізація є важливою передумовою надійної, глибокої та екологічно безпечної біоочистки стічних вод. Однак реалізація цього методу на практиці має певні технологічні труднощі, зумовлені необхідністю добору відповідних носіїв і забезпечення стабільності адсорбованої біомаси.

Серед методів іммобілізації найбільшого поширення набув фізичний спосіб закріплення мікроорганізмів на поверхні твердих нерозчинних носіїв. Це можуть бути пористі матеріали, які забезпечують високу адсорбційну здатність та створюють умови для життєдіяльності мікрофлори. Застосування розчинних носіїв у технологіях очищення стічних вод вважається недоцільним через можливість їх розчинення в середовищі, що знижує ефективність очищення та ускладнює експлуатацію.

Таким чином, метод іммобілізації мікрофлори, незважаючи на окремі технічні складнощі, має високий потенціал у сфері біологічної очистки стічних вод, особливо для локальних систем і установок із змінними навантаженнями.

Одним із ключових етапів реалізації методу іммобілізації мікрофлори є вибір оптимального носія, який має відповідати критеріям ефективної адсорбції, стабільності у водному середовищі та доступності для практичного використання. Наразі відомо широкий спектр носіїв – від природних матеріалів, таких як активоване вугілля, до високотехнологічних синтетичних волокнистих насадок. Серед них особливу увагу привертає жовтий сапоніт – ефективний, доступний та відносно дешевий природний адсорбент, який широко використовується в промислових цілях.

Для забезпечення рівномірного розподілу сапоніту в об'ємі реакційного середовища, матеріал подрібнюється до фракції, розміри якої наближені до пластівців активного мулу. Це дозволяє ефективно перемішувати іммобілізовану біомасу завдяки дрібнодисперсним бульбашкам кисню, що подаються в аеротенк. Великі частинки носія в такому середовищі осідають на дно споруди, що суттєво знижує ефективність процесу очищення.

Іммобілізація мікроорганізмів на сапоніті здійснюється за різного співвідношення кількості адсорбенту до активного мулу. Це дозволяє встановити оптимальні умови процесу та оцінити ефективність очищення за динамікою зміни хімічного споживання кисню (ХСК). Проведені дослідження свідчать, що використання іммобілізованої мікрофлори значно підвищує ефективність процесу та скорочує тривалість очищення.

Зокрема, в стандартних умовах без застосування носія повне очищення стічної води триває близько 48 годин, забезпечуючи ефективність на рівні від 95 % до 97 %. При застосуванні 1 г/л жовтого сапоніту тривалість очищення скорочується до 36 годин (приблизно на 25 %). За умови використання 4 г/л

сапоніту процес окислення органічних забруднень завершується вже за 24 години, тобто тривалість ферментації зменшується вдвічі.

Таким чином, метод іммобілізації активного мулу на жовтому сапоніті демонструє високу ефективність і може бути рекомендований для впровадження на станціях біологічного очищення стічних вод, зокрема в установках, де основним етапом є аеробна ферментація. Перевагами цього підходу є підвищена біохімічна активність прикріпленої мікрофлори, стабільність процесу очищення, скорочення терміну експозиції та зниження енерговитрат на експлуатацію очисних споруд.

Отже, для інтенсифікації роботи очисних споруд та покращення якості очищеної стічної води необхідно провести такі заходи:

- оптимізація роботи систем аерації та перемішування за рахунок дрібнобульбашкових пневматичних аераторів з використанням фільтросних труб;
- підвищення концентрації активного мулу в аеротенках за допомогою іммобілізації на нерозчинних адсорбентах, в якості нерозчинного носія пропонуємо використовувати жовтий сапоніт.

## ВИСНОВКИ

Місто Нова Ушиця має централізовану систему водопостачання та водовідведення, обслуговування якої здійснює Новоушицьке госпрозрахункове підприємство «Водоканал». До складу підприємства входять: дві артезіанські свердловини, насосна станція II-го підйому, водонапірна башта, резервуар чистої води (РЧВ), каналізаційна насосна станція (КНС), каналізаційні очисні споруди, а також розгалужені мережі водопроводу та каналізації міста.

Система водопостачання забезпечує водою близько 4000 мешканців населеного пункту. Забір води здійснюється з двох артезіанських свердловин глибиною 80 м, що мають облаштовані зони санітарної охорони першого поясу, винесені в природу та огорожені металевим парканом. Добута вода транспортується на насосну станцію другого підйому, після чого накопичується у резервуарі чистої води об'ємом 75 м<sup>3</sup>, де відбувається процес її знезараження із застосуванням гіпохлориту натрію (тривалість контакту – 1 година). Цілодобове постачання питної води здійснюється за допомогою насосних агрегатів потужністю до 290 м<sup>3</sup>/добу. Загальний обсяг реалізованої води становить у середньому 107 тис. м<sup>3</sup> на рік. Протяжність водопровідних мереж сягає 43 км.

Система водовідведення функціонує на основі каналізаційної насосної станції та очисних споруд, які забезпечують перекачку та очищення побутових і господарських стічних вод. Пропускна здатність КНС становить 200 м<sup>3</sup>/добу, тоді як загальні обсяги перекачаних і очищених стічних вод досягають 41,3 тис. м<sup>3</sup> на рік.

Незважаючи на наявну інфраструктуру, матеріально-технічна база підприємства потребує оновлення, а окремі елементи системи – модернізації з урахуванням сучасних вимог до енергоефективності, якості питної води та екологічної безпеки скидів.

Проведений аналіз технічного стану інженерних мереж м. Нова Ушиця свідчить про наявність суттєвих проблем, що впливають як на якість послуг водопостачання та водовідведення, так і на екологічну безпеку регіону.

Зношеність трубопроводних мереж. Водопровідна мережа міста побудована з використанням азбестоцементних труб (зношеність – 25 %), чавунних та поліетиленових труб (зношеність – 15 %), а також сталевих труб, зношення яких сягає 50 %. Особливу загрозу становлять аварійні ділянки сталевих труб, які є основним джерелом втрат води та потенційного вторинного забруднення питної води.

Аварійний стан водонапірної башти. Об'єкт зношений на 100 %, що створює ризики як для безперебійності подачі води, так і для її гігієнічної якості. Часті прориви та ремонти мереж спричиняють вторинне забруднення води, внаслідок чого вона не відповідає вимогам державних санітарних норм.

Низька ефективність очищення стічних вод. Аналіз якості очищених стоків, що скидаються у водні об'єкти, виявив істотне перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) за рядом показників для водойм рибогосподарського призначення: азот амонійний – 4,25 ГДК; нітриту – 1,38 ГДК; залізо загальне – 1,64 ГДК; синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР) – 4,46 ГДК; мідь – 15 ГДК; цинк – 1,6 ГДК. Ці дані свідчать про незадовільну роботу очисних споруд та потребу в їх модернізації.

З огляду на обмеженість вільних територій, актуальним завданням є розроблення заходів реконструкції діючих очисних споруд без їх розширення, з урахуванням інноваційних технологій, що дозволять досягти нормативної якості очищення стічних вод та зменшити антропогенне навантаження на водні об'єкти.

З метою забезпечення надійного, безперебійного та якісного водопостачання мешканців м. Нова Ушиця необхідно реалізувати комплекс технічних та організаційних заходів:

- будівництво нової водонапірної башти з метою заміни аварійного об'єкта, що на сьогоднішній день повністю зношений та не виконує належним чином свої функції;

- модернізація існуючої водопровідної мережі шляхом заміни зношених трубопроводів на сучасні матеріали з дотриманням будівельних і санітарних норм. Після проведення ремонтних робіт обов'язковим є здійснення прочистки та дезінфекції мереж;

- регулярна профілактична дезінфекція системи централізованого водопостачання з метою запобігання мікробіологічному забрудненню питної води та покращення її санітарно-хімічних показників;

- забезпечення усіх житлових забудов централізованим водопостачанням, оскільки результати аналізів води з індивідуальних джерел (колодязів) вказують на перевищення нормативних концентрацій нітратів, кальцію та заліза, що становить потенційну загрозу для здоров'я населення.

Зазначені заходи сприятимуть підвищенню екологічної безпеки, покращенню якості питної води та забезпеченню санітарно-гігієнічного добробуту мешканців громади.

Отже, для забезпечення ефективної експлуатації каналізаційної інфраструктури, підвищення якості очищення стічних вод та зниження антропогенного навантаження на водні об'єкти рекомендовано впровадити наступні заходи:

- заміна зношених ділянок каналізаційної мережі, своєчасне усунення аварійних ситуацій та оптимізація технічного обслуговування з метою зменшення втрат і запобігання вторинному забрудненню навколишнього середовища;

- розширення охоплення централізованою системою водовідведення усіх житлових забудов, що дозволить зменшити кількість несанкціонованих скидів побутових стічних вод та забезпечити дотримання санітарно-гігієнічних вимог;

– інтенсифікація процесів механічної очистки стічних вод у первинних відстійниках шляхом модернізації систем аерації та перемішування. Рекомендується застосування дрібнобульбашкових пневматичних аераторів у поєднанні з фільтросними трубами, що дозволяє покращити насичення суміші киснем і підвищити ефективність попередньої очистки;

– оптимізація біологічної очистки у зоні аеротенків шляхом підвищення концентрації активного мулу. Доцільним є застосування технології іммобілізації мікроорганізмів на нерозчинних адсорбентах, зокрема на жовтому сапоніті. Такий підхід дозволяє підвищити біохімічну активність мікрофлори, скоротити тривалість аеробної ферментації та досягти більш високого ступеня очищення стічної води.

Запропоновані заходи спрямовані на підвищення екологічної ефективності існуючої системи водовідведення та можуть бути реалізовані з урахуванням технічних можливостей діючих очисних споруд без необхідності їх масштабного розширення.

**ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ**

1. Еколог-Україна. Модернізація інфраструктури управління ресурсами водоканалів в Україні / Н. Хоцянівська, О. Бабій // *Chas vody*. – 2020. – С. 34–42.
2. Фізико-хімічні та біологічні методи очистки стічних вод : навч. посіб. / Запорізький нац. ун-т ; [уклад. І. І. Колесник та ін.]. – Запоріжжя : ЗНУ, 2023. – 170 с.
3. Конспект лекцій з дисципліни «Водовідвідні мережі і споруди» / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. ; [уклад. В. М. Бабак]. – Київ : КНУБА, 2017. – 124 с.
4. Водна стратегія України на період до 2050 року [Електронний ресурс] : схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 9 грудня 2022 р. № 1134-р // Урядовий портал. – Режим доступу : <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/uploads/public/639/74f/b7c/63974fb7c20d8084951526.doc> (дата звернення: 15.05.2025).
5. Романенко Є. О. Водна безпека держави. Понятійно-термінологічний словник : навч. посіб. / Є. О. Романенко, А. І. Богданенко. – Київ : Видавництво Ліра-К, 2024. – 228 с.
6. Обґрунтування природоохоронних заходів для покращення екологічного стану водних об'єктів у басейні Південного Бугу [Електронний ресурс]: Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт / Міністерство освіти і науки України. – 2020. – 33 с. – Режим доступу: [https://ontu.edu.ua/download/konfi/2020/all-ukrainian\\_student\\_scientific\\_works\\_tep/The\\_Southern\\_Bug.pdf](https://ontu.edu.ua/download/konfi/2020/all-ukrainian_student_scientific_works_tep/The_Southern_Bug.pdf) (дата звернення: 15.05.2025).

7. Gudans on Water and Climate Adaption [Електронний ресурс] / UNECE: Sustainable development goals. – Access mode: <https://www.unecce.org/index.php?id=11658> (date of appeal: 16.05.2025).

8. Звіт про стратегічну екологічну оцінку проекту Плану управління річковим басейном Південного Бугу (2025 – 2030) [Електронний ресурс]: [звіт]. – Київ, 2024. – 212 с. – Режим доступу: [file:///C:/Users/HP/Downloads/Pivdennyu\\_Byg\\_SEO.pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/Pivdennyu_Byg_SEO.pdf) (дата звернення: 20.10.2024).

9. Стан навколишнього природного середовища Хмельницької області у 2021 році. Регіональна доповідь. Офіційний сайт Хмельницької обласної державної адміністрації. – Режим доступу: [https://www.adm-km.gov.ua/?page\\_id=1625](https://www.adm-km.gov.ua/?page_id=1625) (дата звернення: 15.05.2025).

10. Екологічний стан водних ресурсів Хмельницької територальної громади [Електронний ресурс] / Офіційний сайт. Хмельницька обласна військова адміністрація. – Режим доступу: <https://www.adm-km.gov.ua/?p=62388> (дата звернення: 15.05.2025).

11. Водний кодекс України [Електронний ресурс] : закон (№ 24): [прийнято Верховною Радою України 06 червня 1995 р.] // Офіційний сайт Верховної Ради України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 15.05.2025).

12. Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2000 р. про встановлення рамок діяльності Співтовариства у сфері водної політики із змінами та доповненнями, внесеними Рішенням 2455/2001/ЄС і Директивою 2009/31/ЄС. – Режим роботи: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994\\_962#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text) (дата звернення: 19.05.2025).

13. ДСТУ 4808:2007. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання ; чинний від 2012–01–01. – Київ : Держспоживстандарт України, 2007. – 36 с.

14. Єфремова О. О. Еколого-гігієнічна оцінка стану р. Південний Буг у межах Хмельницької області за період 2013-2017 рр. / О. О. Єфремова, Н. Г. Міронова, О. П. Матеюк, А. О. Дячук, С.М. Шевченко // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2018. – № 5. – С. 261 – 266.
15. Екологічні науки : науково-практичний журнал / Головний редактор Бондар О. І. – К. : Видавничий дім «Гельветика», 2022. – № 6 (45). – 220 с. – Режим доступу: [http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2022/6/6\\_2022.pdf](http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2022/6/6_2022.pdf) (дата звернення: 19.05.2025).
16. Вода – невід’ємний елемент життя людини [Електронний ресурс] / Офіційний сайт. Головне управління Держпродспоживслужб Хмельницької області. – Режим доступу: <https://consumerhm.gov.ua/1997-voda-nevid-emnij-element-zhittya-lyudini> (дата звернення: 15.05.2025).
17. Благодарна Г. І. Реконструкція і інтенсифікація роботи очисних споруд водопровідно-каналізаційних систем : навч. посібник / Г. І. Благодарна. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 149 с.
18. Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: зб. наук. статей XIX Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 14 – 15 вересня 2023 р.) / УКРНДІЕП, 2023. – 416 с.
19. Томільцева А. І. Екологічні основи управління водними ресурсами : навч. посіб. / А. І. Томільцева, А. В. Яцик, В. Б. Мокін та ін. – Київ : Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. – 200 с.
20. Користування землями прибережних захисних смуг вздовж річок, навколо водойм і на островах [Електронний ресурс] / Офіційний сайт. WikiLegalaid. – Режим доступу: <https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php/> (дата звернення: 16.05.2025).
21. Якість питної води та її вплив на здоров’я населення [Електронний ресурс] / Офіційний сайт. Головне управління

Держпродспоживслужби в Херсонській області. – Режим доступу: <https://dpss-ks.gov.ua/struktura> (дата звернення: 16.05.2025).

22. Забокрицька М. Р. Методичні рекомендації з вивчення забруднення поверхневих вод у курсі «Раціональне використання та охорона водних ресурсів» / Волинський національний університет імені Лесі Українки, географічний факультет, кафедра фізичної географії. Луцьк : Вежа-Друк, 2021. – 36 с.

23. Благодарна Г. І. Реконструкція і інтенсифікація роботи очисних споруд водопровідно-каналізаційних систем : навч. посібник / Г. І. Благодарна. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 149 с.

24. Плетенецька С. М. Економіка використання водних ресурсів: Екологічний аспект. / С. М. Плетенецька, В. С. Яценко // Вчені записки Університету «КРОК». – 2019. – 3 (51). – С. 91 – 95.

25. Програма охорони навколишнього природного середовища Хмельницької області на 2021 – 2025 роки / Хмельницька міська рада // Рішення п'ятої сесії № 69 від 21.04.2021 р. із змінами від 09.06.2021 № 7, 28.04.2021 № 12, 02.06.2023 № 49, 28.07.2023 № 38. – Режим доступу: <https://www.khm.gov.ua/uk/content/pro-zatverdzhennya-programy-ohoronydovkillya-hmelnyckoyi-miskoyi-terytorialnoyi-gromady-0> (дата звернення: 17.05.2025).

26. Natalia Szczerbińska Biological methods used to assess surface water quality [Electronic resource] / N. Szczerbińska, M. Galczyńska // Inland Fisheries Institute in Olsztyn, Poland, 31 Dec. 2015. – P. 185–196. – Access mode: <https://doi.org/10.1515/aopf-2015-0021> (date of appeal: 17.05.2025).

27. Steffen K. Habitat ecology and long-term development of the macrophyte vegetation of north-west German streams and rivers since the 1950s / K. Steffen : Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch / Naturwissenschaftlichen Fakultäten der Georg-August-Universität Göttingen. – Göttingen, 2013. – 131 s.

28. Кваліфікаційна робота : методичні рекомендації щодо її виконання для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 101 «Екологія» / Н. Г. Міронова, О. О. Єфремова, О. П. Матеюк. Хмельницький : ХНУ, 2024. – 39 с.

29. Текстові документи. Загальні вимоги СОУ 207.01:2017 / Ю. М. Бойко, Г. В. Красильникова, Л. І. Першина, Т. Ф. Косянчук. – 2-ге вид., виправлене. – Хмельницький : ХНУ, 2018. – 45 с.

30. Khilchevskiy V.K. Suchasna kharakterystyka poverkhnevyykh vodnykh ob'ektiv Ukrainy: vodotoky ta vodoimy [Modern characteristics of surface water bodies of Ukraine: watercourses and reservoirs] // Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia. – 2021. – № 1 (59). – S. 17–27.