



УДК 628.1:628.3:330.34

[https://doi.org/10.52058/2786-5274-2024-9\(37\)-612-629](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2024-9(37)-612-629)

Ємельянов Олексій Володимирович аспірант кафедри економіки та підприємництва ім. Т.Г. Беня, Український державний університет науки і технологій, <https://orcid.org/0009-0001-3023-038X>

Педько Андрій Борисович кандидат економічних наук, доцент кафедри економіки та підприємництва ім. Т.Г. Беня, Український державний університет науки і технологій, <https://orcid.org/0009-0007-9941-0518>

ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНІ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ І ВОДООЧИЩЕННЯ: РОЗШИРЕННЯ ПОНЯТІЙНОГО АПАРАТУ

Анотація. У статті розглянуто актуальну проблематику водопостачання та водоочищення в Україні з акцентом на економічні та організаційні аспекти впровадження інноваційних технологій у цій галузі. Аналізуються сучасні проблеми, пов'язані із застарілою інфраструктурою водопостачальних і водоочисних систем, високими витратами на модернізацію і впровадження нових технологій, та необхідністю удосконалення понятійного апарату у цій сфері. Основну увагу приділено децентралізованим системам водопостачання і водоочищення як ефективному підходу до покращення якості води для побутових споживачів. Автори зазначають, що децентралізовані системи можуть бути ефективною альтернативою централізованим підходам, оскільки вони дозволяють підвищити якість води на місцевому рівні, забезпечуючи гнучкість та адаптивність до специфічних потреб різних регіонів країни. Досліджуються світові кейси успішного впровадження децентралізованих систем у різних країнах, включаючи Південну Корею та Швейцарію з акцентом на можливість їх адаптації до українських реалій. Висвітлено необхідність активного залучення громадськості до прийняття рішень та створення сприятливого економіко-організаційного середовища для залучення інвестицій у водний сектор. Розроблено пропозиції щодо удосконалення понятійного апарату шляхом його розширення із врахуванням новітніх підходів доочищення води безпосередньо в місцях споживання. Автори підкреслюють, що успішна модернізація водної інфраструктури є ключовим фактором для забезпечення стійкого соціально-економічного розвитку країни, а також для покращення якості життя населення. Використання сучасних систем доочищення води безпосередньо в місцях споживання, дозволить забезпечити більш ефективне використання водних ресурсів і знизити витрати на їхнє обслуговування. Впровадження такого підходу сприятиме підвищенню рівня екологічної стійкості та покращенню стану здоров'я населення.



Ключові слова: водопостачання, водоочищення, децентралізація, економіка водних ресурсів, інноваційні технології, понятійний апарат, якість води, побутові споживачі, екологічна стійкість, місцеве самоврядування.

Yemelianov Oleksii Volodymyrovych PhD student of the Taras Ben Department of Economics and Entrepreneurship, Ukrainian State University of Science and Technology, 2 Lazaryana St., Dnipro, 49010, tel.: (067) 630-8453, <https://orcid.org/0009-0001-3023-038X>

Pedko Andrii Borysovych PhD in Economic Sciences, Associate Professor of the Taras Ben Department of Economics and Entrepreneurship, Ukrainian State University of Science and Technology, 2 Lazaryana St., Dnipro, Ukraine, 49010, tel.: (099) 169-3190, <https://orcid.org/0009-0007-9941-0518>

DECENTRALIZED WATER SUPPLY AND WATER TREATMENT SYSTEMS: EXPANSION OF THE CONCEPTUAL FRAMEWORK

Abstract. The article examines the pressing issues of water supply and water treatment in Ukraine, with a focus on the economic and organizational aspects of implementing innovative technologies in this sector. It analyzes the current problems associated with outdated water supply and water treatment infrastructure, high costs of modernization and implementation of new technologies, and the need to improve the conceptual framework in this area. The main focus is on decentralized water supply and water treatment systems as an effective approach to improving water quality for household consumers. The authors point out that decentralized systems can be an effective alternative to centralized approaches, as they allow for improved water quality at the local level, providing flexibility and adaptability to the specific needs of different regions of the country. The article explores global cases of successful implementation of decentralized systems in various countries, including South Korea and Switzerland, with an emphasis on the possibility of adapting these solutions to the Ukrainian context. It highlights the need for active public involvement in decision-making processes and the creation of a favorable economic and organizational environment to attract investments in the water sector. Proposals have been developed to improve the conceptual framework by expanding it to include modern approaches to water purification directly at the points of consumption. The authors emphasize that the successful modernization of water infrastructure is a key factor in ensuring sustainable socio-economic development of the country, as well as improving the quality of life for its population. The use of modern point-of-use water purification systems will allow for more efficient use of water resources and reduce maintenance costs. The implementation of this approach will contribute to an increase in ecological sustainability and an improvement in public health.





Keywords. Water supply, water treatment, decentralization, water resources economics, innovative technologies, conceptual framework, water quality, household consumers, ecological sustainability, local self-government

Постановка проблеми. В Україні, як і в багатьох країнах світу, якість водопостачання та водоочищення є критичним питанням, що впливає на здоров'я населення, екологічну стабільність та соціально-економічний розвиток. Згідно зі звітом Світового банку «Вода, санітарія та гігієна в Україні» 2021 року, 32% населення України не мають доступу до безпечної та керованої питної води [1]. UNICEF повідомляє [2], що внаслідок бойових дій понад 6 млн людей в Україні щодня борються, аби мати питну воду, яка є однією з найважливіших потреб людини. Визнання важливості цієї проблеми на державному рівні та активізація зусиль у напрямку модернізації водної інфраструктури можуть сприяти не тільки покращенню екологічної ситуації, але й стимулюванню соціально-економічного розвитку через підтримку підприємництва та інвестицій у водний сектор.

Україна стикається з серйозними викликами у сфері водопостачання та водоочищення, які мають глибокий економічний, соціальний, і екологічний вплив. Застарілі технології та інфраструктура не відповідають сучасним потребам населення та стандартам якості, що призводить до забруднення водних ресурсів, зниженню якості питної води і погіршенню здоров'я людей. За даними Національного інституту громадського здоров'я [4], близько 20 % хвороб в Україні пов'язані з неякісною водою. Ці проблеми ускладнюються відсутністю ефективних інвестицій у водний сектор та недостатньою увагою до впровадження інноваційних рішень. Водночас, порівняння національних стандартів України зі стандартами країн G7 виявляє значний розрив у якості та безпеці питної води, що підкреслює необхідність негайних дій із модернізації водного господарства країни.

Варто наголосити, що чинне законодавство в цій царині носить переважно декларативний характер. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» (1994 р.) встановлює, що громадяни мають право на безпечну для здоров'я та життя питну воду [5]. Загальнодержавна програма «Питна вода України» на період 2011-2020 років визначила пріоритети державної політики щодо забезпечення населення якісною питною водою [6]. Проте на сьогоднішній день в Україні проблема низької якості питної води лише загострюється. Де-факто ця проблема набула загальнонаціонального масштабу, а якість та кількість води, що подається споживачам, стає пріоритетним питанням економічної безпеки держави. На нашу думку, успішна реалізація задекларованих принципів потребує розробки відповідного науково-методичного забезпечення, що враховуватиме ключові фактори впливу на якість питної води (в прив'язці до конкретної місцевості), стандарти екологічної безпеки, а також відповідатиме ринковим умовам господарювання.



Отже, сьогодні ми маємо цілу низку проблем, пов'язаних із низькою якістю води, високими втратами водних ресурсів та значними витратами на їх очистку. Будь-які найсучасніші інноваційні технології водопостачання і водоочищення можуть залишитися на рівні експериментів або локальних ініціатив без належного економіко-організаційного механізму їхньої імплементації.

У світлі розв'язання проблем, що стоять перед Україною в плані забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення, нагальною є задача визначення власних (себто авторських) пріоритетів у цій сфері. В рамках даної публікації буде розв'язано проблему удосконалення застарілого термінологічного апарату.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Інноваційні технології водопостачання та водоочищення відіграють ключову роль у забезпеченні сталого розвитку підприємництва в Україні, впливаючи на економічне зростання, соціальне благополуччя та екологічну стійкість. Дослідження Chris C. Moore показує важливість економічного обґрунтування соціальних вигод від покращення якості води для підтримки регуляторних цілей [7]. Moore та його колеги дослідили вплив покращення якості води на економічні вигоди, зокрема через зменшення витрат на охорону здоров'я та підвищення якості життя населення. Причому впровадження передових систем очищення води не тільки покращує якість життя населення, але й стимулює інвестиції у водний сектор, сприяючи зростанню малих та середніх підприємств, зайнятих у цій сфері.

Дослідження Українського центру економічних та політичних досліджень імені Разумкова 2018 року показало, що одне робоче місце у водному секторі може призвести до створення 2-3 робочих місць в інших галузях [8]. Але впровадження інноваційних технологій у сфері водопостачання та водоочищення є складним процесом, що потребує врахування численних економічних та організаційних аспектів. Одним із провідних факторів, що стримує імплементацію інноваційних технологій, є висока вартість їхнього впровадження. Дослідження показують, що інвестиції в інноваційні технології можуть бути значними, але вони окуповуються завдяки зниженню операційних витрат і підвищенню ефективності. Непрямим прикладом може бути той факт, що в промисловому сегменті, згідно дослідження Джигирей І.М. та ін. [9], впровадження сучасних схем водоочищення дозволяє знизити річні витрати на 10%.

Важливим аспектом є залучення інвестицій у водний сектор. Створення сприятливого економіко-організаційного середовища може залучити інвесторів, стимулюючи розвиток інфраструктури та створення нових робочих місць. Використання концесійних механізмів дозволяє муніципальним утворенням забезпечити управління об'єктами комунальної інфраструктури з використанням передових управлінських технологій, а також оновлення муніципального майна без додаткового навантаження на бюджет [10].

На думку кандидатки юридичних наук Крилової І.І. [11], ефективна тарифна політика є ключовою для забезпечення економічної стабільності підприємств водопостачання та водоочищення. Необхідно розробити тарифні





моделі, які враховують витрати на впровадження та експлуатацію нових технологій, а також забезпечують доступність послуг для населення. Важливо також забезпечити прозорість тарифоутворення та участь громадськості у прийнятті рішень, враховуючи інтереси всіх стейкхолдерів процесу.

Загалом, останні дослідження у сфері водопостачання та водоочищення акцентують увагу на необхідності впровадження інноваційних технологій для підвищення ефективності використання водних ресурсів та забезпечення екологічної стійкості. Зокрема, в статті Van Engelenburg J., Van Slobbe E., Hellegers P. [12] розглядаються сучасні виклики, пов'язані з водопостачанням та водоочищенням, а також необхідність впровадження інноваційних технологій для забезпечення стійкого розвитку.

Попри значний прогрес у розвитку технологій та економічної оцінки, залишається низка викликів, які потребують подальшого дослідження. Важливим кроком для стандартизації підходів до впровадження інноваційних технологій є удосконалення понятійного апарату. На наше переконання, потрібно розробити чіткі визначення та класифікації інноваційних технологій, що сприятиме ефективному обміну інформацією та кращому розумінню процесу.

Мета статті. Основною проблематикою даної статті є дослідження децентралізації як одного з ефективних підходів до організації процесу водопостачання та водоочищення для побутових споживачів.

Ціллю даної статті є критичний аналіз існуючої термінології у сфері водопостачання та водоочищення і розширення понятійного апарату в цій галузі. Крім того, автори публікації мають на меті розробити класифікацію систем водопостачання і водоочищення на основі нової для вітчизняного законодавства термінології.

Виклад основного матеріалу. Дослідження економіко-організаційних аспектів впровадження інноваційних технологій водопостачання та водоочищення охоплювало критичний аналіз наукової літератури з проблематики інноваційних технологій у водному секторі, економічних моделей їх впровадження, а також нормативно-правової бази України у сфері водопостачання та водоочищення. Також було здійснено емпіричне дослідження шляхом опитування експертів галузі і представників підприємств водопостачання та водоочищення. Це дозволило зібрати дані про поточний стан технологій, проблеми та перспективи їх впровадження. Вивченню підлягали і найкращі міжнародні практики впровадження інноваційних технологій у водному секторі, з огляду на можливість їхньої адаптації до українських реалій.

В сучасному світі активно обговорюється важливість співпраці та спільного бачення серед зацікавлених сторін, що стосується стандартизації та координації, необхідних для ефективного впровадження інновацій. В роботі італійських вчених Compagnucci L. та Spigarelli F. [13] підкреслюється необхідність співпраці між різними зацікавленими сторонами для сприяння



інноваціям, що узгоджується з необхідністю стандартизації термінології та підходів для сприяння кращому спілкуванню та розумінню між учасниками.

Нинішній термінологічний апарат з проблем якості води введений державним стандартом ДСТУ ISO 6107-2004, і складається з дев'яти частин під загальним заголовком «Якість води. Словник термінів» [14-22]. Цей стандарт є адаптацією міжнародного стандарту ISO 6107 та включає визначення ключових термінів, що використовуються у сфері водопостачання та водоочищення. ДСТУ ISO 6107-2004 охоплює ключові терміни, що використовуються у цій галузі, забезпечуючи чітке і зрозуміле їх трактування. Проте багато термінів мають занадто загальні визначення, що не враховують сучасні технологічні та економічні аспекти. Наприклад, більшість визначень способів очищення води охоплюють лише базове розуміння процесу, і потребують деталізації щодо застосування в різних контекстах. Крім того, вони не враховують різноманітність методів очищення в децентралізованих системах, тому потребують суттєвого уточнення і розширення.

Як відомо, в урбанізованих агломераціях України більшість населення отримує питну воду через централізовану систему, яка використовує як поверхневі, так і глибинні підземні джерела. На якість водопровідної питної води впливають кілька ключових чинників, як то: стан і якість води в джерелах водопостачання, ефективність роботи водоочисних споруд, технології водопідготовки, санітарно-технічний стан водопровідних мереж. В сучасних умовах доводиться констатувати їх невідповідність нормативним вимогам, що унеможливорює отримання споживачами питної води належної якості.

Аналіз стану та якості питної води централізованих систем водопостачання України, виконаний Прокоповим В.О. [23] за матеріалами державного моніторингу якості природних та питних вод, показав, що проблема централізованого постачання якісної питної води загострилася через інтенсивне забруднення джерел водопостачання, використання застарілих технологій очищення води та незадовільний стан водорозподільчих мереж. Тобто більшість населення України користується водопровідною водою, якість якої не завжди відповідає гігієнічним стандартам і може становити загрозу для здоров'я. Частка проб питної води, які не відповідали санітарно-хімічним показникам в рамках державного моніторингу 2010-2012 рр. становив в середньому 12,9-14,7%, а за мікробіологічними показниками – 2,8-3,2%. В деяких регіонах ці показники перевищують середні значення у 2-3 рази і більше.

Покращити якість водопровідної води в країні в короткостроковій перспективі можна, впровадивши заходи з доочищення води на місцях безпосереднього споживання, зокрема за допомогою індивідуальних та колективних водоочисних фільтрів та систем. Такий підхід вважається одним із найперспективніших у розвинутих країнах світу та отримує підтримку в Україні, що знайшло відображення у Загальнодержавній цільовій програмі «Питна вода України» на 2011-2020 роки.





Накопичений світовий досвід свідчить про ефективність децентралізації водопостачання і водоочищення. Так, у Південній Кореї розроблено інноваційні децентралізовані системи очищення води, які використовують смарт-технології для забезпечення високої якості води. Ці системи встановлені у різних районах, таких як Pango, де вони обробляють дощову воду і сіру воду (воду з побутових стоків). Система включає в себе використання інтелектуальних датчиків для моніторингу якості води в режимі реального часу, що дозволяє швидко реагувати на зміни умов і забезпечує гнучкість і надійність водопостачання [24].

Швейцарія використовує децентралізовану систему водопостачання вже понад сто років, де місцеві громади самостійно керують своїми водними ресурсами. Кожна громада відповідальна за будівництво та обслуговування водоочисних споруд, що дозволяє адаптуватися до специфічних місцевих потреб. У маленькій Швейцарії діє близько 3000 місцевих водопостачальних компаній, що забезпечують якість води для більш ніж 8 мільйонів мешканців [25].

Однією з основних переваг такої системи є висока якість води завдяки сучасним технологіям та оперативному управлінню. Наприклад, водоочисні споруди у Швейцарії здатні видаляти до 99% забруднювачів, що забезпечує безпеку води для споживачів. Крім того, місцеві громади мають можливість швидко реагувати на будь-які проблеми, що виникають, і вносити необхідні корективи. Фінансування системи здійснюється за рахунок місцевих податків та зборів з користувачів. Це забезпечує стабільність і можливість регулярного оновлення інфраструктури. Середня вартість водопостачання для домогосподарств у Швейцарії становить близько 1.50 швейцарських франків за кубометр, що є відносно невисокою ціною за високу якість послуг.

Досягнуті результати цієї децентралізованої системи включають значне покращення якості питної води, стабільне фінансування системи водопостачання та підвищення рівня залучення громадськості до процесів управління. Наприклад, завдяки місцевим ініціативам, у деяких громадах викиди забруднювачів у водойми скоротилися на 50% за останні 10 років.

Децентралізована система водопостачання в Швейцарії демонструє ефективний підхід до управління водними ресурсами. Вона забезпечує високу якість послуг, стабільне фінансування та активну участь громадськості. Проте важливо враховувати різні фінансові можливості громад та потребу в постійному розвитку технічних і управлінських навичок для успішного функціонування системи. Цей досвід може бути корисним для нашої країни, яка постала перед гострою необхідністю покращення своєї системи водопостачання.

Адаптація швейцарської моделі децентралізації водопостачання до умов України може бути реалізована шляхом передачі управління водопостачальними системами на місцевий рівень. Це передбачає створення місцевих компаній з водопостачання, керованих громадами, що дозволить краще враховувати специфічні потреби та умови кожного регіону. Місцеві громади



зможуть швидше реагувати на потреби населення та вирішувати проблеми з водопостачанням. Фінансування системи водопостачання через місцеві податки та збори забезпечить стабільність та можливість регулярного оновлення інфраструктури. Використання сучасних технологій для очищення та моніторингу якості води забезпечить високу якість послуг. А активне залучення місцевих мешканців до прийняття рішень підвищить рівень довіри та підтримки з боку населення.

Звісно, що такий підхід потребуватиме керування ризик-факторами, які потребують попереднього вирішення. Очевидно, що різні громади мають неоднакові фінансові можливості, що впливатиме на рівень послуг. Існує також потреба у постійному навчанні та підвищенні кваліфікації персоналу. Стара інфраструктура потребує значних інвестицій для модернізації, що може бути складним завданням для невеликих громад. Отже необхідно залучення інвестицій в модернізацію існуючих водопостачальних систем, використовуючи передові технології очищення та моніторингу якості води.

Втім переваги такого підходу також є очевидними. Адаптація швейцарського досвіду децентралізації водопостачання до українських реалій може значно покращити якість послуг, забезпечити стабільне фінансування та підвищити рівень залучення громадськості до процесу управління. Це, в свою чергу, сприятиме покращенню здоров'я населення та сталому розвитку регіонів.

В США прихильником децентралізованого підходу в водному секторі є Prince A. Nfodzo з Університету Техаса в Арлінгтоні. У своїй роботі [26] він стверджує, що використання невеликих децентралізованих систем очищення та постачання замість централізованих великомасштабних також сприяє стійкості. Децентралізовані системи пропонують більшу гнучкість і можуть легко адаптуватися до змін місцевих умов, а також до збільшення населення.

На сьогодні одним із найперспективніших напрямків покращення якості питної води вважається її доочищення безпосередньо в місцях споживання. Це здійснюється за допомогою водоочисних систем, які можуть бути як побутового, так і колективного призначення. В усьому світі такі заходи стають дедалі популярнішими, і в останні роки цей підхід набуває все більшого поширення і в Україні [27]. Встановлення водоочисних систем безпосередньо в місцях споживання води дозволяє значно підвищити її якість, забезпечуючи тим самим здоров'я та безпеку населення [3].

Зважаючи на вищенаведене, децентралізація систем водопостачання та водоочищення, зокрема, потребує критичного аналізу існуючого понятійного апарату та його суттєвого удосконалення.

У зв'язку з цим авторами було виконано критичний огляд термінів, наведених у державному стандарті ДСТУ ISO 6107-2004 (таблиця 1).

Виходячи з мети даної публікації, в таблиці 2 представлено авторську класифікацію систем водопостачання і водоочищення, побудовану на основі нової для вітчизняного законодавства термінології. Нові терміни пропонуються включити до ДСТУ ISO 6107-2004, розширивши і доповнивши наявний понятійний апарат галузі.



Таблиця 1 – Критичний аналіз термінів, визначених у державному стандарті ДСТУ ISO 6107-2004

Група	Терміни	Визначення	Джерело	Критичний аналіз і зміст пропозицій
Поширені способи очищення води, які можуть бути використані на всіх рівнях	Хімічне оброблення (chemical treatment)	Процес, пов'язаний з додаванням хімічних реагентів, щоб досягнути потрібних результатів	ДСТУ ISO 6107-1:2004	<p>Виокремлені терміни передають фізику процесів очищення води, проте не дають розуміння щодо продуктивності необхідних систем водоочиснення, які можуть відрізнятися за масштабом і місцем розташування.</p> <p>Як наслідок, втрачається розуміння обсягів необхідних інвестицій при практичному застосуванні цих процесів.</p> <p>Існуючі терміни, в основному, зосереджені на технічних аспектах очищення води. Вони не враховують економічної доцільності та ефективності використання цих технологій в різних умовах, особливо в контексті децентралізованих систем, де питання економічної ефективності може бути ключовим при прийнятті рішень про впровадження.</p> <p>Більшість термінів у цій групі були розроблені для централізованих систем очищення води, в яких технології використовуються для обробки великих обсягів води.</p> <p>З огляду на зростаючу популярність децентралізованих систем, виникає необхідність в нових термінах, які будуть визначати масштаби і місце розташування системи очищення води.</p>
	Фізико-хімічне оброблення (physico-chemical treatment)	Сполучення фізичного і хімічного оброблення щоб досягти потрібних результатів	ДСТУ ISO 6107-1:2004	
	Аерування (aeration)	Уведення повітря у рідину	ДСТУ ISO 6107-1:2004	
	Біологічний фільтр (biological filter, trickling filter, percolating filter)	Шар інертних матеріалів з великими отворами, через яку фільтрують стічну воду щоб її очистити за допомогою біологічно активної плівки, що покриває інертний матеріал	ДСТУ ISO 6107-1:2004	
	Хімічне коагулювання (chemical coagulation)	Процес, що полягає у додаванні хімічного реагенту (коагулянту), щоб дестабілізувати зважені колоїдні частини та перетворювати їх у пластівці	ДСТУ ISO 6107-1:2004	
	Дехлорування (dechlorination)	Часткове чи повне вилучення з води залишкового хлору за допомогою хімічного чи фізичного процесу	ДСТУ ISO 6107-1:2004	
	Деіон(із)ування (deionization)	Часткове чи майже повне вилучення іонних груп, зокрема користанням іонообмінних смол	ДСТУ ISO 6107-1:2004	
	Демінерал(із)ування (deminerallization)	Зменшення вмісту іонних груп і розчинених неорганічних речовин у воді за допомогою фізичних, хімічних чи біологічних процесів	ДСТУ ISO 6107-1:2004	
	Знесолювання (desalination)	Часткове чи майже повне вилучення іонних груп з води для того, щоб вона стала придатною як питна, технологічна чи охолоджувальна	ДСТУ ISO 6107-1:2004	
	Дезінфікування; знезараження (disinfection)	Оброблення води, щоб вилучити патогенні мікроорганізми	ДСТУ ISO 6107-1:2004	
	Попереднє хлорування (prechlorination)	Попереднє оброблення неочищеної води хлором, щоб припинити чи істотно уповільнити зростання бактерій, рослин чи тваринних організмів, окиснити органічну і неорганічну речовину, посприяти флокулюванню та зменшити запах.	ДСТУ ISO 6107-1:2004	
	Седиментування (sedimentation)	Процес осаджування і відкладання під дією сили ваги завислої речовини у воді чи у стічній воді	ДСТУ ISO 6107-1:2004	
Хлорування (chlorination)	Процес додавання до води сполук газового хлору, які створюють хлорнувату кислоту або гіпохлоритні іони, для того щоб, наприклад, затримати розвиток бактерійних форм рослин або тварин, окиснити	ДСТУ ISO 6107-2:2004		

Група	Терміни	Визначення	Джерело	Критичний аналіз і зміст пропозицій
		органічну речовину, посприяти коагулюванню або послабити запах * Примітка. Головною метою, як правило, є дезінфекція		
	Хлорування до граничної точки (break-point chlorination)	Додавання до води хлору до такої межі, коли кількість вільного залишкового хлору збільшується пропорційно до тої додаткової дози хлору, яку додають * Примітка. У цій точці весь аміак стає окисненим	ДСТУ ISO 6107-2:2004	
	Пост-хлорування (post-chlorination)	Хлорування води чи стічної води після оброблення	ДСТУ ISO 6107-3:2004	
	Біохімічне окиснювання (biochemical oxidation)	Процес, під час якого макроорганізми окиснюють речовину (в основному органічну) у воді	ДСТУ ISO 6107-4:2004	
	Аерування розбризкуванням (spray aeration)	Процес насичування води киснем за допомогою розбрикування її в повітрі. *Примітка. Цей процес застосовують також під час вилучення з води шкідливих газів	ДСТУ ISO 6107-6:2004	
Поширені способи очищення води, які можуть бути використані в індивідуальних водоочисних системах	Фільтрування (filtration)	Процес оброблення, у якому вода проходить через шар пористого матеріалу, щоб вилучити тверді частинки	ДСТУ ISO 6107-1:2004	Наведені терміни відображають технічні аспекти процесів очищення води, проте жодне з визначень не враховує специфіку застосування цих технологій в умовах децентралізації, особливо в побутових водоочисних системах.
	Іонне обмінювання (ion exchange)	Процес, за якого певні аніони чи катіони у воді заміщують інші під час проходження через шар іонообмінного матеріалу	ДСТУ ISO 6107-1:2004	
	Озонування (ozonation, ozonation)	Додавання озону до води чи стічної води, наприклад, щоб здезінфікувати і окиснити органічну речовину чи вилучити неприємний смак або запах	ДСТУ ISO 6107-1:2004	Не враховано економічні аспекти, такі як вартість впровадження та експлуатації систем, їхня продуктивність та ефективність у різних умовах.
	Зворотний осмос (reverse osmosis)	Проходження води через мембрану з більш сконцентрованого в менш сконцентрований розчин в наслідок впливу тиску, що перевищує різницю осмотичних тисків обох розчинів	ДСТУ ISO 6107-1:2004	
	Зм'якшування води (softening)	Часткове чи повне вилучення з води іонів кальцію і магнію, що підвищують жорсткість води	ДСТУ ISO 6107-1:2004	Крім того, відсутня оцінка впливу масштабів застосування на витрати та доцільність впровадження технологій у побутовий та колективний сегменти.
	Стерилізування (sterilization)	Процес знешкодження чи знищення всіх живих організмів (охоплюючи вегетативні і спорові форми), а також вірусів	ДСТУ ISO 6107-1:2004	
	Оброблення зактивованим вугіллям (activated carbon treatment)	Процес, призначений для вилучення органічних речовин (розчинених чи колоїдних) з води методом адсорбування на зактивованому вугіллі, наприклад, для поліпшення смаку, запаху чи кольору води	ДСТУ ISO 6107-3:2004	





Група	Терміни	Визначення	Джерело	Критичний аналіз і зміст пропозицій
	Мембранне фільтрування (membrane filtration)	Спосіб вилучання чи концентрування частинок, охоплюючи мікроорганізми (але не вільні віруси), з рідин фільтруванням через фільтр із порами певної величини.	ДСТУ ISO 6107-5:2004	
	Мікрофільтр (microstrainer)	Обертова циліндрична система, покрита дуже дрібною сіткою, як правило дротом, з нержавкої сталі. *Примітка. Вона обертається навколо горизонтальної осі, значно занурюється у фільтровану воду, і промивається зворотною течією води для вилучання твердих частинок	ДСТУ ISO 6107-5:2004	
	Ультрафільтрування (ultrafiltration)	Процес відокремлювання великих молекул речовини чи тон-ких завислих речовин від води за допомогою фільтрування, часто під тиском, з використанням макропористої мембрани	ДСТУ ISO 6107-6:2004	
Допоміжні процеси	Аналізування [оперативне] [«он лайн»] (on-line analysis)	Система автоматичного аналізування, за якого пробу із водного об'єкта відбирають за допомогою зонда і трубопроводом подають її до аналітичного устаткування	ДСТУ ISO 6107-2:2004	Понятійний апарат не враховує можливість інтеграції новітніх систем та технологій, таких як Інтернет речей (IoT), які дозволяють забезпечити більш точний та оперативний моніторинг якості води в реальному часі. Це важливо з огляду на сучасні виклики, що стосуються необхідності швидкого реагування на зміни якості води у децентралізованих системах. Нааявна термінологія також не враховує сучасні тенденції до адаптації систем водоочищення до змін умов експлуатації, таких як зміна якості води або коливання попиту. У децентралізованих системах водопостачання ці процеси мають бути гнучкими та здатними до швидкої адаптації, що є критичним для забезпечення стабільного та ефективного водопостачання. Не визначеною є оцінка стійкості водопостачання у випадках кризових ситуацій або збоїв у центральній системі. Сучасні виклики вимагають, щоб такі системи могли забезпечувати стійкість і безперервність водопостачання навіть у складних умовах.
	Доочищення (effluent polishing)	Застосовування додаткового очищення для подальшого знижування забрудненості стічною водою, підданю первинному і вторинному очищенню Це може бути: 1) фізичне оброблення, чи 2) хімічне оброблення, чи 3) подальше біологічне оброблення.	ДСТУ ISO 6107-2:2004	
	Компактна установка (package plant)	Збірна компактна установка для очищення невеликих кількостей води чи стічної води	ДСТУ ISO 6107-4:2004	



Таблиця 2 – Класифікація систем водопостачання і водоочищення на основі нової термінології

Ознака класифікації	Тип (група, категорія) систем водопостачання і водоочищення	Сутнісна характеристика систем
Масштаб і рівень використання	Індивідуальні водоочисні системи (Individual water treatment systems)	Системи, що встановлюються в окремих житлових приміщеннях для додаткового очищення води, що подається централізованою системою. Вони забезпечують додаткову фільтрацію та підвищення якості води.
	Колективні водоочисні системи (Community water treatment systems)	Системи, призначені для очищення води для невеликих громад або груп споживачів, які розташовані на одній території. Ці системи можуть обслуговувати сільські громади, мікрорайони або промислові зони.
	Централізовані водоочисні системи (Centralized water treatment systems)	Системи, призначені для очищення великих об'ємів води, яка використовується для постачання питної води великим населеним пунктам. Ці системи зазвичай складаються з декількох етапів очищення, включаючи коагуляцію, флокуляцію, фільтрацію, дезінфекцію та інші процеси, що забезпечують відповідність води вимогам якості питної води.
Характеристики (параметри) систем	Енергоефективність систем водопостачання (Water supply system energy efficiency)	Це здатність системи водопостачання забезпечувати максимальну продуктивність при мінімальних витратах енергії. Енергоефективність є важливим параметром, який впливає на вартість експлуатації системи та її вплив на навколишнє середовище. Децентралізовані системи часто демонструють вищу енергоефективність завдяки зниженню втрат при транспортуванні води та можливості використання локальних джерел енергії, таких як відновлювані джерела, що робить їх більш стійкими в довгостроковій перспективі.
	Стійкість систем водопостачання (Water supply system sustainability)	Здатність системи забезпечувати безперервне та надійне водопостачання незалежно від зовнішніх впливів та стресових умов. Децентралізовані системи сприяють підвищенню стійкості водопостачання завдяки своїй автономності та локалізованості.
	Гнучкість (адаптивність) систем водопостачання (Flexibility of water supply systems)	Здатність системи швидко реагувати та адаптуватися до змін у зовнішніх умовах, таких як зміни в кліматичних умовах, зміна кількості споживачів, або інші непередбачувані обставини. Гнучкість дозволяє системам водопостачання забезпечувати стабільну роботу навіть за умов, що швидко змінюються, і забезпечувати якісне водопостачання відповідно до потреб споживачів. Децентралізовані системи зазвичай володіють вищою гнучкістю порівняно з централізованими, оскільки можуть бути легко масштабовані та адаптовані до специфічних потреб окремих громад або регіонів.
Наукоємність технологій, що використовуються	Традиційні системи водопостачання (Traditional water supply systems)	Системи, які базуються на централізованому підході до забору, очищення та розподілу води. Ці системи зазвичай характеризуються стабільністю, проте менш гнучкі до змін умов експлуатації. Вони передбачають великі розгалужені мережі трубопроводів, які транспортують очищену воду від централізованих водоочисних станцій до кінцевих споживачів.
	Адаптивні системи водопостачання (Adaptive water supply systems)	Системи, що можуть швидко адаптуватися до змін умов експлуатації, таких як коливання попиту на воду, зміни якості води або кліматичні зміни. Децентралізовані системи завдяки своїй гнучкості мають високу адаптивність.
	Розумні системи водопостачання (Smart water supply systems)	Інтегровані системи, що використовують інтернет речей (IoT) та інші сучасні технології для моніторингу та управління якістю води в режимі реального часу. Такі системи дозволяють швидко реагувати на зміни якості води та оптимізувати процеси її очищення і розподілу.
Місце локалізації	Споживча система очищення води (Point-of-use water treatment system)	Система, що здійснює очищення води безпосередньо у місцях її споживання, таких як житлові будинки, офіси або громадські заклади. Ці системи використовують різні технології, включаючи фільтрацію, ультрафіолетове опромінення та зворотний осмос, для забезпечення високої якості питної води.
	Вхідна система очищення води (Point-of-entry water treatment system)	Система, що забезпечує первинне очищення води при вході у будівлю або об'єкт, перед розподілом її по внутрішній мережі.





Отже, авторами пропонується імплементувати в українське законодавство нову термінологію, що розширює понятійний апарат галузі та дає чітке розуміння рівня, на якому використовується система очищення води, а саме:

- індивідуальні водоочисні системи (individual water treatment systems);
- колективні водоочисні системи (community water treatment systems);
- централізовані водоочисні системи (centralized water treatment systems).

Наступна група термінів виділяє найважливіші якісні характеристики систем водопостачання і водоочищення, а саме:

- енергоефективність систем водопостачання (water supply system energy efficiency);
- стійкість систем водопостачання (water supply system sustainability);
- гнучкість (адаптивність) систем водопостачання (flexibility of water supply systems).

Ще одна група запропонованих термінів дозволяє класифікувати системи водопостачання і водоочищення за ознакою наукоємності технологій з урахуванням сучасних тенденцій до децентралізації систем очищення води:

- розумні системи водопостачання (smart water supply systems);
- адаптивні системи водопостачання (adaptive water supply systems);
- традиційні системи водопостачання (traditional water supply systems).

І остання група запропонованих термінів дозволяє класифікувати системи очищення води за їх місцем локалізації:

- споживча система очищення води (point-of-use water treatment system);
- вхідна система очищення води (point-of-entry water treatment system).

На рисунку 1 зображена концептуальна структура водопостачання і водоочищення із взаємодією систем водоочищення на всіх рівнях та із урахуванням якісних критеріїв їхнього оцінювання.

На нашу думку, удосконалення понятійного апарату в сфері водопостачання та водоочищення є важливим кроком до ефективного впровадження інноваційних технологій. Зокрема, розширення термінології з урахуванням сучасних підходів до очищення води безпосередньо в місцях споживання сприятиме підвищенню якості води та стійкості водних ресурсів. Це дозволить краще координувати зусилля всіх учасників процесу, забезпечуючи ефективну співпрацю та підвищення рівня довіри до нових технологій.

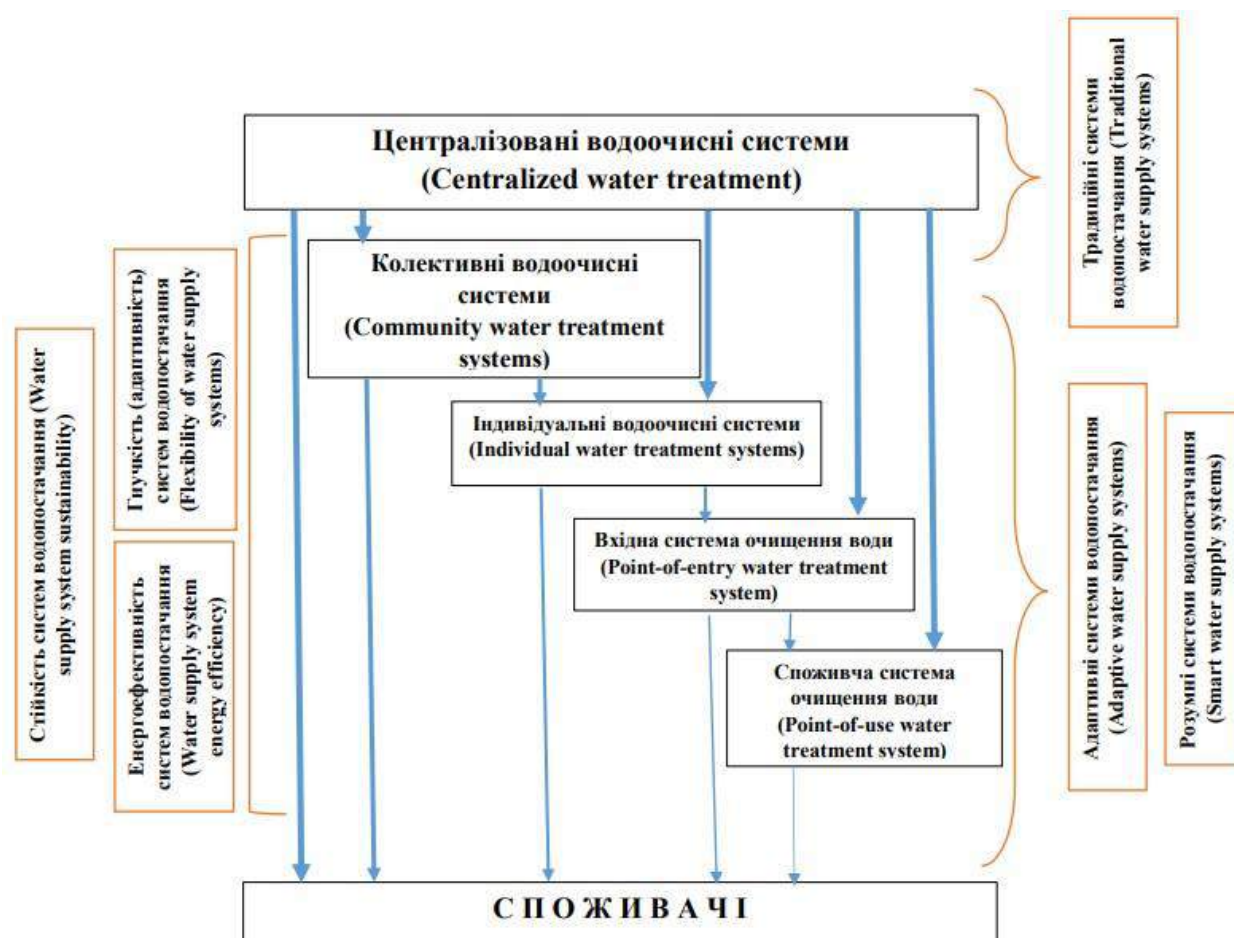


Рис. 1 Концептуальна структура водопостачання і водоочищення

Висновки. Проведене дослідження дозволило виявити основні проблеми і виклики у сфері водопостачання та водоочищення в Україні.

В Україні значна частина водопостачальної та водоочисної інфраструктури є застарілою та не відповідає сучасним стандартам якості. Модернізація цієї інфраструктури є ключовим завданням для забезпечення населення якісною питною водою та зниження ризиків для здоров'я. Впровадження інноваційних технологій у сфері водопостачання та водоочищення потребує значних інвестицій, які можуть окупитися шляхом зниження операційних витрат та підвищення ефективності. Оцінка економічних вигод від покращення якості води є важливим аспектом для залучення інвесторів. Децентралізовані системи водопостачання та водоочищення, такі як індивідуальні та колективні водоочисні системи, демонструють високу ефективність у забезпеченні якісної води для населення. Вони пропонують більшу гнучкість та адаптивність до місцевих умов, що робить їх привабливим варіантом для багатьох регіонів.

Удосконалення понятійного апарату у сфері водопостачання та водоочищення сприятиме стандартизації підходів та ефективному обміну інформацією між усіма учасниками процесу, а відтак і кращому розумінню



інноваційних технологій та їх впровадженню. Розробка прозорих і справедливих тарифних моделей є критично важливим для забезпечення економічної стабільності підприємств водопостачання та водоочищення. Активне залучення громадськості до прийняття рішень та співпраця між різними секторами є ключовими для успішного впровадження інновацій у водному секторі.

Подальші дослідження матимуть на меті оцінку витрат та вигод від впровадження децентралізованих систем водопостачання та водоочищення, що допоможе розробити більш точні та обґрунтовані моделі для прийняття рішень.

Література:

1. Світовий банк. Вода, санітарія та гігієна в Україні: звіт / [Світовий банк]. – Київ : Світовий банк, 2021. – 80 с.
2. Офіційний сторінка UNICEF Ukraine. *Соціальна мережа X (колишній Twitter)* URL: https://twitter.com/UNICEF_UA/status/1516048830009122816 (дата звернення: 20.06.2024).
3. Ємельянов О.В., Педько А.Б. Деякі економічні аспекти впровадження інноваційних технологій водопостачання і водоочищення в сегменті В2С // Молода академія – 24: 36. тез доп. Міжнар. наук.-техн. конф. студентів і молодих учених, Дніпро, 23-24 травня. 2024 р. - Дніпро: УДУНТ, 2024, Т. II. С. 78. Режим доступу: <https://crust.ust.edu.ua/server/api/core/bitstreams/bd926712-45c5-4199-9695-f2bfd0512069/content>
4. Національний інститут громадського здоров'я. Стан здоров'я населення України / [за ред. В. М. Лехан]. – Київ : [Національний інститут громадського здоров'я], 2023. – 200 с.
5. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» : від 24 лютого 1994 року, №4005-XII. – 1994 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12#Text> (дата звернення: 14.06.2024).
6. Закон України «Про загальнодержавну програму «Питна вода України» на 2011-2020 роки» : від 3 березня 2005 року, №2455-IV. – 2009 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=2455-15> (дата звернення: 14.06.2024).
7. Moore S. M., Sosa-Rodriguez F. S., Marttunen M., & Jokela P. The social and economic benefits of improved water quality for regulatory purposes // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 2023. – Vol. 120, No. 14. – URL: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2120247120> (дата звернення: 14.06.2024).
8. Український центр економічних та політичних досліджень імені Разумкова. Вплив водного сектору на економіку України / [за ред. О. М. Разумкова]. – Київ : [Український центр економічних та політичних досліджень імені Разумкова], 2018. – 160 с.
9. Джигирей І.М., Квітка О.О. Оптимізація схем водоочищення як інструмент підвищення економічної ефективності природоохоронних витрат підприємства // *Комп'ютерна підтримка виробничих процесів (інтелектуалізація, проектування, автоматизація)*. – 2020. – С. 139-145.
10. Головний експерт житлово-комунального господарства України. Водопостачання як бізнес // ЖКГ портал. – 2013. – URL: <http://jkg-portal.com.ua/ua/publication/one/vodopostachannja-jak-bznes-33894> (дата звернення: 14.06.2024).
11. Крилова І. І. Соціально-економічні аспекти становлення державного регулювання сфери водопостачання та водовідведення // *Держава та регіони. Серія: Державне управління*. – 2019. – №1 (65). – С. 52-58.
12. Van Engelenburg J., Van Slobbe E., Hellegers P. Towards sustainable drinking water abstraction: an integrated sustainability assessment framework to support local adaptation planning // *Journal of Integrative Environmental Sciences*. 2019. Vol. 16, No. 1. P. 89-122. DOI: <https://doi.org/10.1080/1943815X.2019.1636284>



13. Compagnucci L., Spigarelli F. (2018). Fostering Cross-Sector Collaboration to Promote Innovation in the Water Sector. *Journal of Innovation Management*, 6(4), 13-24.
14. ДСТУ ISO 6107-1:2004 Якість води. Словник термінів. Частина 1. – Вид. офіц. – Київ: Держспоживстандарт України, 2004. – 14 с.
15. ДСТУ ISO 6107-2:2004 Якість води. Словник термінів. Частина 2. – Вид. офіц. – Київ: Держспоживстандарт України, 2004. – 12 с.
16. ДСТУ ISO 6107-3:2004 Якість води. Словник термінів. Частина 3. – Вид. офіц. – Київ: Держспоживстандарт України, 2004. – 10 с.
17. ДСТУ ISO 6107-4:2004 Якість води. Словник термінів. Частина 4. – Вид. офіц. – Київ: Держспоживстандарт України, 2004. – 11 с.
18. ДСТУ ISO 6107-5:2004 Якість води. Словник термінів. Частина 5. – Вид. офіц. – Київ: Держспоживстандарт України, 2004. – 10 с.
19. ДСТУ ISO 6107-6:2004 Якість води. Словник термінів. Частина 6. – Вид. офіц. – Київ: Держспоживстандарт України, 2004. – 12 с.
20. ДСТУ ISO 6107-7:2004 Якість води. Словник термінів. Частина 7. – Вид. офіц. – Київ: Держспоживстандарт України, 2004. – 9 с.
21. ДСТУ ISO 6107-8:2004 Якість води. Словник термінів. Частина 8. – Вид. офіц. – Київ: Держспоживстандарт України, 2004. – 13 с.
22. ДСТУ ISO 6107-9:2004 Якість води. Словник термінів. Частина 9. – Вид. офіц. – Київ: Держспоживстандарт України, 2004. – 8 с.
23. Прокопов В.О. Стан та якість питної води централізованих систем водопостачання України в сучасних умовах (погляд на проблему з позицій гігієни) / В.О. Прокопов // Гігієна населених місць. - 2014. - №64.
24. Nam, W., Yun, Y., Kim, J., & Lee, S. Smart Decentralized Water Systems in South Korea // Springer Nature. - 2021. - С. 53-67. DOI: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-95844-2_3
25. Матіас Саладін. Громадське водопостачання у Швейцарії: що ми можемо навчитися з століття успішної експлуатації? [Електронний ресурс] / Матіас Саладін. – Берн: Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC), 2021. – Режим доступу: https://www.academia.edu/66401612/Community_Water_Supply_in_Switzerland_what_can_we_learn_from_a_century_of_successful_operation (дата звернення: 29.06.2024).
26. Nfodzo P., Dionysiou D. D., Choi H. Water supply and treatment // *Encyclopedia of Environmentmetrics*. – 2nd ed. – John Wiley & Sons Ltd, 2012. – DOI: 10.1002/9780470057339.vnn119.
27. Прокопов В.О., Липовецька О.Б. Досвід використання в Україні побутових фільтрів для доочищення водопровідної питної води // Гігієна населених місць. - 2013. - №62. - С. 68-80. 3

References

1. Svitovyi bank. (2021). Voda, sanitaria ta hihiiena v Ukraini: zvit [Water, Sanitation, and Hygiene in Ukraine: Report]. Kyiv: Svitovyi bank.
2. UNICEF Ukraine. (2024, April 18). UNICEF: Social network X (formerly Twitter). Retrieved from https://twitter.com/UNICEF_UA/status/1516048830009122816
3. Yemelianov, O. V., & Pedko, A. B. (2024). Deiaki ekonomichni aspekty vprovadzhennia innovatsiinykh tekhnolohii vodopostachannia i vodoochyshchennia v sehmenti B2C [Some economic aspects of the implementation of innovative technologies in water supply and water treatment in the B2C segment]. *Moloda akademiia* – 24, (II), 78. Retrieved from <https://crust.ust.edu.ua/server/api/core/bitstreams/bd926712-45c5-4199-9695-f2bfd0512069/content>
4. Natsionalnyi instytut hromadskoho zdorovia. (2023). Stan zdorovia naseleennia Ukrainy [The state of health of the population of Ukraine]. Kyiv: Natsionalnyi instytut hromadskoho zdorovia.



5. Zakon Ukrainy "Pro zabezpechennia sanitarnogo ta epidemichnoho blahopoluchchia naselennia": vid 24 luti 1994 roku No. 4005-XII [Law of Ukraine "On ensuring sanitary and epidemiological welfare of the population" from February 24, 1994 No. 4005-XII]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12#Text>

6. Zakon Ukrainy "Pro zahalnodержavnu prohramu 'Pytna voda Ukrainy' na 2011-2020 roky": vid 3 bereznia 2005 roku No. 2455-IV [Law of Ukraine "On the National Program 'Drinking Water of Ukraine' for 2011-2020" from March 3, 2005 No. 2455-IV]. Retrieved from <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=2455-15>

7. Moore, S. M., Sosa-Rodriguez, F. S., Marttunen, M., & Jokela, P. (2023). The social and economic benefits of improved water quality for regulatory purposes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120(14). Retrieved from <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2120247120>

8. Ukrainskyi tsentr ekonomichnykh ta politychnykh doslidzhen imeni Razumkova. (2018). *Vplyv vodnoho sektoru na ekonomiku Ukrainy* [The impact of the water sector on Ukraine's economy]. Kyiv: Ukrainskyi tsentr ekonomichnykh ta politychnykh doslidzhen imeni Razumkova.

9. Dzhyhyrei, I. M., & Kvitka, O. O. (2020). Optyimizatsiia skhem vodoochyshchennia yak instrument pidvyshchennia ekonomichnoi efektyvnosti pryrodookhoronnykh vytrat pidprijemstva [Optimization of water treatment schemes as a tool for increasing the economic efficiency of enterprise environmental costs]. *Kompiuterna pidtrymka vyrobnychykh protsesiv*, 139-145.

10. Holovnyi ekspert zhyttievo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy. (2013). *Vodopostachannia yak biznes* [Water supply as business]. Retrieved from <http://jkg-portal.com.ua/ua/publication/one/vodopostachannja-jak-bznes-33894>

11. Krylova, I. I. (2019). Sotsialno-ekonomichni aspekty stanovlennia derzhavnoho rehuliuвання sfery vodopostachannia ta vodovidvedennia [Socio-economic aspects of state regulation of the water supply and drainage sector]. *Derzhava ta rehiony, Seriia: Derzhavne upravlinnia*, 1(65), 52-58.

12. Van Engelenburg, J., Van Slobbe, E., & Hellegers, P. (2019). Towards sustainable drinking water abstraction: an integrated sustainability assessment framework to support local adaptation planning. *Journal of Integrative Environmental Sciences*, 16(1), 89-122. <https://doi.org/10.1080/1943815X.2019.1636284>

13. Compagnucci, L., & Spigarelli, F. (2018). Fostering Cross-Sector Collaboration to Promote Innovation in the Water Sector. *Journal of Innovation Management*, 6(4), 13-24.

14. Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (2004). DSTU ISO 6107-1:2004. *Yakist vody. Slovnyk terminiv. Chastyna 1* [Water Quality. Dictionary of Terms. Part 1]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy.

15. Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (2004). DSTU ISO 6107-2:2004. *Yakist vody. Slovnyk terminiv. Chastyna 2* [Water Quality. Dictionary of Terms. Part 2]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy.

16. Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (2004). DSTU ISO 6107-3:2004. *Yakist vody. Slovnyk terminiv. Chastyna 3* [Water Quality. Dictionary of Terms. Part 3]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy.

17. Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (2004). DSTU ISO 6107-4:2004. *Yakist vody. Slovnyk terminiv. Chastyna 4* [Water Quality. Dictionary of Terms. Part 4]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy.

18. Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (2004). DSTU ISO 6107-5:2004. *Yakist vody. Slovnyk terminiv. Chastyna 5* [Water Quality. Dictionary of Terms. Part 5]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy.

19. Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (2004). DSTU ISO 6107-6:2004. *Yakist vody. Slovnyk terminiv. Chastyna 6* [Water Quality. Dictionary of Terms. Part 6]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy.



20. Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (2004). DSTU ISO 6107-7:2004. Yakist vody. Slovnyk terminiv. Chastyna 7 [Water Quality. Dictionary of Terms. Part 7]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy.
21. Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (2004). DSTU ISO 6107-8:2004. Yakist vody. Slovnyk terminiv. Chastyna 8 [Water Quality. Dictionary of Terms. Part 8]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy.
22. Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (2004). DSTU ISO 6107-9:2004. Yakist vody. Slovnyk terminiv. Chastyna 9 [Water Quality. Dictionary of Terms. Part 9]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy.
23. Prokopov, V. O. (2014). Stan ta yakist pytnoi vody tsentralizovanykh system vodopostachannia Ukrainy v suchasnykh umovakh [The state and quality of drinking water in centralized water supply systems in Ukraine under modern conditions]. *Hihiena naselenykh mist, 64*, 89-95.
24. Nam, W., Yun, Y., Kim, J., & Lee, S. (2021). Smart Decentralized Water Systems in South Korea. *Springer Nature*, 53-67. https://doi.org/10.1007/978-3-030-95844-2_3
25. Saladin, M. (2021). Hromadske vodopostachannia u Shveitsarii: shcho my mozhemo navchytysia z stolittia uspishnoi eksploatatsii? [Community Water Supply in Switzerland: What Can We Learn from a Century of Successful Operation?]. Bern: Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC). Retrieved from https://www.academia.edu/66401612/Community_Water_Supply_in_Switzerland_what_can_we_learn_from_a_century_of_successful_operation_
26. Nfodzo, P., Dionysiou, D. D., & Choi, H. (2012). Water supply and treatment. In *Encyclopedia of Envimmetrics (2nd ed.)*. John Wiley & Sons Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470057339.vnn119>
27. Prokopov, V. O., & Lypovetska, O. B. (2013). Dosvid vykorystannia v Ukraini pobutovykh filtriv dlia dochyshchennia vodoprovodnoi pytnoi vody [Experience of using domestic filters for additional purification of tap drinking water in Ukraine]. *Hihiena naselenykh mist, 62*, 68-80.