

Технологія захисту навколишнього середовища

УДК 628.336.5

DOI: <http://doi.org/10.32347/tb.2023.1-38.0201>**Сергій Шаманський,**

доктор технічних наук,
професор кафедри водопостачання та водовідведення
Київський національний університет будівництва і архітектури
просп. Повітрофлотський 31, м. Київ, 03037, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6215-3438>
E-mail: shamanskiy.sy@knuba.edu.ua

Леся Павлюх,

кандидат технічних наук,
доцент кафедри екології,
Національний авіаційний університет
просп. Любомира Гузара 1, м. Київ, 03058, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7715-4601>
E-mail: lenyo@ukr.net

Віктор Репета,

доцент кафедри вищої математики
Національний авіаційний університет
просп. Любомира Гузара 1, м. Київ, 03058, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5615-7889>
E-mail: victor.repeta@npp.nau.edu.ua

МЕТОДОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОРГАНІЗАЦІО-ТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ З ВІДБУДОВИ ІНФРАСТРУКТУРИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ НА ЗАСАДАХ ЕКОБЕЗПЕЧНОСТІ

Анотація. Розглянуто екологічні проблеми, що виникають у зв'язку з виведенням з ладу об'єктів інфраструктури водовідведення. Отже, **метою дослідження** є розроблення методологічних основ прийняття рішень при підготовленні організаційно-технічних заходів відновлення інфраструктури водовідведення в умовах післявоєнної відбудови країни на підставах екобезпеки. Як **методи** під час проведення досліджень використовувався комплексний підхід до управління екологічною безпекою, використовувалися методи системного аналізу, синтезу та критеріального аналізу. **В результаті** проведення досліджень проаналізовано наслідки, спричинені зношенням та руйнуванням об'єктів інфраструктури водовідведення, проаналізовано останні дослідження, присвячені методикам підготовки організаційно-технічних заходів її реконструкції та відновлення. Здійснено обґрунтування та розроблено структуру теоретико-методологічного підходу до формування організаційно-технічних заходів для управління екологічною безпекою функціонування інфраструктури водовідведення. Проведено систематизацію основних факторів впливу на результати управління екологічною безпекою. Розроблено структурну модель взаємодії між цими факторами. На підставі сформульованих критеріїв розроблено систему показників, що визначають ефективність організаційно-технічних заходів управління екологічною безпекою інфраструктури водовідведення. Також у статті розроблено методичні підходи до прийняття організаційно-технічних рішень з управління екологічною безпекою, показано шляхи підвищення ефективності роботи інфраструктури водовідведення, а також розроблено блок-схему можливого інструментального забезпечення організаційно-технічних рішень для підтримання екологічної безпеки. **Таким чином встановлено**, що управління екологічною безпекою на сучасному етапі вимагає розроблення нових методик та організаційно-технічних рішень, які повинні прийматися суб'єктами управління у певній послідовності. **Перевагами цього є те**, що вибір алгоритму прийняття рішень за запропонованим підходом та його дотримання, а також використання запропонованого інструментарію, дозволяє забезпечувати ефективну роботу відновленої інфраструктури на засадах екобезпеки.

Ключові слова: екологічна безпека, інфраструктура водовідведення, відбудова, організаційно-технічні заходи, методологічне забезпечення.

METHODOLOGICAL PROVISION OF ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL MEASURES FOR THE CONSTRUCTION OF THE WATER SUPPLY INFRASTRUCTURE ON THE BASIS OF ECO-SECURITY

Abstract. The article considers the environmental problems arising from the failure of wastewater infrastructure facilities. Therefore, **the purpose** of the research is to develop the methodological bases for decision-making during the preparation of organizational and technical procedures for the restoration of the drainage infrastructure in the conditions of the post-war reconstruction of the country on the basis of environmental safety. The **methods** used during the research: an integrated approach to environmental safety management, methods of system analysis, synthesis, and criterion analysis method. **As a result** of the research, the consequences caused by the wear and destruction of the drainage infrastructure were analyzed, and the latest studies, devoted to the methods of preparation of organizational and technical procedures for its reconstruction and restoration were analyzed. The substantiation was carried out and the structure of the theoretical and methodological approach to the formation of organizational and technical measures for managing the environmental safety of the functioning of the drainage infrastructure was developed. Systematization of the main factors influencing the results of environmental safety management was carried out. A structural model of the interaction between these factors had been developed. On the basis of the established criteria, a system of indicators had been developed that shows the effectiveness of organizational and technical procedures for managing the environmental safety of the drainage infrastructure. There were developed methodological approaches to making organizational and technical decisions on environmental safety management, ways to increase the efficiency of water drainage infrastructure were shown, and also a flowchart of possible instrumental support of organizational and technical decisions to support environmental safety was developed. **As a result**, it was established that the management of environmental safety at the current stage requires the development of new methods and organizational and technical solutions, which must be adopted by management subjects in a certain composition. **The benefits of this** are that the choice of the decision-making algorithm according to the proposed approach and adherence to it, as well as the use of the proposed toolkit, make it possible to ensure the efficient operation of the restored infrastructure on the basis of environmental safety.

Keywords: environmental safety, water drainage infrastructure, reconstruction, organizational and technical procedures, methodological support.

1. Постановка проблеми. Агресія Росії стала причиною багатьох кризових вищ в Україні. Одними з найнебезпечніших кризових наслідків при цьому є екологічні наслідки. Руйнація комунальної інфраструктури, спричинена наслідками бойових дій, позбавляє мешканців доступу до базових послуг життєзабезпечення. Серед них питне водопостачання та водовідведення.

Населені пункти України допочатку бойових дій мали розвинену систему забезпечення питною водою [1]. Разом з тим системи водовідведення охоплювали значно менший відсоток населення централізованим каналізуванням.

Існуючі мережі водовідведення та каналізаційні очисні споруди часто були морально і фізично застарілими, зношеними і потребували реконструкції. Проте їх функціонування дозволяло підтримувати рівень екологічної безпеки регіонів на рівні, достатньому для безпечного проживання населення.

Руйнація існуючої інфраструктури водопостачання не дозволяє забезпечувати достатнього доступу населення до питної води нормативної якості. Це викликає загрози здоров'ю та життю мешканців. Такі проблеми тимчасово вирішуються спробами забезпечити населення привізною водою необхідної якості. Ще більші проблеми виникають при руйнації інфраструктури водовідведення [2].

Виведення з ладу каналізаційних очисних споруд призводить до забруднення водою патогенними та іншим організмами, що загострює проблему організації питного водопостачання у регіоні. Руйнація каналізаційних насосних станцій, самопливних і напірних каналізаційних мереж у населених пунктах призводить до розповсюдження таких забруднень у ґрунтах та ґрунтових водах безпосередньо на територіях цих населених пунктів. Це призводить до ризиків розповсюдження епідеміологічних захворювань.

Відповідно до статті 9 Закону України «Про критичну інфраструктуру» від 16

листопада 2021 року № 1882-ІХ (Із змінами, внесеними згідно із Законом № 2684-ІХ від 18.10.2022), «до життєво важливих функцій та/або послуг, порушення яких призводить до негативних наслідків для національної безпеки України, належать, зокрема: ...водопостачання та водовідведення» [3].

Зниження рівня екологічної безпеки потребує як невідкладних заходів, так довгострокових стратегій відбудови зруйнованої та реконструкції застарілої інфраструктури водопостачання та водовідведення. Для розроблення такої стратегії необхідним є розроблення методологічного забезпечення прийняття організаційно-технічних рішень під час відбудови країни [4].

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Низька якість води в поверхневих водоймах, а також руйнації, спричинені воєнними діями, потребує від підприємств водопостачання нових концептуальних підходів щодо забезпечення споживачів якісною питною водою та застосування нових технологічних схем і споруд водопідготовки [5]. Воєнне та техногенне навантаження на водні ресурси призводить до погіршення якості майже в усіх поверхневих водах країни і пов'язаних з ними підземних джерелах, а тому простежується тенденція не відповідності нормам як за хімічними, так і за мікробіологічними показниками. На водопровідних станціях в Україні застосовується класична схема реагентного очищення води з відстоюванням та фільтруванням. Промивні води відстійників та фільтрів скидаються у поверхневі джерела водопостачання без додаткового очищення, що є абсолютно не допустимим. Будівництво очисних споруд для промивних вод на водопровідних станціях дозволить мінімізувати, або ліквідувати повністю процес скидання стоків у водойми через очищення, впровадження технології повторного використання промивних вод (замкнений цикл), а також системи утилізації осаду. Реконструкція водопровідних та каналізаційних мереж є першочерговими заходами в інвестиційних програмах усіх територіальних громад України.

За даними досліджень [6] потребують ремонту, на прикладі окремого селища, насосні станції та локальні водопроводи, які працюють за схемою: водозабір-водоводи-розподільча мережа.

Відтак, модернізація водопровідної мережі та основного насосного обладнання дозволить комунальному підприємству знизити витрати на забір води та її транспортування, підвищити якість питної води і надійність водопостачання.

Потребують значних капітовкладень очисні споруди КП «Компанія «Вода Донбасу», котре має стратегічне значення як єдиний постачальник води в Донецькій області: забезпечує послугами водопостачання та водовідведення 289 населених пунктів (близько 3,9 млн населення). У підприємства недостатньо коштів на закупівлю реагентів та впровадження робіт з ремонтів та реконструкцій основних фондів.

Водозабезпечення Одеського району здійснюється від водозабору ВОС «Дністер» філії «Інфоксводоканал» ТОВ «Інфокс». Забруднення питної води централізованих систем водопостачання зумовлене незадовільним санітарно-технічним станом споруд та водопровідних мереж, порушенням режимів у зонах санітарної охорони джерел водопостачання, відсутністю необхідного комплексу очисних споруд. Найбільш забрудненими з джерел нецентралізованого водопостачання за санітарно-хімічними показниками були проби з індивідуальних шахтних колодязів (80,3%), за мікробіологічними показниками – з громадських шахтних колодязів (38,7%). Це пов'язано, з одного боку, зі специфікою рівнів мінералізації ґрунту та підземних вод в області, з іншого боку – порушенням санітарних вимог під час планування забудівлі приватних господарств (відстані від колодязів до дворових туалетів, тваринницьких будівель, городів, особливо під час використання мінеральних добрив). Основними забруднювачами поверхневих вод вважаються підприємства житлово-комунального господарства. З чотирьох наявних поверхневих водозаборів, де відбувається очищення води до питної якості, на одному в м. Кілія, водоочисні споруди потребують повної реконструкції (потребує ремонту хлораторна). Якість питної води також значною мірою залежить від стану водопровідноканалізаційного

господарства. Значна частина водопровідно-каналізаційних споруд області: насосних станцій, очисних споруд та водопровідноканалізаційних мереж відпрацювала нормативний строк експлуатації, що призводить до підвищених витрат електроенергії, збільшення вартості перекачування води і стоків та погіршення якості питної води [7].

Попри війну позитивним аспектом у сфері водоочищення є реконструкція очисних споруд села Липляни. КП «Луцькводоканал» – на сьогодні єдине в Україні водопостачальне підприємство, яке продовжує втілювати важливий міжнародний проєкт «Комплексна модернізація системи водопостачання і водовідведення у м. Луцьку» [8].

Отже, проаналізувавши неефективність роботи водоочисного обладнання через морально-застарілий стан та, через воєнні дії, які значно погіршили становище, варто розробити методологічне забезпечення організаційно-технічних заходів з відбудови комунальної інфраструктури, керуючись принципами екологічної безпеки.

Проблемі фізично та морально зруйнованої інфраструктури водовідведення, а також необхідності її реконструкції та модернізації уже досить тривалий час приділяється багато уваги. Розвиток водопровідно-каналізаційного господарства декларувався як пріоритетний напрямок державного розвитку, оскільки орієнтований на вирішення соціальних, економічних та екологічних проблем [9]. Серед головних зачач, що потребують першочергового вирішення ставились: модернізація каналізаційних очисних споруд з залученням більш прогресивних технологічних процесів; реконструкція каналізаційних насосних станцій з впровадженням енергозберігаючого насосного обладнання; покращення системи обліку стічних вод під час їх транспортування та очищення; реконструкція каналізаційних мереж з залученням трубопроводів з більш стійких та довговічних матеріалів тощо [10].

Стратегією національної безпеки України наголошено на посиленні загроз для критичної інфраструктури, пов'язаних з погіршенням її технічного стану. Визначено пріоритети забезпечення безпеки критичної інфраструктури, а саме: удосконалення правових основ захисту; посилення охорони об'єктів; розвиток співробітництва між суб'єктами; впровадження механізмів, що дозволяють обмінюватися інформацією щодо загроз критичній інфраструктурі; розроблення механізмів щодо запобігання виникненню техногенних аварій на об'єктах критичної інфраструктури; впровадження організаційно-технічних рішень щодо мінімізації наслідків техногенних аварій [11].

Ще в умовах гібридної війни існували значні загрози критичній інфраструктурі, що проявлялось у частому пошкодженні об'єктів, здійсненні кібератак тощо. Це свідчило про вразливість критичної інфраструктури до сучасних загроз [12].

Навмисне руйнування інфраструктури водовідведення під час збройної агресії суттєво загострило існуючі проблеми водовідведення та створило багато нових [13]. Серед них можна виділити:

- знищення чи руйнування об'єкта інфраструктури;
 - відсутність електропостачання протягом тривалого часу і, як результат, вихід з ладу об'єкта інфраструктури;
 - руйнування трубопроводних мереж;
 - відсутність паливно-мастильних матеріалів, а також обладнання і матеріалів, необхідних для нормальної експлуатації чи ремонту об'єкта інфраструктури;
 - неможливість фінансування необхідних для функціонування об'єкта інфраструктури закупівель обладнання та матеріалів, а також фінансування виконання робіт;
 - відсутність можливості реагування на виникнення аварійних ситуацій;
 - втрата кадрового потенціалу і відсутність можливостей залучення підрядних організацій.
- Масштаби екологічних наслідків можна буде оцінити лише після закінчення воєнних дій. Кількість зруйнованих об'єктів інфраструктури водопостачання та водовідведення за перший рік повномасштабної війни складає [14]:
- водопровідні очисні споруди – 9 шт (з існуючих 400 шт);
 - каналізаційні очисні споруди – 17 шт (з існуючих 967 шт);

- водопровідні насосні станції – 82 шт (з існуючих 5646 шт);
- каналізаційні насосні станції – 52 шт (з існуючих 2908 шт);
- водопровідні мережі – 1,046 тис. км (з існуючих 98,076 тис. км);
- каналізаційні мережі – 0,327 тис. км (з існуючих 37,053 тис. км);
- артезіанських свердловин – 33 шт (з існуючих 22134 шт);
- резервуарів чистої води – 20 шт (з існуючих 21129 шт);
- водонапірних башт – 24 шт (з існуючих 6947 шт).

Сумарний грошовий збиток від цих руйнувань склав близько 1 млрд умовних одиниць.

3. Мета дослідження. Метою дослідження є розроблення методологічних основ прийняття рішень при підготовленні організаційно-технічних заходів відновлення інфраструктури водовідведення в умовах післявоєнної відбудови країни на підставах екобезпеки. Для цього передбачається вирішити такі задачі:

- проаналізувати результати останніх досліджень щодо екологічних наслідків, спричинених зношенням та руйнуванням об'єктів інфраструктури водовідведення, а також дослідження присвячені методикам підготовки організаційно-технічних заходів її реконструкції та відновлення;
 - обґрунтувати теоретико-методологічний підхід до формування організаційно-технічних заходів для управління екологічною безпекою;
 - дослідити фактори впливу на результати управління екологічною безпекою функціонування інфраструктури водовідведення;
 - розробити ієрархічну систему показників ефективності організаційно-технічних заходів для управління екологічною безпекою інфраструктури водовідведення;
 - запропонувати методичні підходи до прийняття організаційно-технічних рішень для управління екологічною безпекою;
- запропонувати інструментальне забезпечення організаційно-технічних рішень для підтримання екологічної безпеки при функціонуванні інфраструктури водовідведення.

4. Матеріали та методи. Ефективність роботи інфраструктури водовідведення можна охарактеризувати такими основними показниками [15]:

- виконання поставлених задач (дотримання вимог, що висуваються нормативним законодавством);
- відношення одержаного результату до затраченого ресурсу;
- стабільність результату протягом тривалого періоду часу.

Теоретико-методологічний підхід до ефективності інфраструктури водовідведення передбачає визначення сукупності соціально-економічних, екологічних та інших процесів і явищ, що пов'язані з досягненням основних показників при умові раціонального користування ресурсами та ефективною утилізацією відходів [16]. Можна запропонувати структуру теоретико-методологічного підходу до формування організаційно-технічних заходів з управління екологічною безпекою функціонування інфраструктури водовідведення, що наведено на рис. 6.1.

Результати ефективної роботи інфраструктури можна поділити на:

- економічний результат;
- соціальний результат;
- екологічний результат;
- комерційний результат;
- інші результати.



Рис. 1.1. Структура теоретико-методологічного підходу до формування організаційно-технічних заходів з управління екологічно безпекою функціонування інфраструктури водовідведення

Fig. 1.1. The structure of the theoretical and methodological approach to the formation of organizational and technical procedures to manage the environmental safety of the functioning of the drainage infrastructure

Результатами функціонування інфраструктури водовідведення можна також вважати кількісні та якісні характеристики підсумків роботи у середовищі, що включає господарський та географічний сегменти. При цьому передбачається використання наявних внутрішніх та зовнішніх ресурсів та повне досягнення поставлених задач за умови забезпечення необхідного рівня екологічної безпеки [17].

Досягнення поставлених задач ґрунтується на залученні ресурсів, як внутрішніх, так і зовнішніх. В результаті діяльності відбувається трансформація цих ресурсів. Модель управління екологічною безпекою та самі управлінські рішення, що при цьому приймаються, повинні ґрунтуватися на внутрішніх можливостях та ресурсному потенціалі та враховувати внутрішні та зовнішні фактори впливу на цільові результати діяльності [18].

Модель факторів впливу на результати управління екобезпекою, що можна запропонувати для інфраструктури водовідведення, наведена на рис. 6.2.

Системою показників можна назвати побудовану на системних засадах сукупність пов'язаних між собою показників, що розглядаються комплексно і утворюють єдине ціле. Система показників повинна забезпечувати формування поставлених цілей і показувати шляхи їх досягнення. Призначенням цієї системи є не просто бути основою для фіксації кількісних значень параметрів екологічної безпеки функціонування інфраструктури, а бути джерелом інформації про перебіг внутрішніх процесів на об'єктах інфраструктури (поточні показники), а також можливих зовнішніх наслідків при реалізації тих, чи інших організаційно-технічних заходів (стратегічні показники). Необхідність розроблення ефективної системи показників диктується необхідністю швидкої адаптації функціонування інфраструктури до змін у середовищі її функціонування, а також необхідністю контролю за досягненням поставлених стратегічних цілей.

Систему показників можна будувати за принципом ієрархічності, або за принципом комплексності [19]. У першому випадку ієрархія вказує на залежність показників більш високого рівня від показників більш низького рівня. У другому випадку показники мають складні зв'язки між собою і важко піддаються ієрархізації.

При формуванні показників доцільно користуватися:

- принципом використання найкращої доступної практики, а саме використання попереднього досвіду та сучасних досягнень в управлінні екологічною безпекою інфраструктури водовідведення;

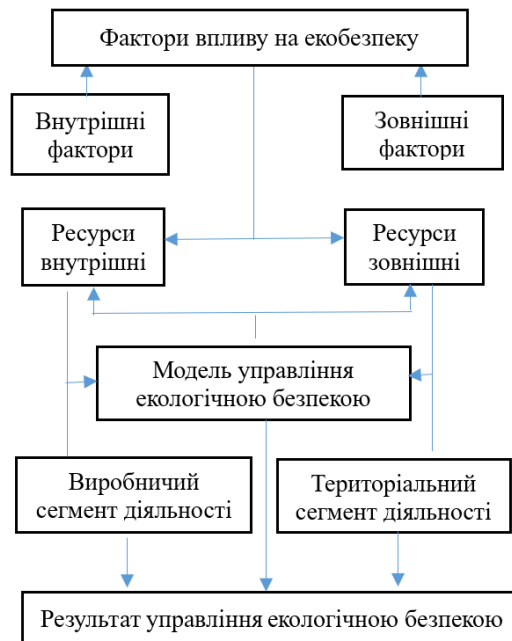


Рис. 1.2. Модель факторів впливу на результати управління екологічною безпекою
Fig. 1.2. Model of influencing factors on the results of ecological safety management

- принципом необхідного і достатнього обсягу, що передбачає з одного боку достатність інформації для забезпечення досягнення поставлених цілей, з іншого боку відсутність її надлишковості;
- принципом доступності, а саме представленням показників у легкій для сприйняття формі.

Можна запропонувати структуру ієрархічної системи показників ефективності організаційно-технічних заходів для управління екологічною безпекою, що наведена на рис. 6.3.



Рис. 1.3. Структурна схема системи показників ефективності організаційно технічних заходів для управління екологічною безпекою
Fig. 1.3. Structural diagram of the system of performance indicators of organizational and technical procedures for environmental safety management

Управління екологічною безпекою на сучасному етапі вимагає розроблення нових методик та організаційно технічних рішень, які повинні прийматися суб'єктами управління у певній послідовності [20]. Враховуючи способи реалізації процедур управління можна запропонувати методичні підходи до прийняття організаційно технічних рішень для управління екологічною безпекою, що наведені у таблиці 6.1.

Таблиця 1.1. Методичні підходи до прийняття організаційно технічних рішень для управління екологічною безпекою

Table 1.1. Methodical approaches to making organizational and technical decisions for environmental safety management

№ З/п	Назва методики	Сутність методики
1	Методика лінійного управління	Послідовність планових управлінських рішень з подальшими коригуваннями залежно від отриманого результату, або відхилень від очікуваного результату
2	Методика результат-орієнтованого управління	Оцінювання результатів кожного управлінського рішення з коригуванням наступних рішень залежно від відхилень від очікувань
3	Методика ситуаційного управління	Прийняття управлінських рішень у відповідності з поточною ситуацією та необхідністю реагування на поточні проблеми
4	Методика цільового управління	Прогнозування необхідного рівня екологічної безпеки функціонування та розроблення покрокового шляху її досягнення
5	Методика регламентно-го управління	Визначення необхідного рівня екологічної безпеки функціонування з урахування наявних ресурсів та можливостей та розроблення шляхів досягнення
6	Методика програмно-цільового управління	Визначення необхідного рівня екологічної безпеки функціонування, розробляються етапи досягнення визначеного рівня, строки завершення етапів та цільові показники кожного етапу
7	Методика антисипатив-ного управління	Забезпечення підтримання рівня екологічної безпеки функціонування з врахуванням невизначеності умов навколишнього середовища

На рис. 6.4. наведено блок-схему можливого інструментального забезпечення організаційно-технічних рішень для підтримання екологічної безпеки при функціонуванні інфраструктури водовідведення.

Застосування перелічених методичних підходів повинно забезпечуватися відповідним інструментарієм, що відповідає сучасним вимогам до управлінських процесів. Інструментарієм можна назвати групи засобів, що можуть допомогти у вирішенні поставлених задач та досягненні поставлених цілей. Інструментарій покликаний забезпечувати вчасне прийняття управлінських рішень, запобігати появі невизначеностей. Від широти інструментарію, що використовується, напряду залежить успішність управління екологічною безпекою та досягнення стратегічних цілей.

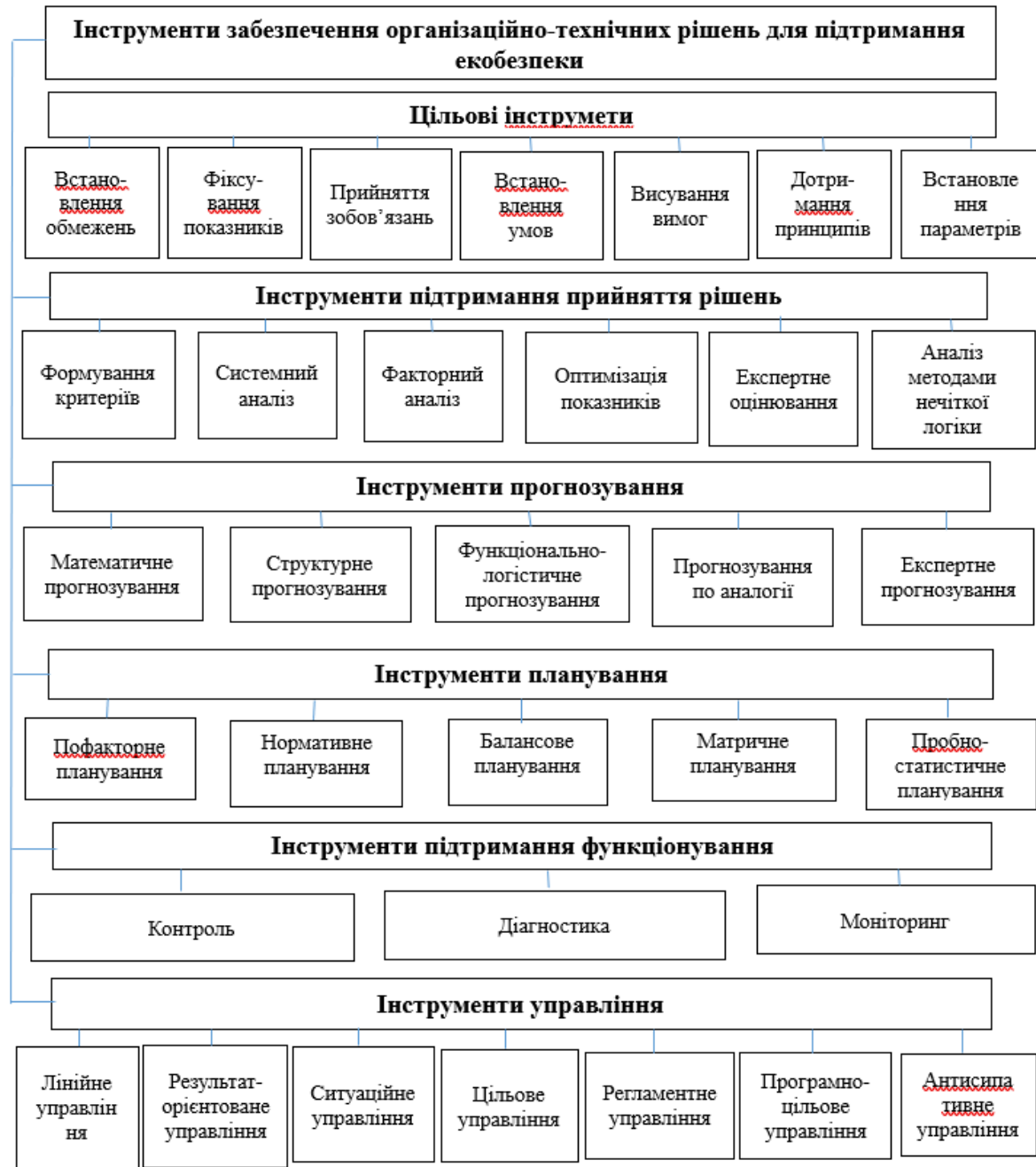


Рис. 1.4. Блок-схема можливого інструментального забезпечення організаційно-технічних рішень для підтримання екологічної безпеки при функціонуванні інфраструктури водовідведення

Fig. 1.4. Flowchart of the possible instrumental provision of organizational and technical solutions for maintaining environmental safety during the functioning of the drainage infrastructure

Висновки. У зв'язку з ситуацією, яка склалася у нашій країні та, беручи до уваги, критичний екологічний стан поверхневих водних джерел та підвищені вимоги до якості водопровідної води модернізація споруд водопостачання та водовідведення, удосконалення технологій водопідготовки та очищення стоків є актуальними завданнями. Для їх виконання необхідним є розроблення методологічних основ прийняття рішень для формування організаційно-технічних заходів з модернізації та відновлення інфраструктури водовідведення на засадах екобезпечності.

Обґрунтовано та розроблено структуру теоретико-методологічного підходу до формування організаційно-технічних заходів з управління екологічною безпекою функціонування інфраструктури водовідведення.

Сформульовано та систематизовано основні фактори впливу на результати управління екологічною безпекою. Розроблено структурну модель взаємодії між факторами. На підставі сформульованих критеріїв розроблено ієрархічну систему показників, що визначають ефективність організаційно-технічних заходів управління екологічною безпекою інфраструктури водовідведення.

Також у статті розроблено методичні підходи до прийняття організаційно-технічних рішень з управління екологічною безпекою, показано шляхи підвищення ефективності роботи інфраструктури водовідведення, а також розроблено блок-схему можливого інструментального забезпечення організаційно-технічних рішень для підтримання екологічної безпеки.

Список використаних джерел:

1. Сергій Карелін. (2022). Стійкі системи водопостачання. Готовність до надзвичайних ситуацій та умов воєнного стану. Рекомендації для територіальних громад. USAID від американського народу, – 19 с. URL: <https://decentralization.gov.ua/uploads/library/file/824/Water-Supply-Resilience.pdf>
2. Матеріали робочої групи «Аудиту збитків, понесених внаслідок війни». (2022). Проект Плану відновлення України. Національна рада відновлення України від наслідків війни, – 178 с. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/restoration-and-development-of-infrastructure.pdf>
3. Закон України «Про критичну інфраструктуру» від 16 листопада 2021 року № 1882-IX (Із змінами, внесеними згідно із Законом № 2684-IX від 18.10.2022)
4. Асоціація міст України «Спільними зусиллями». (2023). Методичні рекомендації у сфері планування і організації відновлення муніципальної інфраструктури, – 49 с. URL: https://decentralization.gov.ua/uploads/library/file/850/vidnovlennya_2023.pdf
5. Віктор Хоружий, Тетяна Хомутецька, Ігор Недашковський. (2021). Модернізація споруд в системах водопостачання з поверхневих джерел. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки, вип. 37, С. 74-83. DOI: <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2021.37.74-83>
6. Волошин М.М. (2022). Схема оптимізації та реконструкції водопровідних мереж у селищі міського типу Козацьке Бериславського району Херсонської області. Таврійський науковий вісник: Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології. №1 С. 154-162. DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.1.17>
7. Одеська Обласна Рада. (2021). Про затвердження регіональної програми «Питна вода Одещини» на 2021-2024 роки. <https://oblrada.od.gov.ua/wp-content/uploads/24-6-VIII.pdf>
8. КП «Луцькводоканал». (2022). Реконструкція очисних споруд села Липляни в дії – попри війну робота над міжнародним проектом перейде в стадію виконання. URL: <https://vd.lutsk.ua/news/rekonstrukciya-ochysnyh-sporud-sela-lyplyany-v-diyi-popry-viynu-robotu-nad-mizhnarodnym>
9. Крилова І. І. (2018). Аналіз сучасного стану сфери водопостачання та водовідведення в Україні. – Інвестиції: Практика та досвід. – с. 118-125.
10. Шаманський С. Й., Бойченко С. В. (2018). Інноваційні екологічно безпечні технології у водовідведенні. Монографія. – К.: Видавництво «Центр учбової літератури». – 320 с.
11. Указ Президента України Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 14 вересня 2020 року № 392/2020 «Про Стратегію національної безпеки України».
12. Суходоля О. М., Бобро Д. Г., Іванюта С. П., Кондратов С. І. (2019). Організаційні та правові аспекти забезпечення безпеки і стійкості критичної інфраструктури України: аналіт. доп. – К. : НІСД. – 224 с.
13. Ірина Бабаніна. (2022). Зруйнована інфраструктура водопостачання та водовідведення на Сході та Півдні України. Аналітична записка. Екологія, право, людина. – 41 с. URL: http://epl.org.ua/wp-content/uploads/2023/02/rujnuvannya-infrastruktury_vychytana-versiya.pdf
14. Міністерство з питань реінтеграції тимчасово окупованих територій. (2023). Звіт про прямі збитки інфраструктури від руйнувань внаслідок військової агресії росії проти України за рік від початку повномасштабного вторгнення. – 50 с. URL: <https://kse.ua/wp->

- [content/uploads/2023/03/UKR_Feb23_FINAL_Damages-Report-1.pdf](#)
15. Єрменчук О. П. (2018). Основні підходи до організації захисту критичної інфраструктури в країнах Європи: досвід для України : монограф. Дніпро: Дніпроп. держ. ун-т внутр. справ. 180 с.
 16. Nezbrtytska I., Shamanskyi S., Pavliukh L., Kharchenko G. (2022). Assessment of inorganic nitrogen and phosphorous compounds removal efficiency from different types of wastewater using microalgae cultures. *Oceanological and Hydrobiological Studies*. Vol. 51 (1). P. 45-52. DOI: <https://doi.org/10.26881/oahs-2022.1.05>
 17. Димченко О. В. (2009). Житлово-комунальне господарство в реформаційному процесі: аналіз, проектування, управління: монографія. Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ. – 356 с.
 18. Побережець О. В. (2016). Теоретико-методологічні та практичні засади дослідження системи управління результатами діяльності промислового підприємства : монографія. Херсон: Видавництво: Грінь Д.С. – 500 с.
 19. Pavliukh, L., Shamanskyi, S., Boichenko, S. and Jaworski, A. (2021), "Evaluation of the potential of commercial use of microalgae in the world and in Ukraine", *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, Vol. 93 No. 3, pp. 429-436. <https://doi.org/10.1108/AEAT-08-2020-0181>
 20. Shamanskyi S., Boichenko S., Pavliukh L. (2021). Estimated Efficiency of Biogenic Elements Removal from Waste Water in the Ideal Displacement Photobioreactor. In: Zaporozhets A., Artemchuk V. (eds) *Systems, Decision and Control in Energy II. Studies in Systems, Decision and Control*. Vol. 346. Springer, Cham. P. 347-361. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69189-9_21

References:

1. Sergey Karelin. (2022). Stijki sistemi vodopostachannja. Gotovnist' do nadzvichajnih situacij ta umov voennogo stanu. Rekomendacii dlja teritorial'nih gromad. USAID vid amerikans'kogo narodu (Sustainable water supply systems. Preparedness for emergencies and martial law conditions. Recommendations for territorial communities. USAID from the American people) p. 19. (in Ukrainian). URL: <https://decentralization.gov.ua/uploads/library/file/824/Water-Supply-Resilience.pdf>
2. Materiali robochoї grupi «Auditu zbitkiv, ponesenih vnaslidok vijni». (2022). Proekt Planu vidnovlennja Ukraїni. Nacional'na rada vidnovlennja Ukraїni vid naslidkiv vijni (Project of the Recovery Plan of Ukraine. The National Council for the Recovery of Ukraine from the Consequences of the War), – p. 178. (in Ukrainian). URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/restoration-and-development-of-infrastructure.pdf>
3. Zakon Ukraїni «Pro kritichnu infrastrukturu» vid 16 listopada 2021 roku № 1882-IX (Iz zminami, vnesenimi zgidno iz Zakonom № 2684-IX vid 18.10.2022) (Law of Ukraine "On Critical Infrastructure" dated November 16, 2021 No. 1882-IX (Amended by Law No. 2684-IX dated October 18, 2022)). (in Ukrainian).
4. Asociacija mist Ukraїni «Spil'nimi zusilljami». (2023). Metodichni rekomendacii u sferi planuvannja i organizacii vidnovlennja municipal'noi infrastrukturi (Methodological recommendations in the field of planning and organizing the restoration of municipal infrastructure), – p. 49. (in Ukrainian). URL: https://decentralization.gov.ua/uploads/library/file/850/vidnovlennja_2023.pdf
5. Viktor Khoruzhij, Tetyana Khomutetska, Ihor Nedashkovskiy. (2021). Modernizacija sporud v sistemah vododpostachannja z poverhnevih dzherel. Problemi vodopostachannja, vodovidvedennja ta gidravliki (Modernization of structures in water supply systems from surface sources. Problems of water supply, drainage and hydraulics), Vol. 37, p. 74-83. (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2021.37.74-83>
6. Voloshyn M.M. (2022). Shema optimizacii ta rekonstrukcii vodoprovodnih merezh u selishhi mis'kogo tipu Kozac'ke Berislavs'kogo rajonu Hersons'koї oblasti (The scheme of optimization and reconstruction of water supply networks in the urban-type village of Kozatske, Beryslav district, Kherson region). *Taurian scientific bulletin: Hydrotechnical construction, water engineering and water technologies*. No. 1, p. 154-162. (in Ukrainian). DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.1.17>
7. Odesa Regional Council. (2021). Pro zatverdzhennja regional'noi programi «Pitna voda Odeshhini» na 2021-2024 roki (On the approval of the regional program "Drinking water of Odesa" for 2021-2024). (in Ukrainian). <https://oblrada.od.gov.ua/wp-content/uploads/24-6-VIII.pdf>
8. КР "Lutskvodokanal". (2022). Rekonstrukcija ochisnih sporud sela Lipljani v diї – popri vijnu robota nad mizhnarodnim proektom perejde v stadiju vikonannja (Reconstruction of treatment facilities in the village of Lipljany in action - despite the war, work on the international project will enter the implementation

- stage). (in Ukrainian). URL: <https://vd.lutsk.ua/news/rekonstrukciya-ochysnyh-sporud-sela-lyplyany-v-diyi-popry-viynu-robotu-nad-mizhnarodnym>
9. Krylova I. I. (2018). Analiz suchasnogo stanu sferi vodopostachannja ta vodovidvedennja v Ukraïni. – Investicii: Praktika ta dosvid (Analysis of the current state of water supply and drainage in Ukraine. – Investments: Practice and experience). – p. 118-125. (in Ukrainian).
 10. Shamansky S. Y., Boychenko S. V. (2018). Innovacijni ekologichno bezpechni tehnologii u vodovidvedenni. Monografija (Innovative environmentally safe technologies in water drainage. Monograph.) – K.: Publishing House "Center of Educational Literature". – p. 320. (in Ukrainian).
 11. Ukaz Prezidenta Ukraïni Pro rishennja Radi nacional'noï bezpeki i oboroni Ukraïni vid 14 veresnja 2020 roku № 392/2020 «Pro Strategiju nacional'noï bezpeki Ukraïni» (Decree of the President of Ukraine On the decision of the National Security and Defense Council of Ukraine dated September 14, 2020 No. 392/2020 "On the National Security Strategy of Ukraine"). (in Ukrainian).
 12. Sukhodolya O.M., Bobro D.G., Ivanyuta S.P., Kondratov S.I. (2019). Organizacijni ta pravovi aspekti zabezpechennja bezpeki i stijkosti kritichnoï infrastrukturi Ukraïni: analit. dop. (Organizational and legal aspects of ensuring the safety and stability of critical infrastructure of Ukraine: analyst. add.)– K. : NISD. – p. 224. (in Ukrainian).
 13. Iryna Babanina. (2022). Zrujnovana infrastruktura vodopostachannja ta vodovidvedennja na Shodi ta Pivdni Ukraïni. Analitichna zapiska. Ekologija, pravo, ljudina (Ruined water supply and drainage infrastructure in the East and South of Ukraine. Analytical note. Ecology, law, man.). – p. 41. (in Ukrainian). URL: <http://epl.org.ua/wp-content/uploads/2023/02/rujnuvannya-infrastruktury-vychytana-versiya.pdf>
 14. Ministry of Reintegration of Temporarily Occupied Territories. (2023). Zvit pro prjami zbitki infrastrukturi vid rujnuvan' vnaslidok vijs'kovoï agresii rosiïproti Ukraïni za rik vid pochatku povnomashtabnogo vtorgnennja (Report on the direct damage to the infrastructure from the destruction caused by Russia's military aggression against Ukraine a year after the start of the full-scale invasion). – p. 50. (in Ukrainian). URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2023/03/UKR_Feb23_FINAL_Damages-Report-1.pdf
 15. Yermenchuk O. P. (2018). Osnovni pidhodi do organizacii zahistu kritichnoï infrastrukturi v kraïnah Ćvropi: dosvid dlja Ukraïni: monograf (Basic approaches to the organization of critical infrastructure protection in European countries: experience for Ukraine: monograph). Dnipro: Dniprop. state University of Internal Affairs affairs. p. 180.
 16. Nezbyraska I., Shamanskyi S., Pavliukh L., Kharchenko G. (2022). Assessment of inorganic nitrogen and phosphorous compounds removal efficiency from different types of wastewater using microalgae cultures. Oceanological and Hydrobiological Studies. Vol. 51 (1). P. 45-52. DOI: <https://doi.org/10.26881/oahs-2022.1.05>
 17. Dymchenko O. V. (2009). Zhitlovo-komunal'ne gospodarstvo v reformacijnomu procesi: analiz, proektuvannja, upravlinnja: monografija (Housing and communal economy in the reformation process: analysis, design, management: monograph). Khark national Acad. urban farm – Kh.: KhNAMG. – p. 356.
 18. Poberezhets O. V. (2016). Teoretiko-metodologichni ta praktichni zasadi doslidzhennja sistemi upravlinnja rezul'tatami dijial'nosti promislovogo pidpriemstva : monografija (Theoretical, methodological and practical principles of the study of the system of managing the results of the industrial enterprise: monograph). Kherson: Publishing house: Grin D.S.– p. 500.
 19. Pavliukh, L., Shamanskyi, S., Boichenko, S. and Jaworski, A. (2021), "Evaluation of the potential of commercial use of microalgae in the world and in Ukraine", Aircraft Engineering and Aerospace Technology, Vol. 93 No. 3, pp. 429-436. <https://doi.org/10.1108/AEAT-08-2020-0181>
 20. Shamanskyi S., Boichenko S., Pavliukh L. (2021). Estimated Efficiency of Biogenic Elements Removal from Waste Water in the Ideal Displacement Photobioreactor. In: Zaporozhets A., Artemchuk V. (eds) Systems, Decision and Control in Energy II. Studies in Systems, Decision and Control. Vol. 346. Springer, Cham. P. 347-361. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69189-9_21