

АНОТАЦІЯ

Потапенко С.П. Підвищення стійкості систем питного водопостачання та водовідведення. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» (19 – Архітектура та будівництво). – Київський національний університет будівництва і архітектури Міністерства освіти і науки України, Київ, 2026.

Дисертаційна робота присвячена науковому обґрунтуванню та розробленню методів і моделей підвищення стійкості систем питного водопостачання та водовідведення в умовах кризових, воєнних, техногенних, енергетичних та екологічних факторів. У роботі обґрунтовано необхідність переходу від традиційної концепції статичної надійності окремих елементів інфраструктури до концепції динамічної стійкості (резильєнтності), що передбачає здатність системи зберігати критичні функції, адаптуватися до деструктивного впливу та відновлювати працездатність після аварійних і надзвичайних ситуацій.

Розроблено логіко – математичну формалізацію задачі підвищення стійкості систем питного водопостачання та водовідведення як багатокритеріальної проблеми прийняття рішень. Запропоновано інтегральний індекс стійкості $R(S)$, який враховує технічні, енергетичні, експлуатаційні та безпекові параметри функціонування системи. Сформовано комплексну систему індикаторних показників для оцінювання поточного стану і потенціалу розвитку інфраструктури, а також розроблено методологію побудови багатокритеріальної матриці ризиків для ідентифікації, класифікації та ранжування воєнних, техногенних і хімічних, біологічних, радіаційних та ядерних загроз.

Науково обґрунтовано доцільність впровадження децентралізованих і мобільних технологічних рішень як складової підвищення стійкості систем питного водопостачання та водовідведення. Зокрема, розглянуто застосування

мобільних модулів доочищення води із системами дозування порошкового активованого вугілля як універсального сорбційного бар'єра, автономних енергоефективних комплексів, резервних вузлів живлення та «насосів блекауту». Обґрунтовано використання геопросторового аналізу та гідравлічного моделювання для верифікації технічних рішень, прогнозування зміни тиску в мережах і моделювання сценаріїв каскадних відмов.

Практичне значення результатів полягає у створенні науково – методичного та прикладного інструментарію для планування, оптимізації й підвищення стійкості систем питного водопостачання та водовідведення територіальних громад. Результати дослідження використано під час створення Порядків розроблення схем оптимізації систем централізованого водопостачання та водовідведення, затверджених наказом Міністерства розвитку громад та територій України від 12 червня 2025 року № 986, що зареєстрований у Міністерстві юстиції України 11 серпня 2025 року за №1183/44589 (далі – Порядки) [73]. Запропоновані методи, моделі та алгоритми апробовано на об'єктах критичної інфраструктури міста Дніпро під час формування міської стратегії підвищення стійкості систем питного водопостачання та водовідведення.

Ключові слова: водовідведення, водопостачання, енергоефективність, критична інфраструктура, математична модель, оптимізація, очистка стічних вод, питна вода, ресурсозбереження, ризики, схеми, системи, стійкість, стічні води, якість води.

ANNOTATION

Potapenko S. P. Improving the resilience of drinking water supply and sanitation systems. – Qualifying scientific work as a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 192

«Building and Civil Engineering» (19 – Architecture and Construction). – Kyiv National University of Construction and Architecture of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2026.

The dissertation is devoted to the scientific substantiation and development of methods and models for improving the resilience of drinking water supply and wastewater disposal systems under crisis, military, technogenic, energy-related, and environmental factors. The study substantiates the necessity of transitioning from the traditional concept of static reliability of individual infrastructure elements to the concept of dynamic resilience, which involves the ability of a system to maintain critical functions, adapt to destructive impacts, and restore operability after accidents and emergencies.

A logical and mathematical formalization of the task of improving the resilience of drinking water supply and wastewater disposal systems as a multicriteria decision-making problem has been developed. An integral resilience index $R(S)$ has been proposed, which takes into account the technical, energy-related, operational, and safety parameters of system functioning. A comprehensive system of indicator parameters has been formed for assessing the current state and development potential of infrastructure, and a methodology for constructing a multicriteria risk matrix has been developed to identify, classify, and rank military, technogenic, and chemical, biological, radiological, and nuclear threats.

The expediency of implementing decentralized and mobile technological solutions as a component of improving the survivability of drinking water supply and wastewater disposal systems has been scientifically substantiated. In particular, the use of mobile water post-treatment modules with powdered activated carbon dosing systems as a universal sorption barrier, autonomous energy-efficient complexes, backup power supply units, and “blackout pumps” has been considered. The application of geospatial analysis and hydraulic modeling has been substantiated for the verification of technical solutions, forecasting pressure changes in networks, and

modeling cascading failure scenarios.

The practical significance of the results lies in the creation of scientific-methodological and applied tools for planning, optimizing, and improving the resilience of drinking water supply and wastewater disposal systems of territorial communities. The research results were used in the development of the Procedures for developing optimization schemes for centralized water supply and wastewater disposal systems, approved by Order No. 986 of the Ministry for Communities and Territories Development of Ukraine dated June 12, 2025, and registered with the Ministry of Justice of Ukraine on August 11, 2025, under No. 1183/44589 (hereinafter referred to as the Procedures) [73]. The proposed methods, models, and algorithms were tested at critical infrastructure facilities in the city of Dnipro during the development of the municipal strategy for improving the resilience of drinking water supply and wastewater disposal systems.

Keywords: wastewater disposal, water supply, energy efficiency, critical infrastructure, mathematical model, optimization, wastewater treatment, drinking water, resource conservation, risks, schemes, systems, resilience, wastewater, water quality.