

SECTION: ECOLOGY

ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВОДООЧИСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У КОНТЕКСТІ СТРАТЕГІЧНОГО РОЗВИТКУ МІСЬКИХ ГРОМАД

Яремчук С.М.

асистент

Якімчук А.І.

здобувачка вищої освіти

Грицанюк О.А.

здобувачка вищої освіти

Козюк О.О.

здобувач вищої освіти

Кафедра екології

Поліський національний університет, Україна

Сучасний розвиток міських громад значною мірою визначається станом їх інженерної інфраструктури та ефективністю використання природних ресурсів, серед яких водний фактор відіграє ключову роль у забезпеченні життєдіяльності населення, функціонуванні комунального господарства та підтриманні екологічної рівноваги міських територій [1]. Надійність систем водопостачання, ефективність водопідготовки та раціональне використання води безпосередньо впливають на санітарно-гігієнічний стан населених пунктів, якість питної води та екологічну безпеку довкілля. Водночас у багатьох українських містах водогосподарська інфраструктура характеризується високим рівнем фізичного зносу обладнання, значними втратами води у мережах, а також значними енергетичними витратами на процеси водопідготовки та транспортування води [2].

У цьому контексті особливої актуальності набувають питання оцінки екологічних ризиків функціонування водогосподарських систем, зокрема ризиків забруднення поверхневих і підземних вод, накопичення техногенних домішок у водних об'єктах, а також підвищеного антропогенного навантаження на екосистеми водних об'єктів. Одночасно важливим напрямом модернізації комунальної інфраструктури є підвищення енергетичної ефективності технологій водоочищення, що передбачає оптимізацію режимів роботи обладнання, впровадження сучасних методів фільтрації, знезараження та водопідготовки, а також зменшення енерговитрат у технологічних процесах. Формування науково обґрунтованих підходів до вирішення цих проблем потребує застосування сучасних методологічних засад екологічних досліджень, що передбачають комплексний аналіз природних і техногенних факторів впливу

на довкілля, оцінювання екологічних ризиків та обґрунтування ефективних природоохоронних рішень у системі управління розвитком міських громад [3].

Екологічні ризики у сфері водокористування пов'язані з низкою факторів, серед яких вагоме місце посідають зношеність інфраструктури, недостатня ефективність очисних споруд [4], а також значні енергетичні витрати технологічних процесів водопідготовки. За умов зростання антропогенного навантаження на водні екосистеми це може призводити до погіршення якості водних ресурсів і підвищення екологічного навантаження на міські екосистеми [5].

Одним із ключових проявів зазначених екологічних ризиків є трансформація гідрохімічного складу природних вод унаслідок надходження до водних об'єктів різноманітних забруднювальних речовин антропогенного походження. До них належать сполуки азоту та фосфору, важкі метали, органічні забруднювачі, фармацевтичні препарати та мікропластик, що дедалі частіше виявляються у водних екосистемах. Потрапляючи до водних джерел, такі речовини можуть погіршувати якість питної води, спричиняти евтрофікацію водних об'єктів, порушувати функціонування водних екосистем та становити потенційну загрозу для здоров'я населення.

Суттєвим чинником посилення зазначених екологічних ризиків є урбанізаційні процеси та зміна структури землекористування. Зростання площі забудови, збільшення обсягів стічних вод і формування значних поверхневих стоків із міських територій сприяють надходженню забруднювальних речовин до річок та водойм. У результаті посилюється навантаження на системи очищення води, які часто не розраховані на сучасний рівень забруднення та різноманітність хімічних сполук у воді.

Окрему проблему становить і підвищене енергоспоживання водогосподарських систем. Процеси забору води, її транспортування, очищення та подальшого розподілу потребують значних енергетичних ресурсів, що зумовлює як економічні витрати, так і додатковий екологічний вплив через збільшення споживання енергії та відповідних викидів парникових газів. У зв'язку з цим підвищення енергетичної ефективності водоочисних технологій розглядається як важливий напрям зменшення екологічного сліду комунального сектору.

Вирішення окреслених проблем потребує впровадження сучасних технологічних рішень, спрямованих на підвищення ефективності очищення води та оптимізацію використання енергетичних ресурсів. До таких рішень належать застосування багатоступневих систем очищення, мембранних технологій, біологічних методів доочищення води, використання енергоощадного обладнання, а також цифровізація процесів управління водогосподарськими системами. Комплексне впровадження подібних підходів дозволяє зменшити негативний вплив водогосподарської діяльності на довкілля та сприяє формуванню більш екологічно стійких моделей функціонування міських інфраструктурних систем.

Практичним підтвердженням ефективності таких підходів є досвід країн Європейського Союзу, де модернізація виробничих і комунальних систем здійснюється в межах політики екологізації економіки, що передбачає поєднання ресурсоефективності, екологічної безпеки та технологічних інновацій. Європейський досвід демонструє важливість комплексного підходу до екологізації господарської діяльності, який включає впровадження енергоефективних технологій, розвиток циркулярної економіки та зменшення негативного впливу на довкілля [6]. У сфері водопідготовки це проявляється у впровадженні сучасних методів очищення води, оптимізації енергоспоживання обладнання та підвищенні ефективності управління водними ресурсами.

Водночас важливою передумовою впровадження інноваційних екологічних рішень є професійна підготовка кваліфікованих спеціалістів, здатних здійснювати наукові дослідження та розробляти ефективні природоохоронні заходи. У системі екологічної освіти дедалі більшого значення набуває формування дослідницьких компетентностей майбутніх екологів, що передбачає використання сучасних методичних підходів до організації наукової роботи та розвиток практичних навичок дослідницької діяльності [3].

Ефективність такої підготовки значною мірою залежить від використання сучасних освітніх технологій, зокрема моделей змішаного та дистанційного навчання, які забезпечують поєднання традиційних і цифрових інструментів освітнього процесу. Застосування інформаційно-комунікаційних технологій, інтерактивних платформ і цифрових ресурсів сприяє розширенню можливостей для дослідницької діяльності здобувачів освіти та підвищенню ефективності формування їхніх професійних компетентностей [7; 8].

Таким чином, забезпечення екологічної безпеки водної інфраструктури міських громад потребує комплексного підходу, що поєднує оцінку екологічних ризиків, впровадження енергоефективних технологій водоочищення та розвиток наукового потенціалу у сфері екології. Інтеграція сучасних технологічних рішень із науково-освітніми підходами до підготовки фахівців сприятиме підвищенню екологічної стійкості міських систем та формуванню передумов для сталого розвитку територіальних громад.

Список використаних джерел

1. Kucher A., Krupin V., Rudenko D., Kucher L., Serbov M., Gradziuk P. Sustainable and Efficient Water Management for Resilient Regional Development: The Case of Ukraine. *Agriculture*, 2023. 13(7). 1367.
2. Shcherbakov I., Bryleva K., Strawbridge R. et al. Poor quality of sewage water in Ukraine: a priority in post-war rebuilding. *Scientific Reports*, 2025. 15. 23296
3. Вискушенко Д. А., Никитюк Ю. А., Піциль А. О., Мельник Н. В. Теоретичні та методичні основи наукового дослідження в екологічній освіті. *Екологічні науки*, 2025. Вип. 63. С. 9-14.
4. Khoruzhyi P., Matseliuk E., Charnyi D. Створення та впровадження вискоєфективних і ресурсозберігаючих технологій в системах сільськогосподарського водопостачання та водовідведення. *Меліорація і водне господарство*, 2019. №2. С.140-145.

5. Третьяков О. В., Шевченко Т. О., Безсонний В. Л. Підвищення рівня екологічної безпеки питного водопостачання Харківського регіону (Україна). *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2015. Т.5. №10(77). С. 40–49.
6. Вискушенко Д. А., Примаченко Р. О., Федірко Г. А., Яроцький Б. А., Федірко М. П. Європейський досвід екологізації виробництва. *The 9th International scientific and practical conference: Development of modern scientific technologies in the era of globalization*. Paris: International Science Group, 2025. pp. 116-119.
7. Вискушенко Д. А., Вискушенко С. А., Никитюк Ю. А., Дунаєвська О. Ф. Змішане навчання: баланс між дистанційним та традиційним підходами у закладах вищої освіти України. *Суспільство та національні інтереси*, 2025. 5(13). С. 55-66.
8. Вискушенко С. А., Вискушенко Д. А., Никитюк Ю.А., Андрійчук Т.В. Впровадження інформаційно-комунікаційних технологій закладами вищої освіти України в контексті дистанційного навчання. *Суспільство та національні інтереси*, 2024. 8. С. 117-128.