

DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2022-46-02>

УДК 331.45

Зозуля Сергій Васильович, інженер –будівельник

<https://orcid.org/0000-0003-3812-3818>

Київський державний технічний університет будівництва і архітектури

## ПРИНЦИПИ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛУ ВИКОРИСТАННЯ ВОДИ НА ТЕРИТОРІЇ ПРИВАТНОЇ ВЛАСНОСТІ (ПРИВАТНОГО БУДИНКУ)

**Зозуля С. В. Принципи реалізації технології замкнутого циклу використання води на території приватної власності (приватного будинку).** У статті розкрито принципи реалізації технології замкнутого циклу використання води на території приватної власності (приватного будинку). Структуровано стандарти сертифікації зеленого будівництва та визначено показники відповідності будівельних проектів. Підкреслено, що метою впровадження технологій зеленого будівництва, на території приватного будинку є, перш за все, зниження рівня споживання енергетичних та матеріальних ресурсів при одночасному збереженні або підвищенні якості приватного будинку та комфорту його внутрішнього середовища. Визначено поняття «зеленого» будівництва та розкрито підхід до впровадження інноваційної технології в умовах сучасного будівництва. Наголошено, що «зелені» технології, які можуть бути реалізовані у поєднанні з існуючою інфраструктурою або як автономні системи, можуть підтримувати перехід до нової парадигми повторного використання води шляхом інтеграції циркулярної економіки у принципи водного господарства країни, міста, поселення, району, тощо. Представлено схематичне зображення існуючої системи використання водних ресурсів, яка заснована на зборі дощової води, її очищенні та використанні. Наведену паралельну систему збору дощової води зручно застосовувати на об'єктах індивідуального замського житлового будівництва, на територіях, віддалених від промислових зон. Підкреслено, що серед переваг використання дощової води у побуті слід відзначити суттєве скорочення споживання звичайної водопровідної води, оскільки її витрати залежать лише від кількості мешканців та їх звичок. Сформовано схему реалізації технології замкнутого циклу використання води на території приватної власності (приватного будинку). Наголошено, що для реалізації замкнутого циклу необхідним є встановлення спеціального обладнання, яке включає багатоступінчасті фільтри, різні реагенти та коагулянти, що доводять хімічний склад води до санітарних норм. Зазначено, що основною проблемою «зелених технологій» та розвитку екодевелопменту в цілому залишається дорожнеча їх реалізації, оскільки обладнання, що використовується, є імпортом, і не кожен забудовник чи замовник зможе дозволити собі реалізацію даної технології на своєму власному об'єкті.

**Ключові слова:** замкнутий цикл, водопостачання, водовідведення, приватний будинок, зелені технології.

**Zozulia S. V. Principles of realization of the technology of the closed cycle of water use on the territory of private property (private house).** The article reveals the principles of implementation of the technology of closed cycle water use on the territory of private property (private house). Standards for certification of green construction have been structured and indicators of compliance of construction projects have been determined. It is emphasized that the purpose of implementing green building technologies on the territory of a private house is, first of all, to reduce the level of consumption of energy and material resources while maintaining or improving the quality of a private house and the comfort of its interior. The concept of "green" construction is defined and the approach to the implementation of innovative technologies in modern construction is revealed. It is emphasized that "green" technologies, which can be implemented in combination with existing infrastructure or as autonomous systems, can support the transition to a new paradigm of water reuse by integrating the circular economy into the water management of the country, city, town, district, etc. A schematic representation of the existing system of water resources use, which is based on rainwater collection, treatment and use, is presented. The given parallel system of rainwater collection is convenient to apply on objects of individual suburban housing construction, in the territories remote from industrial zones. It is emphasized that among the benefits of using rainwater in the home should be noted a significant reduction in the consumption of ordinary tap water, as its costs depend only on the number of inhabitants and their habits. The scheme of realization of the technology of the closed cycle of water use on the territory of private property (private house) is formed. It is emphasized that for the implementation of the closed cycle it is necessary to install special equipment, which includes multi-stage filters, various reagents and coagulants that bring the chemical composition of water to sanitary standards. It is noted that the main problem of "green technologies" and the development of eco-development in general remains the high cost of their implementation, as the equipment used is imported and not every developer or customer can afford to implement this technology at their own facility.

**Key words:** closed cycle, water supply, sewerage, private house, green technologies.

**Вступ та постановка завдання.** На протязі останніх років, популярності набирає тенденція до впровадження механізмів екологічного будівництва. На законодавчому рівні розроблено низку стандартів сертифікації «зеленого» будівництва таких як: BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) (Велика Британія); LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) (Америка); DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) (Німеччина). Оцінка відповідності будівельних проектів здійснюється за головними показниками: енергоефективність, водоефективність, екологічність, тощо.

Метою впровадження технологій «зеленого» будівництва, на території приватного будинку є, перш за все, зниження рівня споживання енергетичних та матеріальних ресурсів при одночасному збереженні або підвищенні якості приватного будинку та комфорту його внутрішнього середовища.

Формування та впровадження технології замкнутого циклу використання води на території приватної власності є одним з напрямків реалізації механізмів «зеленого» будівництва. Його економічна та екологічна складові обґрунтовані та доведені, проте принципи реалізації на прикладі окремого будинку розкрито не повною мірою, що викликає певні труднощі під час формування власного проекту.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблеми та результати впровадження технологій зеленого будівництва розкрито на сторінках робіт багатьох як зарубіжних так і вітчизняних вчених.

Інвестиційне забезпечення зеленої економіки як пріоритетний напрям розвитку держави на засадах сталого розвитку розкрили З. А. Атаманчук та Ю. В. Неголюк [1]. Авторами запропоновано модель переходу України до «зеленої» економіки; обґрунтовано, що за умов наслідування досвіду провідних країн, чіткого державного регулювання та підтримки, якісного забезпечення інвестиціями та чітких законодавчих і правових норм, дана модель переходу та побудови нової економіки може призвести до стрімкого соціально-економічного поступу України. У регіональній площині варто відмітити роботу М. М. Данилюка та М. В. Дмитришина [2], які розкрили ключові характеристики, потреби та передумови існування зеленого будівництва, виявили різницю між традиційним та зеленим будівництвом. Науковцями охарактеризовано місце зеленого будівництва у складі зеленої економіки та виокремлено фактори за допомогою яких об'єкти зеленого будівництва впливають на навколишнє середовище та здоров'я населення; структуровано їх в логічній послідовності появи.

А. А. Бобраков, С. А. Куліш, Я. Є. Вакулюк [3] сформували основні напрямки наукових досліджень зелених конструкцій для підвищення ефективності їхнього використання. У статті описані нові технології для створення зеленого фасаду, запропонований метод її встановлення. Ця технологія поліпшує комфортне проживання в будинках, захищає його від холоду та шуму.

У [4] розглянуті світові стандарти «зелених конструкцій», перспектива впровадження цих технологій на будівельний вітчизняний ринок, напрямки основних досліджень «зелених конструкцій» в Україні. Міжнародний аспект розкрили В. М. Бредіхін, В. І. Вербицька [5]. Авторами досліджено міжнародний досвід екологічного менеджменту в будівельній галузі. Окреслено складові будівельних екотехнологій, основні стандарти, пов'язані з підвищенням рівня енергоефективності. Викладено підходи в сфері екологічного менеджменту для будівельної галузі України.

Ю. В. Ташеєв, С. В. Войтко, О. О. Трофименко, О. О. Репкін та Т. С. Кудря [6] визначили основні передумови та проаналізували тенденції використання водневих технологій з урахуванням енергетичного потенціалу та екологічних особливостей водню. Розглянули основні технології виробництва водню та визначили перспективи та недоліки їх використання. Авторами проведено аналіз капітальних витрат і вартості водню при різних способах його отримання.

Із зарубіжних авторів варто відзначити такі роботи як: Averina Julia [7], Farooqi Zia Ur & Zafar Asma & Ameen Sabeela & Ilić Predrag & Stojanović Ljiljana & Markić Dragana [8], Ngo Huu & Bui Xuan-Thanh & Nghiem Long & Guo Wenshan [9], Yeang Ken & Threipland Edwina [10], Bui Xuan-Thanh & Fujioka Takahiro & Nghiem Long [11], Bhardwaj Monu [12], Niknejad Naghmeh & Nazari Behzad & Foroutani Saman & Hussin Ab. [13], Vijayan Remya & Francis Sijo & Mathew Beena [14], Vijayan Remya [15], Ngo H.H. & Guo W. & Surampalli R.Y. & Zhang Tian [16], Raja V. & Raj S. & Sairam M. & Kasyap, Anipeddi & Kumar Ganesh & Priya R. & Jayaraman Baalamurugan & Sonawwanay Puskaraj [17], Qamar Muhammad Zaid & Noor Mariya & Ali Wahid & Qamar Muhammad [18] та інші.

Проте, враховуючи описані наукові набутки, за темою, питання розкриття принципів реалізації технології замкнутого циклу використання води на території приватної власності (приватного будинку) залишається відкритим та потребує детального опрацювання.

**Постановка завдання.** Розкрити принципи реалізації технології замкнутого циклу використання води на території приватної власності (приватного будинку).

**Викладення основного матеріалу дослідження.** Термін «зелені будинки», який на сьогодні, є загальноприйнятим у світовій практиці розкриває принципи будівництва енергоефективних екологічно стійких будівель з максимальним використанням відновлюваних енергоресурсів та високим рівнем комфорту для людини. До окресленого поняття входить, зокрема, поняття «водоефективність», тобто «зелене водопостачання та водовідведення», спрямоване на раціональне використання та економію водних ресурсів, що надаються користувачам.

У концепції «зеленого водопостачання» все більше уваги приділяється повторному використанню води. Лідируючі позиції у цій сфері сьогодні займає Австралія з інноваційною програмою, яка передбачає повторне використання води (вона реалізована водопровідною компанією штату Вікторія). Система забезпечує роздільне водопостачання з водоочисних споруд, наприклад, для поливання садів, змиву в туалетах, миття машин, пожежогасіння і навіть у декоративних ставках. Процес очищення ретельно контролюється і вода навіть вважається безпечною для споживання тваринами.

Загалом «зелені» технології, які можуть бути реалізовані у поєднанні з існуючою інфраструктурою або як автономні системи, можуть підтримувати перехід до нової парадигми повторного використання води шляхом інтеграції циркулярної економіки у принципи водного господарства країни, міста, поселення, району, тощо.

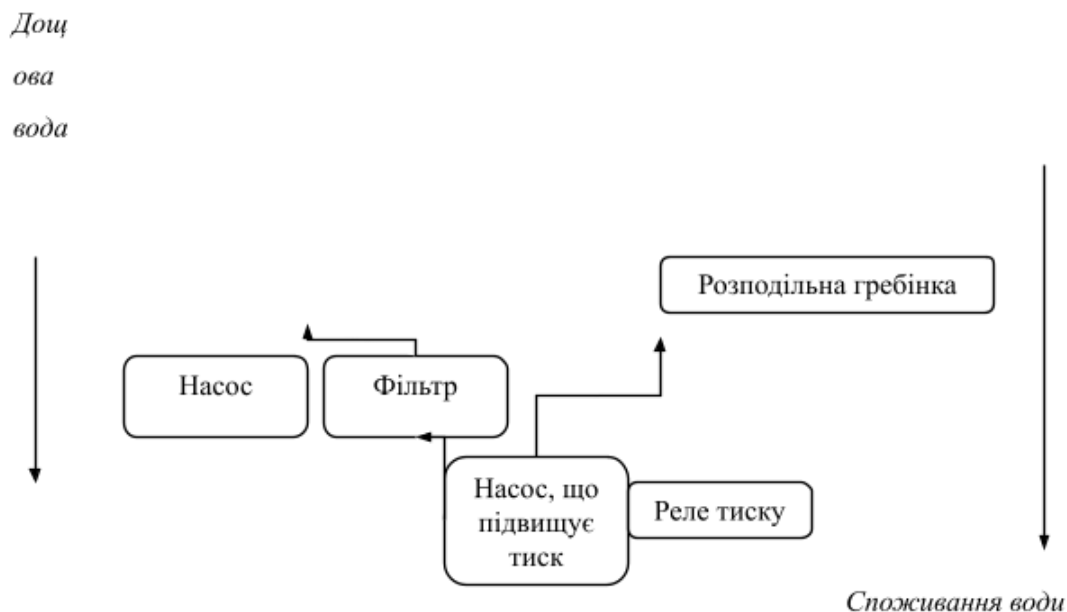
В умовах реалізації циркулярної економіки на базі окремого приватного будинку вирішуються наступні питання: відновлення та підтримка кругообігу води (за допомогою управління дощовою водою); очищення, відновлення та повторне використання води та водних відходів; відновлення та повторне використання поживних речовин; відновлення та повторне використання матеріалів; енергоефективність приватного будинку; відновлення системи приватної будівлі.

Найперспективніший варіант скорочення споживання води – створення замкнених систем. Стічні води проходять очищення спеціальним обладнанням та використовуються повторно. Складові системи оборотного водопостачання залежать від обсягу стоків і вимог, які пред'являються до якості очищеної рідини.

Одне з центральних місць у «зеленому» будівництві займають також технології ефективного та раціонального використання водних ресурсів. На рівні будівельної системи приватного будинку водні потоки, включаючи відокремлені стічні води, опади та стік, можна повторно використовувати. Існує кілька різновидів подібних систем, починаючи від простих, призначених для невеликих приватних будинків і закінчуючи пристроями промислового масштабу. Дощова вода зазвичай збирається з даху будівлі. Повторне використання води та поживних речовин шляхом поділу використовується для господарських та побутових потреб. Поза будинком вона призначена для зрошення газонів та городів, у весняно-осінній період – миття автомобілів та прибирання території навколо будинку.

Також подібна система може бути використана як автономне водопостачання у разі несправностей у системі центрального водопостачання або будь-яких збоїв при подачі води.

Схематичне зображення існуючої системи використання водних ресурсів представлено на рисунку 1.



Ємність для збору дощової води  
Водонапірна ємність  
Мембранний бак

### Водонагрівач

Рисунок 1 – Схематичне зображення існуючої системи використання водних ресурсів

Паралельну систему збору дощової води зручно застосовувати на об'єктах індивідуального замиського житлового будівництва, на територіях, віддалених від промислових зон. Серед переваг використання дощової води у побуті слід відзначити суттєве скорочення споживання звичайної водопровідної води, оскільки її витрати залежать лише від кількості мешканців та їх звичок. Також це дає можливість суттєво зменшити водозабір поверхневих та підземних вод та запобігає просіданню ґрунту.

Однак експлуатаційний попит на воду не є єдиним важливим фактором у практиці повторного використання води. Також значний вплив мають економічна складова та екологія.

Схема реалізації технології замкнутого циклу використання води на території приватної власності (приватного будинку) наведено на рисунку 2.

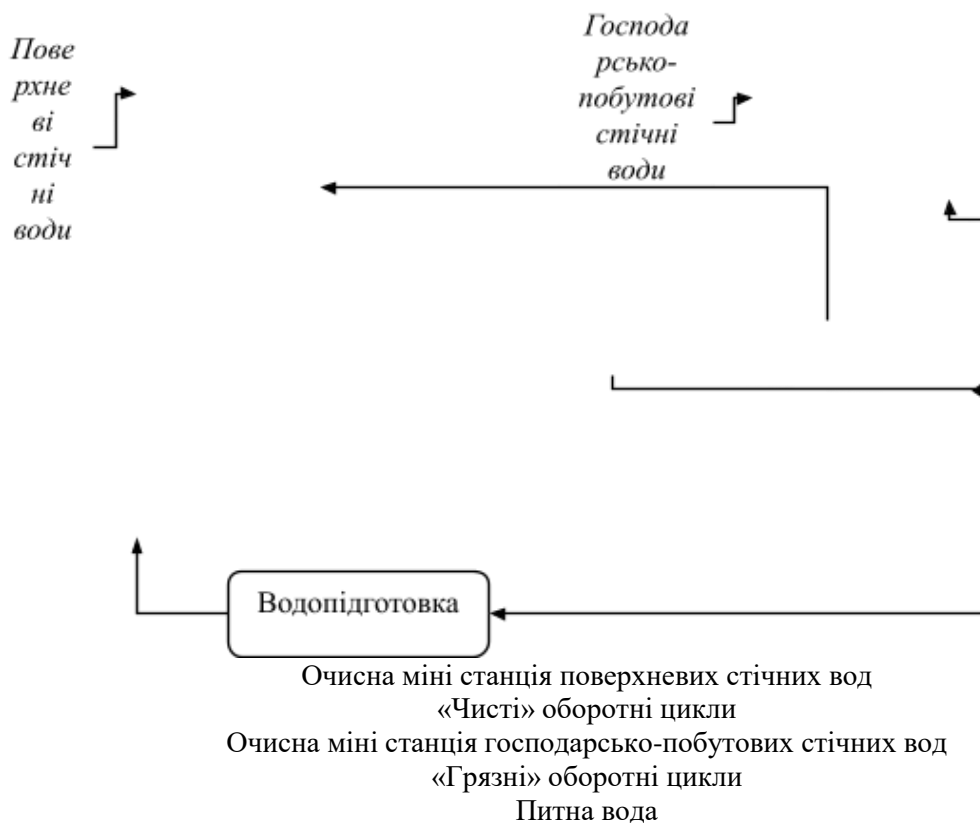


Рисунок 2 – Схема реалізації технології замкнутого циклу використання води на території приватної власності (приватного будинку)

Для реалізації замкнутого циклу використання води на території приватної власності необхідним є встановлення спеціального обладнання, яке включає багатоступінчасті фільтри, різні реагенти та коагулянти, що доводять хімічний склад води до санітарних норм. Система замкнутого циклу використання води на території приватної власності має вбудовану систему очищення, яка поєднує три типи процесів: механічний; хімічний; біологічний.

Обов'язковим є наявність автоматизації, встановлення необхідних показників та автоматичний контроль, які дозволяють працювати злагоджено та забезпечувати на виході якісний продукт (воду).

Також обов'язковою умовою, для підтримки ефективної роботи системи замкнутого циклу використання води на території приватної власності є забезпечення та підтримка певних кліматичних умов: обов'язковий монтаж системи вентиляції для циркуляції повітря; температура не нижче за відмітку +50.

Враховуючи наявність у воді сукупності мікроорганізмів та, як наслідок, розвиток біоценозів обов'язковим є періодичне промивання труб та ємностей для зберігання води. Це забезпечить захист від кількох руйнівних факторів: корозії, солей та біозаростання.

Вибір матеріалів та обладнання залежить від сфери застосування. Найбільший ефект досягається при використанні матеріалів з максимальним терміном служби та надійних фітінгів, оскільки саме фітінги забезпечують герметичність трубопроводної системи і їх несправність стає причиною аварій і протікань.

Зараз забудовники та великі девелопери, зацікавлені у застосуванні «зелених технологій», намагаються закладати рішення щодо підвищення енергоефективності об'єкта на стадії проектування, що є найбільш доцільним рішенням для подальшої експлуатації об'єкта нерухомості, що пов'язане зі зменшенням витрат на обслуговування.

Основною проблемою «зелених технологій» та розвитку екодевелопменту в цілому залишається дорожнеча їх реалізації, оскільки обладнання, що використовується, є імпортом, і не кожен забудовник чи замовник зможе дозволити собі реалізацію даної технології на своєму об'єкті.

**Висновки.** У роботі розкрито принципи реалізації технології замкнутого циклу використання води на території приватної власності (приватного будинку). Використання оборотного складу господарсько-побутових та поверхневих стічних вод дозволяє скоротити споживання води приватним будинком, підвищує екологічну складову та знижує економічне навантаження. Формування дієвої системи замкнутого циклу використання води на території приватної власності ґрунтується на встановленні спеціального обладнання, обов'язкової наявності вбудованої системи очищення води на максимальній автоматизації.

Перспективами подальших досліджень є розробка інноваційної автономної системи очищення води для повторного використання на території приватного будинку.

#### Список бібліографічного опису.

1. Інвестиційне забезпечення «зеленої» економіки як пріоритетний напрям розвитку держави на засадах сталого розвитку / З.А. Атаманчук, Ю.В. Неголюк // Економіка і організація управління, 2021. № 1 (41). С. 6-14
2. Данилюк М. М., Дмитришин М. В. Зелене будівництво у досягненні сталого регіонального розвитку // Актуальні проблеми розвитку економіки регіону: науковий журнал. Івано-Франківськ : Вид-во ДВНЗ "Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника", 2020. Вип. 16. Т. 1. С.153-162.
3. Бобраков А.А. (2019) "Озеленення" як інноваційний метод при проектуванні енергоефективних будівель та споруд / А.А. Бобраков, С.О. Куліш, Я.С. Вакулук // Комунальне господарство міст – Харків: ХНУМГ ім.О.М. Бекетова, 2019, Вип. 152. Т.6. С.203-208.
4. Ткаченко Т. М. Сучасний стан використання "зелених конструкцій" в урбоценозах / Т. М. Ткаченко, О. А. Ткаченко // Збірник наукових праць Донбаської національної академії будівництва і архітектури, 2019. № 1. С. 3-30. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/zbnpdnaba\\_2019\\_1\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/zbnpdnaba_2019_1_3).
5. Бредіхін В. М., Вербицька В. І. Напрямки розвитку «зелених» інновацій та технологій в будівництві // Комунальне господарство міст – Харків: ХНУМГ ім.О.М. Бекетова, 2019, Вип. 153. С. 69-74.
6. Глобальні тенденції розвитку водневих технологій у промисловості / Ю. В. Тащев, С. В. Войтко, О. О. Трофименко, О. О. Репкін, Т. С. Кудря // Бізнес Інформ. 2020. №8. С. 103–114.

#### References.

1. Averina, Julia. (2019). DEVELOPMENT AND DESIGN OF A CLOSED WATER USE CYCLE. 10.5593/sgem2019/3.1/S12.019.
2. Farooqi, Zia Ur & Zafar, Asma & Ameen, Sabeela & Ilić, Predrag & Stojanović, Ljiljana & Markic, Dragana. (2021). Green Technologies for Saline Water Treatment. 10.1201/9781003185437-5.
3. Ngo, Huu & Bui, Xuan-Thanh & Nghiem, Long & Guo, Wenshan. (2020). Green Technologies for Sustainable Water. Bioresource Technology. 317. 123978. 10.1016/j.biortech.2020.123978.
4. Yeang, Ken & Threipland, Edwina. (2021). Green Technology Concepts. 10.1002/9781119527831.ch5.
5. Bui, Xuan-Thanh & Fujioka, Takahiro & Nghiem, Long. (2020). Green Technologies for Sustainable Water (GTSW). Environmental Technology & Innovation. 21. 101192. 10.1016/j.eti.2020.101192.
6. Bhardwaj, Monu. (2021). The Advantages and Disadvantages of Green Technology. Journal of Basic and Applied Engineering Research. 1957-1960.
7. Niknejad, Naghme & Nazari, Behzad & Foroutani, Saman & Hussin, Ab. (2022). A bibliometric analysis of green technologies applied to water and wastewater treatment. Environmental Science and Pollution Research. 1-15. 10.1007/s11356-022-18705-1.
8. Vijayan, Remya & Francis, Sijo & Mathew, Beena. (2021). Application of Green Technology in Water and Wastewater Treatments. 10.1201/9781003055471-4.
9. Vijayan, Remya. (2020). Application of Green Technology in Water and Wastewater Treatments.
10. Ngo, H.H. & Guo, W. & Surampalli, R.Y. & Zhang, Tian. (2016). Green Technologies for Sustainable Water Management. 10.1061/9780784414422.
11. Raja, V. & Raj, S. & Sairam, M. & Kasyap, Anipeddi & Kumar, Ganesh & Priya, R. & Jayaraman, Baalamurugan & Sonawwanay, Puskaraj. (2021). Geopolymer green technology. Materials Today: Proceedings. 10.1016/j.matpr.2021.01.138.
12. Qamar, Muhammad Zaid & Noor, Mariya & Ali, Wahid & Qamar, Muhammad. (2021). Green Technology and its Implications Worldwide. 3. 10. [https://www.researchgate.net/publication/350443477\\_Green\\_Technology\\_and\\_its\\_Implications\\_Worldwide](https://www.researchgate.net/publication/350443477_Green_Technology_and_its_Implications_Worldwide)