

А.І. Решетченко, Н.О. Телюра, А.В. Коновалов

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ УРБОСИСТЕМ ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ЗАСАДАХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Проаналізовано основні аспекти реалізації зеленого будівництва як елемента сприяння досягнення цілей сталого розвитку та підвищення екологічної безпеки урбанізованих систем. Висвітлено цілі сталого розвитку, на які зелене будівництво має пряий чи опосередкований вплив із зазначенням критеріїв покращення стану довкілля, сприяння ресурсозбереження та енергоефективності.

Ключові слова: екологічна безпека, зелене будівництво, сталий розвиток, урбосистеми, інноваційні рішення

Постановка проблеми

Екологічна безпека України є важливою складовою загальної безпеки держави і передбачає забезпечення сталого розвитку, який би враховував інтереси сучасного суспільства, але при цьому не спричиняв шкоди навколишньому природному середовищу та не обтяжував природу настільки, щоб забезпечити її збереження для майбутніх поколінь. Стійка динаміка посилення антропогенного навантаження на довкілля вимагає впровадження методів, спрямованих на мінімізацію та усунення техногенного навантаження урбанізованих систем з метою забезпечення екологічної безпеки держави. [1 – 2].

Сьогодні будівельна галузь в Україні є однією із найбільших забруднювачів навколишнього середовища разом з промисловими підприємствами і транспортом [3 – 4]. Тому питання мінімізації впливу будівельної галузі на навколишнє середовище та сприяння зеленій сертифікації та зеленому будівництву є наразі актуальним для вирішення.

Для досягнення цієї мети, слід виділити основні стратегії для впровадження:

1. Планування та дизайн міста:

- розробка і використання зонування міста з метою обмеження будівельної діяльності в екологічно вразливих та цінних природних об'єктах;
- розробка міських планів, які сприяють збереженню зелених та рекреаційних зон для населення.

2. Використання екологічно чистих технологій:

- впровадження сучасних технологій будівництва, які дозволяють зменшити викиди забруднюючих речовин та споживання природних ресурсів;
- використання відновлюваних джерел енергії та ефективних систем водопостачання та

водовідведення.

3. Відновлення та збереження природних екосистем:

- створення міських парків та зелених коридорів для покращення рекреаційних можливостей та збереження біорізноманіття;
- пошук та відновлення природних екосистем, які постраждали внаслідок розвитку міста.

4. Контроль за будівельною діяльністю:

- здійснення суворого контролю за відповідністю будівельних проєктів нормам екологічної безпеки та вимогам до забезпечення безпеки життя мешканців;
- сприяння розвитку системи моніторингу та вимірювання викидів та інших негативних впливів будівельної діяльності на довкілля.

5. Громадська участь та освіта:

- залучення громадськості до процесів прийняття рішень з питань будівництва та розвитку міста;
- проведення інформаційних кампаній та освітніх заходів щодо важливості збереження природи та зменшення негативного впливу будівельної діяльності.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Питаннями організації екологічно безпечного територіального розвитку займалися такі вітчизняні та закордонні вчені як Цигичко С.П., Доусон Дж., Дмитренко А.Ю., Крістіан Д.Л., Остафійчук Я.В., Кривомаз Т.І. Однак, проблема антропогенного пресингу будівельної діяльності, у тому числі виробництва будівельних матеріалів, досі не вирішена світовою науковою спільнотою у певній мірі.

Так, наприклад, автори статті [5] підіймають питання проблеми, пов'язані із правовими засадами забезпечення екологічної безпеки будівельних матеріалів та встановлення європейських екологічних

вимог. У науковому доробку [6] розкриваються питання впливу будівельної галузі на зміни клімату та наголошується на необхідності впровадження та розвитку зеленого будівництва в Україні.

Мета статті

Метою статті є аналітичний огляд науково-технічної літератури та узагальнення концепцій зеленого будівництва для сприяння досягненню цілей сталого розвитку та із дотриманням принципів екологічно безпечного розвитку урбанізованих систем.

Виклад основного матеріалу

Відповідно до досліджень [8], будівельна галузь впливає на кліматичні зміни та енергоспоживання, є основним джерелом утворення відходів, забруднювачем атмосферного повітря та утворення шумового навантаження урбанізованих систем. Будівництво, експлуатація будівель та споруд мають значний вплив на викиди парникових газів та споживання енергії на протязі всього життєвого циклу будівлі. Особливої уваги слід приділити питанням виробництва будівельних матеріалів таких як цемент, сталь, скло та інші, що вимагає значної кількості енергії та ресурсів, які призводять до великої кількості викидів CO₂ та інших парникових газів.

Для реалізації впровадження стратегій зеленого будівництва необхідно звернутись до Резолюції Генеральної Асамблеї ООН «Перетворення нашого світу: Порядок денний в області сталого розвитку на період до 2030 року», яка включає у себе 17 глобальних цілей та 169 завдань. Міжнародний досвід багатьох країн світу доводить, що реалізація стратегій зеленого будівництва сприяє досягненню Цілей сталого розвитку та виступають каталізатором вирішення низки нагальних глобальних проблем.

Щоб визначити реальний вплив будівлі на навколишнє середовище, слід вживати інноваційних методів, таких як аналіз життєвого циклу будівлі (Life Cycle Analysis, LCA) – це систематичний підхід для оцінки впливу будівлі на навколишнє середовище та соціальну сферу протягом всього її життя, включаючи проектування, будівництво, експлуатацію та реконструкцію/знесення. Цей аналіз допомагає визначити оптимальні рішення щодо будівництва, з урахуванням вимог біосферосумісності та сталого розвитку. (рис. 1).

Будь-яка будівля піддається впливу різних факторів протягом свого життєвого циклу, включаючи проектування, будівництво, експлуатацію, реконструкцію та знесення. Визначальним на етапі будівництва є ступінь споживання ресурсів та енергії на майбутніх етапах,

таких як технічне обслуговування, реконструкція, переобладнання та реструктуризація.

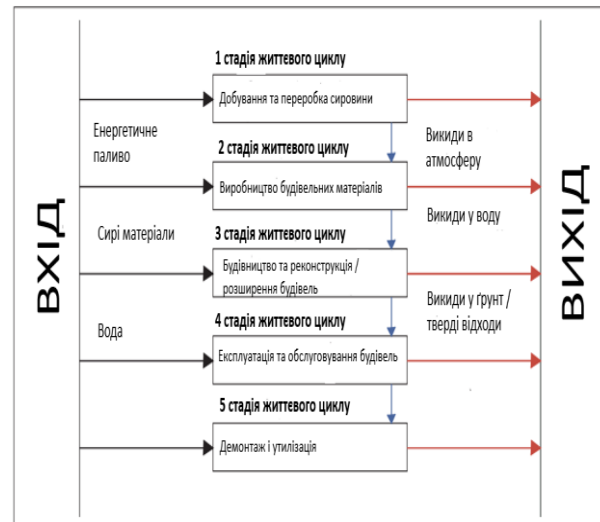


Рис. 1. Блок-схема життєвого циклу будівлі

Визначальні проблеми, які необхідно розглянути, поділяються на п'ять основних категорій:

- споживання енергії;
- матеріалокористування;
- використання води;
- поводження з відходами;
- контроль шумового забруднення.

Енергоефективні аспекти необхідно впроваджувати на етапі проектування та дотримуватись наступних вимог:

- впровадження пасивних принципів проектування, для мінімізації енергоспоживання будівлі;
- використання відновлювальних джерел енергії для задоволення попиту на енергію, що зменшується;
- при використанні звичайних систем, необхідно визначити найбільш ефективні та найменш забруднюючі їх типи.

У концепції зеленого будівництва, матеріалокористування можливо розглядати із декількох аспектів. Так, по-перше, це використання екологічно безпечних будівельних матеріалів, які ще на стадії виробництва відповідають критерію «екологічно чистий» та проходять відповідну сертифікацію. По-друге, необхідно враховувати втілену енергію на вироблення таких будівельних матеріалів, надавати перевагу місцевим виробникам (для мінімізації забруднення навколишнього середовища при транспортуванні будівельних матеріалів) та враховувати локальний та глобальний вплив на навколишнє природне середовище.

Відповідно до інноваційних підходів зеленого будівництва, вода, що використовується в будинках, повинна відповідати санітарно-гігієнічним нормам питного споживання. А після використання, стічні води необхідно направляти на повторну доочистку через каналізаційну мережу з метою повторного використання та для подальшого її випуску у навколишнє середовище.

При проєктуванні будівель, з метою дотримання зазначеної концепції оборотного використання стічних вод, слід дотримуватись таких принципів:

- впроваджувати методи, обладнання та пристрої щодо економії води;
- вживати організаційно-технічних рішень щодо захисту джерел підземних вод;
- впроваджувати інноваційні технічні рішення очистки та утилізації стічних вод (регіонального та локального рівнів).

Для вирішення питань поводження з відходами, відповідно до стратегій зеленого будівництва та відповідності вимогам рамкової директиви ЄС щодо відходів [8] слід дотримуватись наступних принципів:

- використання екологічно чистих будівельних матеріалів (вироблених із дотриманням принципів енергозбереження, заощадження природних ресурсів та ін.);
- використання обмеженої кількості будівельних матеріалів для мінімізації утворення будівельних відходів;
- планування безпечного та належного зберігання, попередньої обробки та ефективної утилізації для різних категорій відходів;
- розробка локальної стратегії управління відходами на етапі проєктування будівлі (сортування, переробка, повторне використання).

При дотриманні принципів зеленого будівництва, з метою контролю шумового навантаження на територію житлової забудови, слід дотримуватись принципів локального озеленення та використання комбінаторних шумозахисних практичних рішень [9], які включають у себе:

- локальне озеленення джерел шумового забруднення житлової забудови (здебільшого це автомобільні дороги) із використанням вічнозелених чагарників;
- вертикальне озеленення фасадів будинків;
- облаштування зелених дахів.

Усі вищезазначені заходи сприяють не лише зниженню шумового навантаження на території житлової забудови, а також мають газозахисні властивості (поглинання вуглекислого газу та виділення кисню рослинами), впливають на покращення мікроклімату в житлових кварталах, підвищують психофізіологічний стан мешканців озелених мікрорайонів.

Виділивши основні аспекти та засади зеленого будівництва, стає можливим проаналізувати доступні шляхи досягнення цілей сталого розвитку при використанні методів зеленого будівництва.

Аналіз цілей сталого розвитку та завдань, доводить, що зелене будівництво сприяє досягненню більшості із 17 цілей сталого розвитку, а саме:

2 ЦСР «Міцне здоров'я» – зелені будівлі зазвичай створюють комфортні та здорові умови для життя та роботи, що впливає на загальне благополуччя населення

7 ЦСР «Відновлювальна енергія» – використання енергоефективних технологій при зеленому будівництві. Зелені будівлі можуть значно знизити витрати на енергопостачання завдяки ефективному утепленню та системам контролю температури.

8 ЦСР «Гідна праця та економічне зростання» – створення нових робочих місць

9 ЦСР «Інновації та інфраструктура» – зелене будівництво стимулює розвиток нових технологій та підходів, що сприяють сталому розвитку.

11 ЦСР «Сталий розвиток міст та спільнот» – розвиток екологічно стійких урбанізованих систем

12 ЦСР «Відповідальне споживання» – сприяння дотриманню принципів циркулярної економіки та відповідального використання ресурсів. Зелені будівельні практики спрямовані на зменшення використання природних ресурсів, таких як вода та енергія, завдяки використанню енергоефективних технологій і матеріалів.

13 ЦСР «Пом'якшення наслідків змін клімату» – зелені будівельні методи дозволяють зменшити викиди парникових газів, завдяки удосконаленню утепленню, вентиляції та використанню відновлюваних джерел енергії.

15 ЦСР «Збереження екосистем суші» – зелені будівлі можуть бути спроектовані таким чином, щоб мінімізувати вплив на навколишнє середовище і біорізноманіття, наприклад, захищаючи природні екосистеми та ландшафти.

17 ЦСР «Партнерство заради стійкого розвитку» – зелене будівництво сприяє розвитку міжнародного партнерства та співробітництва у даній галузі.

Таким чином, зелене будівництво впливає на багато аспектів сталого розвитку, включаючи екологічну стійкість, економічний розвиток та соціальне благополуччя [10].

Впровадження зеленого будівництва в Україні вимагає комплексного підходу та спільних зусиль уряду, громадськості, будівельників та інших зацікавлених сторін. Цьому процесу може сприяти законодавча підтримка: Уряд повинен розглянути можливість впровадження стандартів та нормативів, які сприяють зеленому будівництву, включаючи

вимоги щодо енергоефективності та використання відновлювальних джерел енергії. Також слід звернути увагу на фінансову підтримку через високу вартість таких проектів на початковому етапі, тому важливо створити фінансові стимули, такі як пільги або допомога для розробників та будівельників. Зелене будівництво вимагає спеціалізованих знань та навичок. Навчання будівельників та професіоналів буде ключовим для успішної імплементації зелених технологій.

Важливо кроком на шляху впровадження зеленого будівництва в Україні та сприяння досягненню цілей сталого розвитку є встановлення системи моніторингу та оцінки для вимірювання впливу зелених будівельних проектів на навколишнє середовище та суспільство.

За умов відсутності імplementованої європейської та державної нормативно-правової бази стосовно зеленого будівництва, слід звернути особливу увагу щодо правових засад впровадження зеленого будівництва в Україні. Існують декілька організацій і агентств, які сприяють та підтримують розвиток зеленого будівництва. Наприклад, Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України (САБЕ) спільно з міжнародними організаціями та експертами розробляло та впроваджувало стандарти та інші інструменти, спрямовані на збільшення енергоефективності в будівництві та створення зелених будівель. Незалежна організація Ukraine Green Building Council (UGBC) працює над просуванням зеленого будівництва в Україні. Вони сприяють створенню та впровадженню стандартів, надають освітні послуги та консультації.

Висновки

В результаті проведеного аналітичного огляду науково-технічної інформації щодо основних інноваційних методів реалізації зеленого будівництва, можна дійти висновку, що зелене будівництво сприяє створенню більш екологічно безпечних та стійких урбанізованих систем, що допомагає зменшити негативний вплив на природне середовище та підвищити якість життя у містах. Основні концепції, що сприяють підвищенню екологічної безпеки та досягненню цілей сталого розвитку: використання енергоефективних матеріалів та технологій, використання відновлювальних джерел енергії, зменшення споживання природних ресурсів, сприяння розвитку сталої інфраструктури урбанізованих систем. Виділено обмеженість нормативно-правової, регламентуючої та законодавчої бази щодо реалізації зеленого будівництва, як один із елементів для подальшого аналізу можливості імплементації європейських стандартів в державне законодавство.

Література

1. *Забезпечення екологічної безпеки [Текст]: підручник / М.В. Сарапина, В.А. Андронов, С.Р. Артем'єв, О.В. Бригада, О.В. Рибалова.* – Х.: НУЦЗУ, 2019. – 246 с.
2. *Решетченко А.І. Обґрунтування техніко-економічних рішень підвищення екологічної безпеки урбосистем [Текст]: / А.І. Решетченко, Н.О. Телюра, О.С. Ломакіна // Комунальне господарство міст. Серія «Технічні науки та архітектура».* – 2022. – №170. – С. 62–70.
3. *Екологія в архітектурі і містобудуванні [Текст]: навч. посібник / С.П. Цигичко* – Х.: ХНАМГ, 2012. – 146 с.
4. *Cheriyani D. A review of research on particulate matter pollution in the construction industry [Text] / D. Cheriyani, SNOI, Jae-ho // Journal of Cleaner Production.* – 2020 – № 254. – P.236–248.
5. *Краснова М.В. Правові засади забезпечення екологічної безпеки будівельних матеріалів в Україні [Текст]: / М.В. Краснова, Ю.А. Краснова // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: юридичні науки – 2021. – Т. 32 (71). – №2 – С. 33–40.*
6. *Кривомаз Т. І. Зниження впливу будівельної галузі на кліматичні зміни шляхом впровадження принципів зеленого будівництва / Т. І. Кривомаз, А. М. Савченко // Екологічна безпека та природокористування : зб. наук. праць / Київ. нац. ун-т буд-ва і архит. ; гол. ред. О. М. Трофимчук. - Київ, 2021. - Вип. 1(37). - С. 55-68.*
7. *Houghtona A. Analysis of correlations between neighborhood-level vulnerability to climate change and protective green building design strategies: A spatial and ecological analysis / A. Houghtona, C. Castillo-Salgado // Building and Environment.* – Vol. 168. – 106523
8. *Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. Official Journal of the European Union L, 2008, 312.3: 22.*
9. *Решетченко А.І. Підвищення екологічної безпеки урбосистем при техногенному навантаженні від шумового забруднення [Текст] : дис. ... канд. техн наук / А.І. Решетченко.* – СумДУ. – Суми, 2020. – 155 с.
10. *Vig, S. Sustainable development through sustainable entrepreneurship and innovation: a single-case approach [Text] / S. Vid // Social Responsibility Journal.* – Vol. 19. – No. 7. – P. 1196-1217

References

1. *Sarapina, M.V., Andronov, V.A., Artemiev, S.R., Brigade, O.V. & Rybalova, O.V. (2019). Ensuring ecological safety.* Kharkiv: NUTZU.
2. *Reshetchenko, A.I., Tellyura, N.O. & Lomakina, O.S. (2022). Justification of technical and economic solutions to increase the ecological safety of urban systems. Communal management of cities. "Technical sciences and architecture" series, (170), 62–70.*
3. *Tsyhychko, S. (2012). Ekolohiia v arkhitekturi i mistobuduvanni. KhNAMH.146*
4. *Cheriyani, D., & Choi, J. H. (2020). A review of research on particulate matter pollution in the construction industry. Journal of Cleaner Production, 254, 236–248..*
5. *Krasnova, M. V., & Krasnova, Yu. A. (2021). Pravovi zasady zabezpechennia ekolohichnoi bezpeky budivelnikh materialiv v Ukraini. Vcheni zapysky, №2, 33–40*
6. *Kryvomaz, T. I., & Savchenko, A. M. (2021). Znyzhennia vplyvu budivelnoi haluzi na klimatychni zminy shliakhom vprovadzhennia pryntsyypiv zelenoho budivnytstva, 1(37), 55–68*
7. *Houghton, A., & Castillo-Salgado, C. (2020). Analysis of correlations between neighborhood-level vulnerability to climate change and protective green building design strategies:*

A spatial and ecological analysis. *Building and Environment*, 168, 106523.

8. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. *Official Journal of the European Union L*, 2008, 312.3: 22.

9. Reshetchenko, A.I. (2020). *Increasing the environmental safety of urban systems under man-made load from noise pollution* (dis. ... cand. tehn sciences). Sumy State University, Sumy, Ukraine.

10. Vig, S. (2023), "Sustainable development through sustainable entrepreneurship and innovation: a single-case approach", *Social Responsibility Journal*, Vol. 19 No. 7, pp. 1196-1217

Автор: РЕШЕТЧЕНКО Альона Ігорівна
кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної екології міст
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

E-mail – alona.reshetchenko@kname.edu.ua

ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0767-8597>

Автор: ТЕЛЮРА Наталя Олександрівна
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інженерної екології міст

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

E-mail – natalya.telyura@kname.edu.ua

ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0732-7789>

Автор: КОНОВАЛОВ Андрій Валерійович
магістр кафедри інженерної екології міст

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

E-mail – andrii.konovalov@kname.edu.ua

ID ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0902-6350>

IMPROVING THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF URBAN SYSTEMS IN THE IMPLEMENTATION OF CONSTRUCTION ACTIVITIES ON THE BASIS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

A. Reshetchenko, N. Teliura, A. Konovalov

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

The article analyzes the main aspects of green building implementation as an element of promoting the achievement of sustainable development goals and improving the environmental safety of urbanized systems. The article highlights the sustainable development goals on which green building has a direct or indirect impact, indicating the criteria for improving the environment, promoting resource conservation and energy efficiency.

Today, the construction industry in Ukraine is one of the largest polluters of the environment, along with industrial enterprises and transportation. That is why the issue of minimizing the construction industry's impact on the environment is relevant.

To determine the real impact of a building on the environment, it is proposed to use innovative methods, such as life cycle analysis, which is a systematic approach to assessing the environmental and social impact of a building throughout its life, including design, construction, operation, and reconstruction/demolition. This analysis helps to determine the optimal construction solutions, taking into account the requirements of biosphere compatibility and sustainable development.

The article describes the main advantages of green building. Green buildings use energy-efficient technologies and materials that help reduce emissions of harmful substances into the air and water. This helps to reduce environmental pollution and improve air quality. Green buildings often use solar panels, wind turbines, and other sources of renewable energy to help reduce dependence on fossil fuel consumption and ensure a stable energy supply. Green buildings aim to reduce the consumption of natural resources, such as water and wood, through the implementation of efficient resource management systems and the use of recycled materials. Green building can contribute to the development of sustainable infrastructure, such as efficient water supply, sewerage and urban transport systems, which ensures the sustainable functioning of urbanized systems. The article highlights the main concepts that contribute to improving environmental safety and achieving sustainable development goals: the use of energy-efficient materials and technologies, the use of renewable energy sources, reducing the consumption of natural resources, and promoting the development of sustainable infrastructure in urbanized systems.

The author highlights the limited legal, regulatory and legislative framework for the implementation of green building as one of the elements for further analysis of the possibility of implementing European standards in state legislation.

Keywords: environmental safety, green building, sustainable development, urban systems, innovative solutions.