

МІЖНАРОДНІ СИСТЕМИ ОЦІНКИ «ЗЕЛЕНОГО» БУДІВНИЦТВА

М.Я. Височанська

доктор економічних наук, старший дослідник

Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)

e-mail: mariya_vysochanska@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2116-9991>

С.О. Косовський

ТОВ «Глімар» (м. Київ, Україна)

e-mail: pcbshnik513@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9231-2022>

«Зеленому» будівництву приділено велику увагу на початку ХХІ століття через зростання занепокоєння щодо екологічного стану навколишнього середовища. Зростання попиту на «зелені» будівлі призвело до необхідності певної їх оцінки, а саме сертифікації цих будівель за набором визначених критеріїв. Це сприяло появі численних систем оцінки «зеленого» будівництва. У цій статті порівнюються 3 найпоширеніші системи оцінки «зеленого» будівництва, щоб визначити їх схожість та відмінності для майбутнього застосування. Нині нараховується в критеріїв оцінки як база для порівняння у кожній із досліджуваних систем оцінювання. Наша стаття показує, що найпоширенішими критеріями оцінки є енергоефективність, ефективність використання води, управління відходами, вплив на навколишнє середовище, безпека життєдіяльності та комфорт. Цей огляд сприяє як теоретичній, так і практичній оцінці «зеленого» будівництва.

Ключові слова: «зеленого» будівництва, навколишнє природне середовище, критерії, ефективність, проектування, енергоефективність.

ВСТУП

Зазвичай будівництво напряму пов'язане з численними впливами на навколишнє середовище. За даними літератури, у 2018 році будівельні сектори, що включають житлові та комерційні споруди, споживали приблизно 20% світової енергії. У свою чергу, існують прогнози, що їхнє енергоспоживання зростатиме на 1,3% на рік до 22% у 2050 році. Збільшенню споживання енергії в будівлях значною мірою сприяють країни, що розвиваються. Це пояснюється збільшенням попиту на енергію, що викликано інтенсифікацією урбанізації, а також кращим доступом до електроенергії [1]. Хоча промислові сектори все ще залишаються найбільшим споживачем енергії, споживаючи майже 40% світової енергії в 2018 році, житлові сектори не відстають від цього показника. Будівельний та промисловий сектори тісно пов'язані з такими будівельними матеріалами, як залізо, сталь, алюміній та фарби, що надходять із промислових секторів. Враховуючи виробництво та транспортування будівельних матеріалів, енергоспоживання будівель перевищить розрахункове споживання енергії на 20% [1]. Електрика, яка спрямовується до житлових будинків, використовується в основному для опалення та охолодження приміщень, нагріву води, а також охолодження, тоді як електроенергія, що розподіляється до комерційних будівель, використо-

вується переважно для живлення комп'ютерів та офісного обладнання, охолодження, системи охолодження приміщень та вентиляції. Збільшення використання світлодіодних (LED) ламп і компактних люмінесцентних ламп могло б зменшити використання електроенергії [2].

Будівлі, будучи енерговитратними, також виділяють парникові гази. Було підраховано, що будівлі та будівництво становлять 39% загального викиду CO₂. Крім того, будівлі одночасно споживають воду і продукують стічні води. Щороку майже 13,6% загальної питної води, що еквівалентно 15 трильйонам галонів, використовується будівлями [1]. Будівництво створює попит на будівельні матеріали, виробництво яких призводить до викиду парникових газів. Фактично, парникові гази викидаються протягом усього життєвого циклу будівлі, від виробництва та переробки сировини, транспортування будівельних матеріалів до знесення будівель наприкінці терміну їх експлуатації [3]. Вплив будівництва на навколишнє середовище призвів до висновку про необхідність зробити будівлі більш енергоефективними та екологічно чистими. Це сприяло започаткуванню руху «зеленого» будівництва, основою якого є екологічність у проектування та будівництві нових будівель, а також модернізації наявних будівель [4].

«Зелені» будівлі це поєднання практики, технології та методики для зменшення впливу

будівель на навколишнє середовище та здоров'я, використовуючи відновлювані джерела енергії для забезпечення електроенергією [5]. Крім того, «зелені» будівлі також оптимізують використання рослин і дерев, зменшують стік дощової води, використовують екологічно чисті матеріали та сприяють переробці відходів [6]. Кульмінацією руху «зеленого» будівництва в США стало створення в 1993 році Ради «зеленого» будівництва США (USGBC) для заохочення екологічного проектування, будівництва та експлуатації будівель [4]. USGBC побачила необхідність встановлення стандартів для «зелених» будівель, що призвело до наступного заснування Лідерства в енергетичному та екологічному дизайні (LEED). З цього приводу LEED перетворився на повний набір стандартів, що вивчають проектування, експлуатацію, технічне обслуговування, інновації, а також соціальні функції «зелених» будівель [6]. Незважаючи на те, що LEED широко використовується сьогодні, вона не є першою розробленою системою оцінки «зеленого» будівництва. Метод екологічної оцінки Building Research Establishment (BREEAM) був запущений у 1990 році, за чотири роки до випуску LEED [7]. Відтоді було запроваджено багато інших систем оцінки «зеленого» будівництва. Наприклад, у 1996 році Метод екологічної оцінки будівель (BEAM) Гонконгу був розроблений Керівним комітетом BEAM, який пізніше співпрацював з іншими основними гравцями, щоб сформувати раду з «зеленого» будівництва Гонконгу (HKGBC). HKGBC у 2010 році випустила оновлену версію BEAM, яка називається BEAM Plus [7]. Після LEED також були запущені інші регіональні системи оцінки «зеленого» будівництва, такі як Комплексна система оцінки ефективності навколишнього середовища (CASBEE) Японії, Зелена марка (GM) Сінгапуру та Індекс «зеленого» будівництва (GBI) Малайзії [8]. Системи оцінок зазвичай охоплюють загальні ознаки, такі як енергоефективність, ефективність використання води, ефективність використання матеріалів, підвищення якості навколишнього середовища всередині приміщень, а також зменшення відходів [6; 8; 9]. Однак у різних рейтингових системах акцент може відрізнятися. Було проведено численні дослідження, спрямовані на порівняння кількох рейтингових систем, а саме LEED і BREEAM [4; 6; 8; 10]. Більшість досліджень включають LEED у порівняння, ймовірно, тому що LEED найбільш широко використовується. Незважаючи на те, що були проведені численні дослідження «зелених» рейтингових систем, існує відсутність порівняння популярних рейтингових систем за конкретним списком критеріїв оцінки.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Значний внесок у вивчення питання міжнародних систем оцінки «зеленого» будівництва зробили закордонні вчені (Nejat, P. et al., Melgar, S.G. et al., Zhang Y. et al., Illankoon I.M et al., Lu, W. et al., Rastogi A. et al., Wu P. et al., Aye L. et al., Awadh O. et al., Kim S. et al. [1–3; 6–7; 9–11; 13; 18]). Однак наразі не визначено основні критерії, які співпадають у трьох основних системах оцінки «зеленого» будівництва, відсутня порівняльна характеристика систем.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У нашій статті порівнюються найпоширеніші системи оцінки «зеленого» будівництва LEED, BREEAM та CASBEE. Системи рейтингів були визначені шляхом пошуку в системі Google Scholar літератури, пов'язаної з системами оцінювання екологічного будівництва за останні 10 років. Окрім цього було створено перелік загальних критеріїв як основу для порівняння рейтингових систем [8; 11].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Різні системи оцінювання «зеленого» будівництва мають різні категорії сертифікації як інструменти оцінювання. Найпоширенішими категоріями є сертифікація нових будівель, наявних будівель та інтер'єрів (табл. 1). У кожній системі оцінки є такі категорії оцінки: міський розвиток, міста, житлові товариства та «зелені» селища. Це дає можливість специфічного використання рейтингових систем до цільового пристосування різних типів розвитку, а не використання єдиної системи оцінювання для всіх [6]. Варто також зазначити, що є системи оцінки «зеленого» будівництва, які ініційовані приватними організаціями, які є членами певних країн. Однак у більшості випадків для забезпечення об'єктивності та прозорості незалежні органи проводять оцінку «зеленого» будівництва третьою стороною [12; 13].

Сертифікація «зеленого» будівництва також стикається з проблемами опору змінам та витратам і варто уважно вивчити ці проблеми, щоб сприяти сертифікації «зеленого» будівництва [6; 14]. Хоча в таблиці наведено найбільш поширені системи оцінки «зеленого» будівництва за останнє десятиліття, було розроблено багато інших регіональних рейтингових систем.

У міжнародних системах оцінки «зеленого» будівництва вказано критерії, які ними використовуються. П'ять критеріїв, які охоплюють

Таблиця 1.

Загальний опис систем оцінки «зеленого» будівництва

№ з/п	Система оцінки «зеленого» будівництва	Засновник	Загальний опис
1	LEED	Рада «зеленого» будівництва США	Новобудови, наявні будівлі, внутрішня та зовнішня оболонка будівлі, внутрішнє обладнання для загального та офісного управління, галузь роздрібної торгівлі, житлові будинки, міський розвиток, школи, медичні заклади
2	BREEAM	Британська система сертифікації	Новобудови, цивільне будівництво та державна сфера, наявні будівлі; будинки та комерційні будівлі
3	CASBEE	Японський консорціум сталого будівництва	Новобудови, наявні будівлі, будівлі, що потребують відновлення, комерційні інтер'єри; тимчасове будівництво, для міст, що розвиваються, для приватних будинків; для багатоквартирних будинків

Джерело: сформовано авторами.

усі системи рейтингу, які порівнюються, — це енергоефективність, ефективність використання води, а також вплив на навколишнє середовище, безпека життєдіяльності та комфорт. Деякі системи оцінювання, такі як BREEAM, використовують критерії, які додатково включають у себе область шуму, якості повітря в приміщенні, просторової характеристики та теплового комфорту. «Управління відходами» також регулярно з'являється в системах рейтингу «зеленого» будівництва. Проведено порівняння важливості шести найбільш поширених критеріїв рейтингу «зелених» будівель для нових споруд. Визначено, що система LEED характеризується акцентом на енергоефективності в порівнянні з іншими системами рейтингу. BREEAM і CASBEE роблять значний акцент

на вплив на навколишнє середовище, безпеці життєдіяльності та комфорті в приміщенні [15; 16] (рис. 1).

Важливість критеріїв може відрізнитися залежно від типу будівлі. Кім і Осмонд у своєму опитуванні серед персоналу лікарні, пацієнтів та відвідувачів показали, що якість навколишнього середовища у приміщеннях сприймається як найважливіший критерій для сертифікації екологічно чистих будівель охорони здоров'я [17; 18]. Низка вчених висловили думку, що теперішні системи оцінювання «зеленого» будівництва, незважаючи на те, що широко спрямовані на екологічну та соціальну складову, не приділяють тієї ж уваги економічній складовій [14]. Крім того, бракує вичерпного визначення деяких аспектів, пов'язаних із дизайном, зокрема

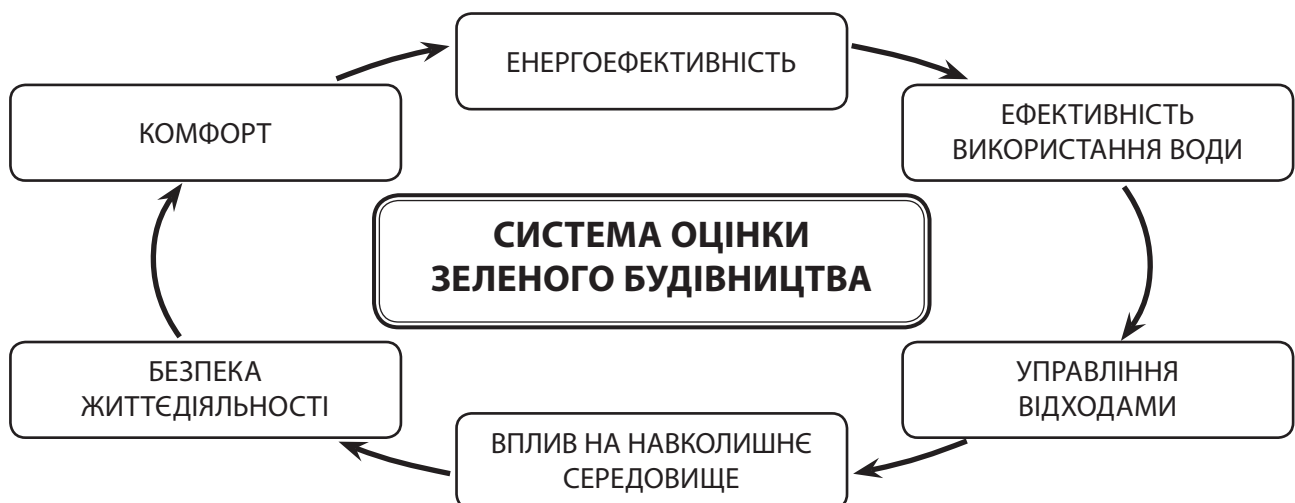


Рис. 1. Складові системи оцінки «зеленого» будівництва

Джерело: сформовано авторами.

стратегій пасивного проектування [19]. Варто звернути увагу на те, що критерії в різних рейтингових системах можуть мати свої назви, проте включати аспекти, що збігаються, наприклад між стійким розташуванням і використанням землі, а також між врахуванням клімату, інтегративним процесом та управлінням будівельним проектом.

ВИСНОВКИ

У дослідженні порівнюються 3 системи оцінки екологічних «зелених» будівель за 6 критеріями. Найпоширенішими критеріями є енергоефективність, якість навколишнього се-

редовища в приміщенні, здоров'я та благополуччя, стійке розміщення, ефективність використання матеріалів та ефективність використання води. Дослідження сприяє кращому розумінню найпоширеніших систем оцінки «зеленого» будівництва, які використовуються в усьому світі. Підкреслено відмінності в критеріях оцінки та вагомості критеріїв, щоб дозволити розробникам проектів або забудовникам приділяти належну увагу критеріям, які найбільше стосуються рейтингових систем, що представляють інтерес. Вказано на необхідність поглянути на впровадження рейтингових систем та на перешкоди на шляху їх впровадження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Nejat P., Jomehzadeh F., Taheri M.M., Gohari M., Majid M.Z.A. A global review of energy consumption, CO₂ emissions and policy in the residential sector (with an overview of the top ten CO₂ emitting countries). *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2015. 43. P. 843–862.
2. Melgar S.G., Bohórquez M.Á.M., Márquez J.M.A. UhuMEB: Design, construction, and management methodology of minimum energy buildings in subtropical climates. *Energies*. 2018. 11. P. 2745.
3. Zhang Y., Kang J. and Jin H. A review of green building development in China from the perspective of energy saving. *Energies*. 2018. Vol. 11. 334 p.
4. Haapio A. and Viitaniemi P. A critical review of building environmental assessment tools. *Environmental Impact Assessment*. 2008. 28. P. 469–482.
5. Ali H.H. and Nsairat A.L. Developing a green building assessment tool for developing countries. *Case of Jordan Building and Environment*. 2009. 44. P. 1053–1064.
6. Illankoon I.M., Tam V.W., Le K.N. and Shen L. Key credit criteria among international green building rating tool. *Journal of Cleaner Production*. 2017. 164. P. 209–220.
7. Lu W., Chi B., Bao Z., Zetkovic A. Evaluating the effects of green building on construction waste management: A comparative study of three green building rating systems. *Build. Environ.* 2019. 155. P. 247–256.
8. Shan M. and Hwang B. Green building rating systems: Global reviews of practices and research efforts. *Sustainable Cities and Society*. 2018. 39. P. 172–180.
9. Rastogi A., Choi J.K., Hong T. and Lee M. Impact of different LEED versions for green building certification and energy efficiency rating system: A multifamily midrise case study. *Applied Energy*. 2017. 205. P. 732–740.
10. Wu P. and Low S.P. Project management and green buildings: Lessons from the rating systems. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*. 2010. 136. P. 64–70.
11. Aye L. and Hes D. Green building rating system scores for building reuse. *Journal of Green Building*. 2012. 7. P. 105–112.
12. Geng Y., Dong H., Xue B. and Fu J. An overview of Chinese green building standards. *Sustainable Development*. 2012. 20. P. 211–221.
13. Awadh O. Sustainability and green building rating systems: LEED, BREEAM, GSAS and Estidama critical analysis. *Journal of Building Engineering*. 2017. 11. P. 25–29.
14. Illankoon I.M., Tam V.W. and Le K.N. Environmental; economic; and social parameters in international green building rating tools. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Pract.* 2017.143.
15. Japan Sustainable Building Consortium and Institute for Building Environment and Energy Conservation. 2019. URL: <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/> (дата звернення: 24.03.2022).
16. Ding Z., Fan Z., Tam V.W., Bian Y., Li S., Illankoon I.C. S., Moon S. Green building evaluation system implementation. *Build. Environ.* 2018. 133. P. 32–40.
17. Tang K.H. Are we already in a climate crisis? *Global Journal of Civil and Environmental Engineering*. 2019. 1. P. 25–32.
18. Kim S. and Osmond P. Analyzing green building rating tools for healthcare buildings from the building user's perspective. *Indoor and Built Environment*. 2014. 23. P. 757–766.
19. Chen X., Yang H. and Lu L. A comprehensive review on passive design approaches in green building rating tools. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2015. 50. P. 1425–1436.

INTERNATIONAL GREEN CONSTRUCTION ASSESSMENT SYSTEMS

Vysochanska M.

Doctor of Economic Sciences, Senior Researcher

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: mariya_vysochanska@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2116-9991>

Kosovskyi Ye.limited liability company «Glimar» (Kyiv, Ukraine)
e-mail: pcbshnik513@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9231-202>

Green building has received a great deal of attention at the beginning of the 21st century due to growing concerns about the ecological state of the environment. The growing demand for green buildings has led to the need for some evaluation, namely, the certification of these buildings according to a set of defined criteria. This has led to the emergence of numerous systems for evaluating green building. This article compares the 3 most common green building evaluation systems to determine their similarities and differences for future use. Currently, there are 6 evaluation criteria as a basis for comparison in each of the studied evaluation systems. This article shows that the most common evaluation criteria are energy efficiency, water efficiency, waste management, environmental impact, safety and comfort. This review contributes to both theoretical and practical assessment of green building.

Keywords: of «green» construction, natural environment, criteria, efficiency, design, energy efficiency.

REFERENCES

1. Nejat, P., Jomehzadeh, F., Taheri, M.M., Gohari, M., Majid, M.Z.A. (2015). A global review of energy consumption, CO₂ emissions and policy in the residential sector (with an overview of the top ten CO₂ emitting countries). *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 43, 843–862 [in English].
2. Melgar, S.G., Bohórquez, M.Á.M., Márquez, J.M.A. (2018). UhuMEB: Design, construction, and management methodology of minimum energy buildings in subtropical climates. *Energies*, 11, 2745 [in English].
3. Zhang, Y., Kang, J. and Jin, H. (2018). A review of green building development in China from the perspective of energy saving. *Energies*, 11, 334 p. [in English].
4. Haapio A. and Viitaniemi P. (2008) A critical review of building environmental assessment tools. *Environmental Impact Assessment*, 28, 469–482 [in English].
5. Ali H.H. and Nsairat A.L. (2009). Developing a green building assessment tool for developing countries. *Case of Jordan Building and Environment*, 44, 1053–1064 [in English].
6. Illankoon I.M., Tam V.W., Le K.N. and Shen L. (2017). Key credit criteria among international green building rating tool. *Journal of Cleaner Production*, 164, 209–220 [in English].
7. Lu, W., Chi, B., Bao, Z., Zetkalic, A. (2019). Evaluating the effects of green building on construction waste management: A comparative study of three green building rating systems. *Build. Environ.* 155, 247–256.
8. Shan M. and Hwang B. (2018). Green building rating systems: Global reviews of practices and research efforts. *Sustainable Cities and Society*, 39, 172–180 [in English].
9. Rastogi A., Choi J.K., Hong T. and Lee M. (2017). Impact of different LEED versions for green building certification and energy efficiency rating system: A multifamily midrise case study. *Applied Energy*, 205, 732–740 [in English].
10. Wu P. and Low S.P. (2010). Project management and green buildings: Lessons from the rating systems. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 136, 64–70 [in English].
11. Aye L. and Hes D. (2012). Green building rating system scores for building reuse. *Journal of Green Building*, 7, 105–112 [in English].
12. Geng Y., Dong H., Xue B. and Fu J. (2012). An overview of Chinese green building standards. *Sustainable Development*, 20, 211–221 [in English].
13. Awadh O. (2017). Sustainability and green building rating systems: LEED, BREEAM, GSAS and Estidama critical analysis. *Journal of Building Engineering*, 11, 25–29 [in English].
14. Illankoon I.M., Tam V.W. and Le K.N. (2017). Environmental, economic, and social parameters in international green building rating tools. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Pract*, 143 p. [in English].
15. Japan Sustainable Building Consortium and Institute for Building Environment and Energy Conservation. 2019. URL: <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/> [in English].
16. Ding, Z., Fan, Z., Tam, V.W., Bian, Y., Li, S., Illankoon I.M., Moon, S. (2018). Green building evaluation system implementation. *Build. Environ.*, 133, 32–40 [in English].
17. Tang K.H. (2019). Are we already in a climate crisis? *Global Journal of Civil and Environmental Engineering*, 1, 25–32. [in English].
18. Kim S. and Osmond P. (2014). Analyzing green building rating tools for healthcare buildings from the building user's perspective. *Indoor and Built Environment*, 23, 757–766 [in English].
19. Chen X., Yang H. and Lu L. (2015). A comprehensive review on passive design approaches in green building rating tools. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, 1425–1436 [in English].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Височанська Марія Ярославівна, доктор економічних наук, старший дослідник, заступник директора з наукової роботи та інноваційного розвитку, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143, Україна; e-mail: mariya_vysochanska@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2116-9991>)

Косовський Євгеній Олександрович, ТОВ «Глімар» (Харківське шосе, 201/203, м. Київ, Україна; e-mail: pcbshnik513@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9231-2022>)