

Розробка критеріальної оцінки енергоефективності та екологічності будівельних об'єктів

Олег Сергейчук¹, Сергій Кожедуб²

Київський національний університет будівництва і архітектури

31, просп. Повітрофлотський, Київ, Україна, 03037

¹ovsergeich@i.ua, orcid.org/0000-0003-0226-3923

²ksa.knuba@gmail.com, orcid.org/0000-0001-6315-8161

DOI: 10.32347/2310-0516.2018.11.61-68

Анотація. Впровадження більш ефективних, з точки зору, енерго- та ресурсозбереження і екології технологій в практику традиційного проектування і будівництва з метою зниження будівельних та експлуатаційних витрат, створення комфортного середовища проживання, зниження використання природного палива, підвищення використання альтернативних й поновлювальних джерел енергії, збереження навколишнього природного середовища, і як наслідок створення сучасного стійкого середовища, потребує певної методологічної однозначності, що в свою чергу передбачає розробку системи критеріїв відповідності будівельних об'єктів певному еталону та їх відповідної оцінки.

Методики оцінки ефективності проектних та будівельних рішень впровадження заходів щодо зниження згубного впливу будівель на навколишнє середовище та здоров'я людини за критеріями енергоефективності, впливу на екологію, комфортності, ресурсозбереження, соціальну сферу та інше, як правило, розроблені для формування системи рейтингових оцінок, що визначаються як сума кількісних показників (балів) досягнення певних рівнів відповідності за пріоритетними напрямками (категоріями). Однак основним недоліком використання підходу інтегральної оцінки є ймовірність встановлення хибної рейтингової оцінки внаслідок набору більшої кількості балів виконуючи вимоги меншої значущості.

Для позбавлення цього недоліку в статті запропонована методика оцінювання екологічності та енергоефективності будівельних об'єктів на основі використання узагальненої функції



Олег Сергейчук
професор кафедри
архітектурних конструкцій
д.т.н., проф.



Сергій Кожедуб
доцент кафедри
архітектурних конструкцій
к.т.н.

бажаності Харрінгтона. При цьому замість простого порівняння параметри системи перераховуються в нормовані значення, а потім обробляються для отримання загального коефіцієнта системи. Така методика надає деякі способи універсалізації загального підходу, надає незалежність оцінки характеристичних категорій, що унеможливує завищення загальної оцінки за рахунок виконання умов критеріїв меншої важливості.

Ключові слова. Критеріальна оцінка, рейтингова система, функція бажаності.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Будівництво як основа створення штучного середовища, що забезпечує умови життєдіяльності людини, в нинішніх економічних та екологічних умовах вимагає більш продуманого і обґрунтованого підходу, оскільки процес зворотного впливу бу-

дівельної діяльності людини на навколишнє природне середовище та штучного середовища на природне поступово стає одним з ключових [1-6].

Будівництво є одним з потужних антропогенних факторів впливу на навколишнє середовище. Антропогенний вплив будівництва різноманітний за своїм характером і відбувається на всіх етапах будівельної діяльності – видобуток та виробництво будівельних матеріалів, будівництво об'єктів, їх експлуатація і закінчуючи демонтажем відпрацьованих будівель.

Однак саме будівництво – процес відносно швидкоплинний. Значно складніший вплив на природу вже побудованих об'єктів – будівель, споруд та урбанізованих територій.

Новим механізмом переходу традиційного проектування і будівництва до проектування і будівництва сучасного стійкого середовища є реалізація концепцій переходу до більш ефективних, з точки зору, енерго- та ресурсозбереження і екології технологій проектування і будівництва. Ці технології дозволяють значно знизити експлуатаційні витрати, сприяють впровадженню інноваційних проектів і заохочують пошук нестандартних рішень, націлених на створення комфортного середовища проживання, зниження використання природного палива, підвищення використання альтернативних й поновлювальних джерел енергії та збереження навколишнього природного середовища.

Проте забезпечення впровадження вищезазначених концепцій в практику потребує певної методологічної однозначності, що в свою чергу передбачає розробку системи критеріїв відповідності будівельних об'єктів певному еталону та їх відповідної оцінки [7, 8, 9].

АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У науково-дослідній роботі [9] виконано аналіз методик оцінки ефективності впровадження заходів щодо зниження згубного впливу будівель на навколишнє середовище та здоров'я людини (розроблених як

незалежними організаціями, так і адаптованих під національні стандарти). Загалом їх ефективність досягається за умови передбаченого впровадження комплексу заходів на різних рівнях регулювання будівельного процесу, визначення державних цілей в досягненні енергоефективності, модернізації нормативно-правової бази будівництва, фінансування та впровадження добровільних екологічних стандартів будівництва.

Найуспішнішими та найбільш досконалими національними рейтинговими системами є LEED (The Leadership in Energy and Environmental Design, США) [10, 11]; BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method, Великобританія) [12, 13]; DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, Німеччина) [14], до них можна віднести також СТО НОСТРОЙ («Зеленое строительство». Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания», РФ) [15] та ін. [16, 17, 18].

Рейтингові системи оцінки якості проектних та будівельних рішень будівель формуються за критеріями енергоефективності, впливу на екологію, комфортності та ресурсозбереження. Вони поєднують в собі засоби регулювання стратегією удосконалення технологій будівництва з одного боку та комерційними ринковими показниками споживчих запитів та вартості об'єктів нерухомості з іншого. Схеми екологічної сертифікації направлені на модернізацію будівельної індустрії, і саме тому вони встановлюють вимоги на порядок вище державних будівельних норм і правил.

Більшість систем формується на основі рейтингового показника S , зміст якого подається інтегральною сукупністю оцінок досягнення певних рівнів відповідності за пріоритетними напрямками (категоріями). Кожна категорія s_i представлена окремою групою критеріїв k_j – специфічних вимог до проектних рішень будівель. Тобто, сума бальних оцінок по цим критеріям з урахуванням їх впливу (ваги g_i) визначає бальне значення категорії в цілому (1):

$$\begin{cases} S = \sum_{i=1}^n s_i; \\ s_i = \sum_{j=1}^m g_j \cdot k_j. \end{cases} \quad (1)$$

Кількість напрямків n , що оцінюється, та їх вага визначається національними пріоритетами й існуючою системою нормування, а також специфічними факторами, що повинна забезпечити система сертифікації, і які залежать від наявних кліматичних, ресурсних, соціально-культурних, економічних умов, нормативних і науково-технічних напрацювань країни розробника. До таких специфічних факторів можна віднести: а) вплив енергосистем будівель на атмосферу і гідросферу; б) теплове забруднення від систем тепло- та холодо- забезпечення; в) використання кисню атмосфери в процесах горіння палива; г) забруднення ґрунту внаслідок будівництва, експлуатації та технічного обслуговування будівель; д) шумове забруднення (особливо при використанні ортогональних малопотужних вітрогенераторів); е) вплив електромагнітного випромінювання від електрообладнання на живі організми та ін.

Однак основним недоліком використання підходу інтегральної оцінки є ймовірність встановлення хибної рейтингової оцінки внаслідок набору більшої кількості балів виконуючи вимоги меншої значущості.

ОСНОВНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для вирішення багатокритеріальних задач, до якої відноситься оцінювання впливу проектних та будівельних рішень будівель на навколишнє природне середовище (біосферу), використовуються різні підходи визначення узагальненого показника [19]. Одним з найбільш зручних способів може стати узагальнена функція бажаності (або корисності) Є.К. Харрінгтона [20, 21, 22]. Вона виникла в результаті спостережень за реальними рішеннями експериментаторів і має такі корисні властивості, як безперервність, монотонність і гладкість.

Пропонована методика оцінювання екологічності на основі оцінок впливу будівель по узагальненій функції бажаності Харрінгтона надає деякі способи універсалізації загального підходу до проблеми оцінки ефективності існуючих і проєктованих об'єктів самого різного призначення, а також дозволяє досліджувати можливість оптимізації як самих методів порівняння, так і процесу розробки нових будинків. Замість простого порівняння параметри систем перераховуються в числові значення, а потім обробляються для отримання загального коефіцієнта системи.

В основі побудови цієї узагальненої функції лежить ідея перетворення натуральних значень часткових відгуків у безрозмірну шкалу бажаності. Значення часткового відгуку, перекладене в безрозмірну шкалу бажаності, позначається через d_i ($i = 1, 2, \dots, n$) і називається частковою бажаністю. За основу береться одна з логістичних функцій Є.К. Харрінгтона – так звана «крива бажаності»:

$$d_i = e^{-e^{(-y)}}. \quad (2)$$

Ця функція визначена на всій дійсній осі y , має дві горизонтальні асимптоти $d_i = 0$ та $d_i = 1$; проміжок ефективних значень на шкалі y – $[-2; +5]$. (рис. 1).

Вісь координат y називається шкалою часткових показників, вісь d – шкалою бажаності, яка має інтервал $(0; 1)$.

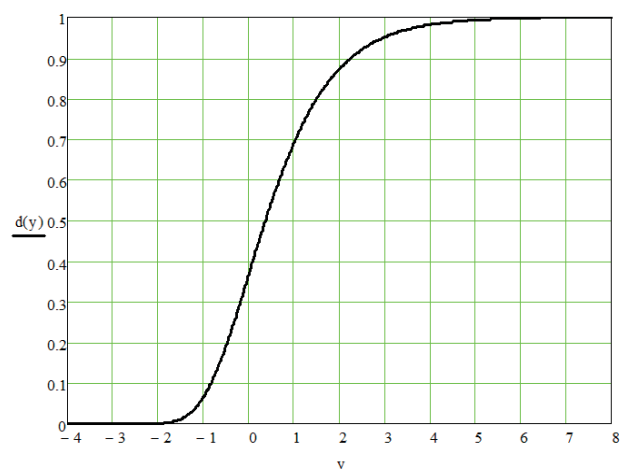


Рис.1. Функція бажаності Харрінгтона
Fig.1. Harrington desirability function

Значення $d_i = 0$ відповідає абсолютно неприйнятному рівню даної властивості, а значення $d_i = 1$ – найкращому значенню властивості. Значення $d_i = 0,37$, на основі порівняльного аналізу застосування функції бажаності, відповідає границі допустимих значень. У табл. 1 наведено стандартні оцінки за шкалою бажаності.

Табл. 1. Стандартні оцінки за шкалою бажаності

Table 1. Standard values of scale of desirability

Лінгвістичні оцінки бажаності	Оцінки за шкалою бажаності
Відмінно	$0,8 \leq d < 1$
Добре	$0,63 \leq d < 0,80$
Задовільно	$0,37 \leq d < 0,63$
Погано	$0,20 \leq d < 0,37$
Дуже погано	$0 \leq d < 0,20$

Таким чином, пропонується формування системи критеріальної оцінки екологічності проектних та будівельних рішень на основі узагальненого показника бажаності S , який враховує вплив n факторів, що розраховується за ваговою функцією від оцінок за категоріями, із встановленими коефіцієнтами впливу.

У якості розрахункової вагової функції приймається узагальнена функція бажаності Харрінгтона, сума вагових коефіцієнтів якої дорівнює одиниці:

$$\begin{cases} S = (S_1)^{p_1} \cdot (S_2)^{p_2} \cdot \dots \cdot (S_n)^{p_n}; \\ \sum_{i=1}^n p_i = p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1, \end{cases} \quad (3)$$

де S – показник екологічної оцінки життєвого циклу об'єкту; n – кількість категорій, за якими виконується оцінка; S_i – оцінка i -ої категорії; p_i – коефіцієнт впливу (вага) i -ої категорії на загальний показник екологічної оцінки життєвого циклу об'єкту.

Оцінка кожної i -ої категорії S_i розраховується на основі вагової функції (3) від оцінок критеріїв, що входять до її складу, із встановленими коефіцієнтами впливу:

$$\begin{cases} S_i = (K_{i1})^{q_{i1}} \cdot (K_{i2})^{q_{i2}} \cdot \dots \cdot (K_{im})^{q_{im}}; \\ \sum_{j=1}^m q_{ij} = q_{i1} + q_{i2} + \dots + q_{im} = 1, \end{cases} \quad (4)$$

де S_i – оцінка i -ої категорії; m – кількість критеріїв, за якими виконується оцінка; K_{ij} – оцінка j -ого критерію i -ої категорії, де $0 \leq K_{ij} \leq 1$; q_{ij} – коефіцієнт впливу (вага) j -ого критерію на оцінку i -ої категорії.

Оцінки критеріїв встановлюються відповідно до категорії:

а) на основі оцінок досягнення певних рівнів відповідності вимогам у встановленому порядку і оцінюється по шкалі від 0 до 1.

б) на основі зважених оцінок його складових. Для цього в систему (4) замість оцінок критеріїв вводять оцінки складових обраного критерію із заданими коефіцієнтами впливу, сума яких не перевищує одиниці.

При врахуванні коефіцієнтів вагомості виникає питання їх визначення. Існуючі розрахункові методи їх визначення недосконалі і досить часто дають нелогічні результати. На сучасному етапі краще застосовувати експертний метод визначення вагових коефіцієнтів, який заснований на використанні узагальненого досвіду та інтуїції фахівців-експертів.

При розв'язанні конкретних задач вигляд функції бажаності може мати і інший вигляд. Наприклад, якщо апріорі відома градація оцінки якості того чи іншого процесу, то можливий безпосереднє співставлення стандартної оцінки шкали бажаності зі шкалою якості цього процесу.

ВИСНОВКИ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Сучасний стан будівельної галузі вимагає з одного боку впровадження програм будівництва будівель високої енергетичної та екологічної ефективності, а з іншого актуальність створення в Україні своїх національних “зелених стандартів” та рейтингової системи оцінки, що пов'язано з їх відповідністю, на відміну від існуючих закор-

донних, нормативно-методичній базі України, національним пріоритетам економіки, енергетики, екології, та врахуванням кліматичної і ресурсної диференціації регіонів країни.

Враховуючи відмінності в нормативних підходах, наявності напрацювань в цій сфері та приймаючи до уваги кліматичні фактори, енергетичні і ресурсні особливості регіонів України розроблення своєї національної системи сертифікації життєвого циклу будівель є найбільш прийнятним.

Особливо важливим питанням є розробка рейтингової системи оцінки якості проектних та будівельних рішень будівель за критеріями впливу на екологію, енергоефективності, комфортності та ресурсозбереження.

Запропонована методика оцінювання екологічності на основі оцінок впливу будівель із використанням узагальненої функції бажаності Харрінгтона надає деякі способи універсалізації загального підходу до проблеми оцінки ефективності як існуючих будівель, так і тих, що проектуються. Замість простого порівняння параметри систем перераховуються в числові значення, а потім обробляються для отримання загального коефіцієнта системи. Такий підхід надає певну гнучкість, незалежність оцінки характеристичних категорій, що унеможливує завищення загальної оцінки за рахунок виконання умов критеріїв меншої важливості.

В якості перспектив подальшого дослідження обрано напрям впровадження запропонованої методики в систему стандарту СОУ ОЕМ 08.002.41.032:20XX «Об'єкти будівництва. Екологічні критерії та метод оцінювання життєвого циклу». Цей стандарт передбачає розширення системи стандартів екологічного маркування (СОУ ОЕМ), які розробляються та упроваджуються до сертифікаційної системи згідно ДСТУ ISO 14024:2002.

Використовуючи нормування показників бальних оцінок рейтингових систем, розроблених для сертифікації об'єктів екологічного або «зеленого» будівництва: LEED,

DGMB, BREEAM, в т.ч. проекту СОУ ОЕМ, виконано їх порівняльний аналіз (рис. 2). Розподіл бальних оцінок визначався в долях одиниці за максимальними та мінімальними границями рейтингових класів. Як видно з рисунку 2, спостерігаються незначні відхилення від стандартних оцінок за шкалою бажаності (табл. 1).

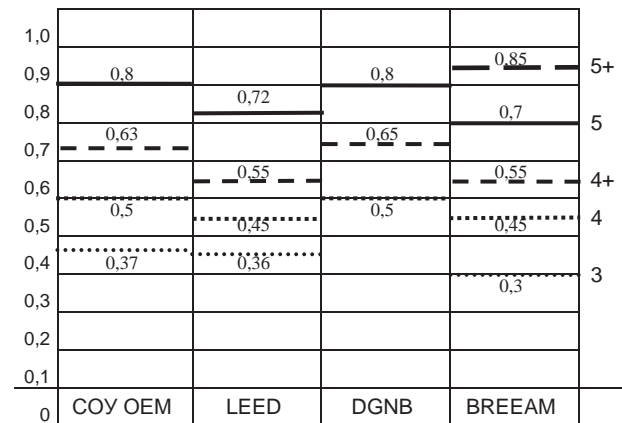


Рис.2. Порівняння нормованих рейтингових бальних оцінок систем LEED, DGMB, BREEAM та СОУ ОЕМ за стандартною шкалою бажаності.

Fig.2. Comparison of rating scales of systems LEED, DGNB, BREEAM and SOU OEM (in Ukrainian), which converted to normalized values with a standard scale of desirability.

Методичною основою визначення екологічних критеріїв та оцінювання життєвого циклу будівель за проектом стандарту СОУ ОЕМ 08.002.41.032:20XX, що розроблюється Київським національним університетом будівництва і архітектури, Українським науково-дослідним і проектувально-конструкторським інститутом будівельних матеріалів та виробів, Інститутом екологічного управління та збалансованого природокористування, Всеукраїнською громадською організацією «Жива планета» є наступні фактори: якість підготовки та управління проектом; комфорт і якість зовнішнього середовища; якість архітектури та планування об'єкта; екологічні впливи в процесі будівництва; комфорт та безпека внутрішнього середовища; експлуатаційні характеристики, у т.ч. енергоефективність.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Кобелева С. А.** Сценарий развития жилищного строительства с учётом влияния экологических факторов. *Строительство и реконструкция*. 2013. № 3(47). С. 33–38.
2. **Ерохина С. А.** Методические подходы к формированию и развитию программ экологического жилищного строительства: дисс. ... кандидата экономических наук: 08.00.05. Ерохина Светлана Александровна. Санкт-Петербург, 2006. 169 с.
3. **Статюха Г. О., Бойко Т. В., Абрамова А. О.** Системне оцінювання екологічної безпеки проєктованих промислових об'єктів. *Новые решения в современных технологиях*. 2011. № 58. С. 70–76.
4. **Iwaro J., Mwashia A.** The impact of sustainable building envelope design on building sustainability using Integrated Performance Model. *International Journal of Sustainable Built Environment*. 2013. Vol. 2. P. 153–171. doi.org/10.1016/j.ijse.2014.03.002
5. **Biddulph Mike.** Introduction to residential layout. *Oxford Burlington, MA: Butterworth-Heinemann*, 2007. P. 241.
6. **Yates J., Lacouture D.** Sustainability in engineering design and construction. Boca Raton, FL: CRC Press, 2016. P. 426. doi.org/10.1201/b18978
7. **Ильичёв В. А., Колчунов В. И., Коблева С. А.** Критериальная модель полного ресурсного цикла основа экологической безопасности строительства. *Промышленное и гражданское строительство*. 2014. № 12. С. 3-6.
8. **Naario Arpu.** Environmental assessment of buildings. Espoo: Helsinki University of Technology, 2008. С. 34.
9. Створення методологічних основ проєктування, розрахунку та впровадження енергоактивних біосферосумісних об'єктів будівництва в умовах України. Звіт з науководослідної роботи 5ДБ-2014 (проміжний звіт). Номер державної реєстрації: РК 0114U002579. К. : КНУБА, 2014. 275 с.
10. United States Green Building Council (USGBC), "LEED Green Building Rating System™ 1.0," Washington, D.C., 1999.
11. **Rastogi A., Choi J. K., Hong T., & Lee M.** Impact of different LEED versions for green building certification and energy efficiency rating system: A Multifamily Midrise case study. *Applied Energy*, 2017, Vol. 205, P. 732–740. doi:10.1016/j.apenergy.2017.08.149.
12. BREEAM UK New Construction Non-Domestic Buildings Technical Manual: Version: SD5076 Issue : 0.1(DRAFT) IssueDate:11/02/2014.
13. **Prior J., ed.** Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM). In New Offices, Building Research Establishment, Version 1/93. Garston, United Kingdom, 1993.
14. DGNB. DGNB Official Web Page. Available online: https://www.dgnb-system.de/en/system/evaluation_and_awards/
15. **Миллер Ю. В.** Рейтинговая оценка зеленого здания. АВОК. 2014. № 1. https://www.abok.ru/for_spec/articles/28/5728/5728.pdf.
16. **Bernardi E., Carlucci S., Cornaro C., Bohne R. A.** An Analysis of the Most Adopted Rating Systems for Assessing the Environmental Impact of Buildings. *Sustainability*, 2017. Vol. 9, 1226 p. doi.org/10.3390/su9071226
17. **Fowler K. M., Rauch E. M.** Sustainable Building Rating Systems. Summary. 2006. <https://www.usgbc.org/Docs/Archive/General/Docs1915.pdf>.
18. **Reeder Linda.** Guide to green building rating systems : understanding LEED, Green Globes, Energy Star, the National Green Building Standard, and more. Hoboken, N. J. : Wiley, 2010. Print. doi.org/10.1002/9781118259894
19. **Рыков А. С.** Системный анализ: модели и методы принятия решений и поисковой оптимизации. М. : Издательский Дом МИСиС, 2009. 608 с.
20. **Harrington E. C.** The Desirability Function. *Industrial Quality Control*. 1965. P. 494–498.
21. **Камышникова Э. В.** Формирование универсальной шкалы оценки уровня экономической безопасности предприятия. *Вісник Донецького національного університету економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського*. Донецьк, 2009. Вип.4. С. 76–80.
22. **Lee P.-H., Yum B.-J.** Multi-characteristics parameter design: A desirability function approach based on process capability indices. *International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering*. 2003. Vol.10, No.4, P. 445–461, doi.org/10.1142/S0218539303001263

REFERENCES

1. **Kobeleva S. A. (2013).** Scenarij razvitiya zhilishchnogo stroitel'stva s uchotom vliyaniya ehkologicheskikh faktorov [Scenario of housing development taking into account the influence of environmental factors]. *Stroitel'stvo i rekonstrukciya*, 3(47), 33–38 (in Russian).

2. **Erohina S. A. (2006).** Metodicheskie podhody k formirovaniyu i razvitiyu programm ehkologicheskogo zhilishchnogo stroitel'stva [Methodical approaches to the formation and development of programs for environmental housing construction]: diss. ... kandidata ehkonomicheskikh nauk: 08.00.05. Sankt-Peterburg, 169 (in Russian).
3. **Statyuha G. O., Bojko T. V., Abramova A. O. (2011).** Sistemne ocinyuvannya ekologichnoi bezpeki proektovanih promislovih ob'ektiv [System assessment of ecological safety of projected industrial objects]. *Novye resheniya v sovremennyh tekhnologiyah*, 58, 70–76 (in Russian).
4. **Iwano J., Mwashia A. (2013).** The impact of sustainable building envelope design on building sustainability using Integrated Performance Model. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 2, 153–171. doi.org/10.1016/j.ijsbe.2014.03.002
5. **Biddulph, Mike (2007).** Introduction to residential layout. *Oxford Burlington, MA: Butterworth-Heinemann*, 241.
6. **Yates J., Lacouture D. (2016).** Sustainability in engineering design and construction. Boca Raton, FL: CRC Press, 426. doi.org/10.1201/b18978
7. **Il'ichyov V. A., Kolchunov V. I., Kobleva S. A. (2014).** Kriterial'naya model' polnogo resursnogo cikla osnova ehkologicheskoy bezopasnosti stroitel'stva [Criteria model of the full resource cycle is the basis of ecological safety of construction]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 12, 3–6 (in Russian).
8. **Haapio, Appu (2008).** Environmental assessment of buildings. Espoo: Helsinki University of Technology, 34.
9. **Stvorennia metodolohichnykh osnov proektuvannia, rozrakhunku ta vprovadzhenia enerhoaktyvnykh biosfero-umisnykh ob'ektiv budivnytstva v umovakh Ukrainy (2014)** [Creation of methodological bases of designing, calculation and introduction of energy-active biospheric-compatible construction objects in the conditions of Ukraine]. Zvit z naukovo-doslidnoi roboty 5DB-2014 (promizhnyi zvit). Nomer derzhavnoi reiestratsii: RK 0114U002579. Kyiv : KNUBA, 275 (in Ukrainian).
10. United States Green Building Council (USGBC), "LEED Green Building Rating System™ 1.0" (1999). Washington, D.C.
11. **Rastogi, A., Choi, J. K., Hong, T., & 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. doi:10.1016/j.apenergy.2017.08.149.
12. BREEAM UK New Construction Non-Domestic Buildings Technical Manual: Version: SD5076 Issue : 0.1(DRAFT) IssueDate:11/02/2014.
13. **Prior, J., ed (1993).** Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM). In New Offices, Building Research Establishment, Version 1/93. Garston, United Kingdom.
14. DGNB. DGNB Official Web Page. Available online: https://www.dgnb-system.de/en/system/evaluation_and_awards/
15. **Miller Yu. V. (2014).** Rejtingovaya ocenka zelenogo zdaniya. AVOK, 1. https://www.abok.ru/for_spec/articles/28/5728/5728.pdf (in Russian).
16. **Bernardi E., Carlucci S., Cornaro C., Bohne R. A. (2017).** An Analysis of the Most Adopted Rating Systems for Assessing the Environmental Impact of Buildings. *Sustainability*, 9, 1226. doi.org/10.3390/su9071226
17. **Fowler K. M., Rauch E. M. (2006).** Sustainable Building Rating Systems. Summary. <https://www.usgbc.org/Docs/Archive/General/Docs1915.pdf>.
18. **Reeder, Linda (2010).** Guide to green building rating systems : understanding LEED, Green Globes, Energy Star, the National Green Building Standard, and more. Hoboken, N. J. : Wiley, Print. doi.org/10.1002/9781118259894
19. **Rykov A. S. (2009).** Sistemnyj analiz: modeli i metody prinyatiya reshenij i poiskovoj optimizacii [System analysis: models and methods of decision making and search optimization]. M. : Izdatel'skij Dom MISiS, 608 (in Russian).
20. **Harrington E. C. (1965).** The Desirability Function. *Industrial Quality Control*, 494–498.
21. **Kamyschnikova E. V. (2009).** Formirovanie universal'noj shkaly ocenki urovnya ehkonomicheskoy bezopasnosti predpriyatiya. *Visnik Donec'kogo nacional'nogo universitetu ekonomiki i torgivli imeni Mihajla Tugan-Baranovs'kogo. Donec'k*, 4, 76–80 (in Russian).
22. **Lee P.-H., Yum B.-J. (2003).** Multi-characteristics parameter design: A desirability function approach based on process capability indices. *International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering*, 10(4), 445–461. doi.org/10.1142/S0218539303001263

Development of criteria assessment of energy-efficiency and environmental friendliness of construction objects

*Oleg Serheyчук,
Serhii Kozhedub*

Summary. In terms of energy and resources saving and ecology the implementation of more efficient technologies in the practice of traditional design and construction has to reduce construction and operating costs, create a comfortable habitat, reduce the use of natural fuel, increase the use of alternative and renewable sources of energy, preserve the nature and as a consequence to create a modern sustainable environment.

So this requires a certain uniquely method that involves the development of a system of criteria for the conformity of construction objects with some standard and the appropriate assessment too.

Assessment methods of the design efficiency and construction solutions for measures implementation to reduce the adverse impact of buildings on the environment and human health are based on the criteria of energy efficiency, impact on ecologic,

comfort, resource-saving, social-sphere, etc. It usually developed for formation of rating assessments system, which defined as the sum of quantitative indicators (scores) for achieving certain levels of compliance in priority areas (categories). However, the main disadvantage of using the inter-al assessment approach is the probability of an inadequate rating due to a larger number of scores, having a lower significance.

To eliminate this disadvantage, this article proposes a method of assessing the environmental and energy efficiency of objects construction (existing or projected) based on the use of the generalized function of desirability by Harrington. At the same time, instead of a simple comparison, system parameters are converted to normalized values and then processed to obtain the overall system coefficient. Such a method provides the way to universalize the general approach, provides an independent evaluation of the characteristic categories, so it makes impossible to overestimate the overall assessment through criteria of less importance.

Keywords. assessment criteria, rating system, function of desirability.