

АНАЛІЗ СИСТЕМ СЕРТИФІКАЦІЇ «ЗЕЛЕНИХ» БУДІВЕЛЬ З ТОЧКИ ЗОРУ ОЦІНКИ НИМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Виконано аналіз основних світових систем сертифікації «зелених» будівель з точки зору оцінки ними екологічної безпеки. Виявлено, що існуючі системи сертифікації дійсно є засобами зменшення впливу процесу конструювання і експлуатації будівель на навколишнє середовище, але проводити комплексну оцінку екологічної безпеки з точки зору впливу на здоров'я людини як центру піклування у процесі сталого розвитку вони не дозволяють.

Ключові слова: екологічна безпека, «зелені» будівлі, LEED, BREEAM, DGNB.

Выполнен анализ основных мировых систем сертификации «зеленых» зданий с точки зрения оценки ими экологической безопасности. Выявлено, что существующие системы сертификации действительно являются средствами уменьшения влияния процесса конструирования и эксплуатации зданий на окружающую среду, но проводят комплексную оценку экологической безопасности с точки зрения влияния на здоровье человека как центра опеки в процессе устойчивого развития они не позволяют.

Ключевые слова: экологическая безопасность, «зеленые» здания, LEED, BREEAM, DGNB.

The analysis of the world's major certification systems of "green" buildings from the standpoint of assessing the environmental safety was made. We found that existing certification systems really are the means of reducing the impact of construction and operation of buildings on the environment, but they are not allowed to conduct a comprehensive assessment of environmental safety in terms of the impact on human health care at the center of sustainable development.

Key words: environmental safety, green buildings, LEED, BREEAM, DGNB.

Постановка проблеми. Глобальна екологічна та енергетична криза ускладнила проблеми, які стоять перед Україною в економічній і соціальній сферах. Однією з них є проблема екологічної безпеки та енергоефективності будівель. За результатами досліджень американських учених, будівлі є основним джерелом глобальної потреби в енергії і матеріалах. Будинки споживають 39 % від загальної енергії в США, 71 % електроенергії в США, 54 % американського природного газу. Будівлі виробляють 48 % викидів вуглецю в США [1]. В Україні ситуація є набагато складнішою через застарілі технології і недосконале управління навколишнім середовищем [2; 3]. У той же час, зниження енергоспоживання будівель на 50 % було б еквівалентним усуненню всіх пасажирських транспортних засобів та невеликих вантажівок у Сполучених Штатах з дороги. 70-відсоткове зниження споживання енергії будівлями еквівалентне усуненню загального споживання енергії транспортом США [1].

Останні роки характеризуються інтенсивним розвитком досліджень у галузі «зелених» будівель, особливо в питанні використання відновлюваних джерел енергії в енергозабезпеченні будівель, які

дозволять знизити техногенне забруднення навколишнього середовища. Перехід на альтернативні джерела енергії – вітрову, сонячну, геотермальну, енергію біомаси – дозволяє, з одного боку, відмовитися від імпорту вартісних енергоносіїв і забезпечити споживачів гнучкими локальними енергетичними установками, а з іншого, що найголовніше – суттєво зменшити забруднення навколишнього середовища.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Протягом майже п'ятнадцяти років, дослідники працювали над моделюванням систем «зелених» будівель. У своїх працях учені досліджують основні принципи моделювання потоків енергії в альтернативних системах гарячого водопостачання, опалення та кондиціонування і методи розрахунку окремих параметрів цих систем [4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11]. Засновані на поєднанні альтернативних і традиційних джерел енергії в рамках концепції «зелених» будівель, було створено математичні моделі та система автоматичного управління енергозабезпеченням, наприклад, EnergyPlus, Dest, LBL, Radiance, Ecotect і DOE-2.1e [11; 12; 13]. Однак при моделюванні енергозабезпечення будівель

різними програмами існують великі розбіжності між результатами. І найголовніше – всі ці інструменти дозволяють оцінити лише ефективність використання енергії, не даючи оцінки екологічної безпеки «зеленої» будівлі, як складної системи.

На загальній технічній проблемі наголосив міністр енергетики США доктор Стівен Чу: «Ми повинні зробити більше трансформаційних досліджень, включаючи розробку комп'ютерних програм для комерційних і житлових будівель, які дозволять скоротити споживання енергії до 80 відсотків з урахуванням інвестицій, які будуть окупатися менш, ніж за 10 років» [1].

Україна сьогодні робить перші кроки в галузі «зеленого» будівництва, продиктовані насамперед економічною та енергетичною кризою, ніж законодавчими або адміністративними ініціативами. «Енергетичною стратегією України до 2030 року» не передбачено окремого розділу, що стосувався б «зеленого» будівництва чи енергоефективності будівель. В умовах критичної екологічної ситуації в країні, використання традиційних джерел енергії і небезпечних методів конструювання та експлуатації будівель, можливість екологічної катастрофи стрімко зростає. Таким чином, в Україні на сьогодні назріла необхідність ввести систему сертифікації будівель, яка б дозволила підвищити їхню екологічну безпеку.

Одним із практичних інструментів еко-девелопмента є системи сертифікації або рейтингові системи для оцінки показників об'єкта нерухомості на етапах проектування, будівництва та експлуатації, іншими словами – оцінка рівня відповідності певним стандартам, що дозволяє будівлі офіційно бути об'єктом «зеленого будівництва» [13; 14; 15]. Однак сьогодні постає питання: чи оцінюють існуючі системи сертифікації екологічну безпеку «зелених» будівель, як інтегральну характеристику процесу будівництва та експлуатації, з точки зору комплексного впливу на людину, як центр піклування в процесі сталого розвитку?

Саме тому **метою цього дослідження** є аналіз існуючих систем сертифікації «зелених» будівель з точки зору оцінки ними екологічної безпеки.

Вклад основного матеріалу. Диверсифікована структура систем сертифікації, що враховує різні критерії, дозволяє оцінити ресурсоефективність будівлі для забезпечення її мешканців відповідним рівнем комфорту і функціональності. При цьому, рівень присвоєного сертифіката залежить від безлічі факторів, серед яких якість внутрішнього середовища приміщень, технології, що використовуються, інновації при будівництві, матеріали та інше. Градація сертифікатів дозволяє класифікувати й порівнювати будівлі за рівнем енергоефективності, а також являє собою ключовий політичний інструмент для скорочення споживання енергії в будівлях.

Різні системи сертифікації можуть застосовуватися як до нових, так і до існуючих будівель. Розрізняють номінальні і функціональні, обов'язкові (Директива Європейського Союзу за енергетичними показниками будівель) та добровільні системи (BREEAM, LEED). Так, номінальний підхід

заснований на дослідних даних об'єкта, функціональний – на показниках приладів, що свідчать про реальне споживання енергії. Серед добровільних систем сертифікації всього у світі виділяють більше десяти стандартів. При цьому більшість з них мають національний характер:

- Великобританія: BREEAM;
- Сполучені Штати Америки: LEED / Living Building Challenge / Green Globes / Build it Green / NAHB NGBS / Міжнародні норми «зеленого будівництва» / ENERGY STAR;
- Німеччина: DGNB / CEPHEUS;
- Японія: CASBEE;
- Австралія: GREEN STAR / NABERS;
- Франція: HQE;
- Бразилія: AQUA / LEED Brazil;
- Канада: LEED Canada / Green Globes / Built Green Canada / BREEAM Canada;
- Китай: GBAS;
- Фінляндія: PromisE;
- Гонконг: HKBEAM;
- Індія: Індійська Рада «зеленого будівництва» (IGBC) / GRINA;
- Індонезія: Рада «зеленого будівництва» Індонезії (GBCI) / Greenship;
- Італія: Protocollo Itaca / Рада «зеленого будівництва» Італії;
- Корея: KGBC;
- Малайзія: GBI Malaysia;
- Мексика: LEED Mexico;
- Чехія: SBTToolCZ;
- Нідерланди: BREEAM Netherlands;
- Нова Зеландія: Green Star NZ;
- Філіппіни: BERDE / Філіппінська Рада «зеленого будівництва»;
- Португалія: Lider A;
- Тайвань: Green Building Label;
- Сінгапур: Green Mark;
- Південно-Африканська Республіка: Green Star SA;
- Іспанія: VERDE / LEED;
- Швейцарія: Minergie;
- Об'єднані Арабські Емірати: Estidama;
- Пакистан: IAPGSA Pakistan Institute of Architecture Pakistan Green Sustainable Architecture;
- Йорданія: EDAMA.

На міжнародному ринку активно присутні BREEAM (Великобританія) і LEED (США), а також DGNB (Німеччина).

Для оцінки ефективності «зеленого» будівництва в багатьох країнах застосовується програма LEED сертифікації (Leadership in Energy and Environmental Design). LEED включає набір з рейтингових систем для проектування, будівництва та експлуатації високопродуктивних «зелених» будівель, будинків і мікрорайонів. Розроблена Радою з «зеленого» будівництва США (Green Building Council) LEED призначена для забезпечення швидкої ідентифікації та впровадження практичних рішень у галузі проектування «зелених» будівель, їх конструювання, експлуатації та технічного обслуговування [16].

LEED застосовується для таких категорій:

- нове будівництво;
- експлуатація вже побудованих будівель;
- оздоблення будівель;
- школи;
- комерційні інтер'єри (офісні центри);
- торгові площі;
- об'єкти сфери охорони здоров'я;
- житлова нерухомість;
- розвиток замиського домобудівництва (котеджні селища).

Рейтингова система LEED сертифікації заохочує власників і утримувачів будівель до впровадження методів стійкого управління і зменшення впливу на навколишнє середовище шляхом вдосконалення важливих аспектів оперування будівель. LEED включає 6 категорій, необхідні вимоги яких мають бути виконані для того, щоб досягти навіть найнижчого рівня рейтингової системи:

1. «Екологічно стійкі майданчики забудови» – максимально 14 балів. Вимоги Агенції з охорони навколишнього середовища США (EPA) включають контроль за ерозією ґрунту і підвищеними опадами. Додаткові бали нараховуються за вибір забудови в екологічно стійких районах, наявність транспорту, зменшення забудованих площ (для нових об'єктів), регулювання дощових потоків і зменшення заасфальтованих площ забудови, а також зменшення світлового навантаження на забудовані площі та його вплив на сусідні ділянки.

2. «Ефективність водних систем» – максимально 5 балів. Включає ефективний полив зелених насаджень, інноваційну очистку стічних вод та зменшення споживання води при експлуатації будівлі, використання дощової води та застосування технологій з низькою витратою води.

3. «Енергія і навколишнє середовище» – максимально 17 балів. Вимоги включають фундаментальний аудит, зменшення хлор-водневих холодильних агентів у холодильних установках та виконання мінімальних вимог стандарту ASHRAE 90.1-2004 з енергозбереження, оптимізацію енерговитрат у будівлі. Додаткові бали за цією категорією нараховуються за використання відновлюваних джерел енергії.

4. «Будівельні матеріали й ресурси» – максимально 13 балів. Включає зберігання, а також збір і транспортування сировини для повторної переробки, використання будівельних відходів, а також матеріалів, які швидко відновлюються (наприклад, бамбук), місцевих матеріалів, перероблених матеріалів, а також використання сертифікованого дерева.

5. «Якість внутрішнього середовища» – максимально 15 балів. Включає вимоги щодо контролю за палінням, а також виконання вимог стандарту ASHRAE 62.1-2004 «Вентиляція і прийняті норми щодо якості повітря всередині приміщень». Додаткові бали нараховуються за підвищення ефективності системи вентиляції; контроль за якістю повітря під час будівництва; використання матеріалів з низьким вмістом шкідливих домішок; встановлення контролю за викидами хімічних і шкідливих речовин в атмосферу; тепловий комфорт; удосконалення автоматичного управління системами опалення; збільшення використання природного освітлення.

6. «Інновації в процесі проектування». До 4 балів можна отримати за виключне виконання і перевищення основних вимог за системою LEED або за інноваційний підхід, котрий основні категорії зазвичай не враховують і не розглядають.

Залежно від кількості набраних кредитів об'єкту оцінки можуть бути присвоєні такі ранги (табл. 1)

Таблиця 1

LEED рейтинг

Рейтинг	Підсумковий результат, бали
CERTIFIED	40-49
SILVER	50-59
GOLD	60-79
PLATINUM	≥ 80

Британська система сертифікації BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) – метод оцінки екологічної ефективності будівель, розроблений у 1990 році компанією BRE Global. Система застосовується як для нових, так і для об'єктів, що перебувають в експлуатації, такого призначення:

- загальноосвітні установи;
- суди;
- промислові об'єкти;
- об'єкти сфери охорони здоров'я;
- офісні центри;
- торгові площі;
- в'язниці;
- житло;
- багатоквартирні будинки;

– модернізація і підвищення екологічної ефективності існуючого фонду будинків;

– реконструкція існуючого житлового фонду;

– соціально-територіальні утворення з інтегрованими умовами для роботи, навчання, проживання та розваг;

– інші види будівель і споруд (розробка індивідуальної схеми).

Оцінка включає такі критерії:

- 1) управління;
- 2) водо ефективність;
- 3) енергія;
- 4) матеріали;
- 5) здоров'я і екологічне благополуччя;
- 6) утилізація відходів;
- 7) ефективне використання майданчика під будову;

- 8) екологія, забруднення навколишнього середовища;
9) транспорт;

10) інновації.
Характеристику підсумкової рейтингової оцінки системи сертифікації BREEAM наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Рейтингова оцінка системи сертифікації BREEAM

Рейтинг	Підсумковий результат, бали
UNCLASSIFIED	< 30
PASS	≥ 30
GOOD	≥ 45
VERY GOOD	≥ 55
EXCELLENT	≥ 70
OUTSTANDING	≥ 85

Німецька система сертифікації DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) – некомерційна і неурядова організація, місією якої є розробка і сприяння пошуку шляхів і рішень для екологічно раціонального проектування, будівництва та управління будівлями (рис. 1).

Система DGNB



Рис. 1. Структура сертифікації за DGNB [15]

Оцінка виконується за такими категоріями:

- 1) екологічна якість;
- 2) економічна якість;
- 3) соціально-культурна якість;
- 4) технічна якість;

- 5) якість обробки;
- 6) якість місця.

Результати порівняння сумарних рейтингових оцінок основних систем, присутніх на світовому ринку, наведено на рис. 2.



Рис. 2. Порівняння рейтингів систем сертифікації DGNB, LEED та BREEAM

При порівнянні даних систем виявлено такі особливості:

- ці системи важко співставляти одна з одною;
- існують значні розбіжності між різними системами для одного рівня оцінки чи рейтингу;

– оцінки будівель, споруджених у Великій Британії, за системами DGNB та LEED є вищими, ніж їх оцінки за системою BREEAM;

– деякі рейтинги (наприклад, у сфері водокористування) не можуть бути однаковими в усіх країнах;

– вивчені системи сертифікації позиціонуються як засоби зменшення впливу будівель на навколишнє середовище. Але деякі аспекти впливу на довкілля їх категоріями не враховуються, зокрема:

а) вплив енергосистем будівель на атмосферу і гідросферу;

б) теплове забруднення від систем теплохолодозабезпечення;

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.

Важливо те, що ці системи сертифікації не дозволяють проводити комплексну оцінку екологічної безпеки «зелених» будівель з точки зору їхнього впливу на здоров'я людини, як центру піклування у процесі сталого розвитку. Розвиток цього аспекту проблеми підвищення екологічної безпеки «зелених» будівель і оцінки ефективності їх сертифікації є актуальним і своєчасним.

Підсумовуючи результати виконаного аналізу, варто зазначити, що подальші дослідження в галузі сертифікації «зелених будівель», в тому числі й в Україні, слід вести за такими напрямками:

– подальше проведення досліджень з розробки міжнародних інструментів визначення рейтингів на засадах об'єктивності;

– орієнтація вимог систем сертифікації на функції, а не на методи досягнення, тобто – нейтральність вибору матеріалів та технологій у процесі впровадження інновацій;

– відповідність вихідних умов національним стандартам та законодавству;

– визначення глобального набору параметрів для порівняння для застосування в інструментах визначення рейтингів будівель;

– зміщення пріоритету з грошових одиниць у бік ефективного використання енергії, особливостей первинних енергоресурсів чи викидів CO₂;

– прийняття національних систем екологічного маркування;

– суворість вимог щодо заощадження води;

– підвищення ефективності систем сертифікації (в тому числі й LEED) на основі моделювання індексу екологічної безпеки «зелених» будівель як комплексу індикаторних показників.

Висновки. Вивчені системи сертифікації дійсно є засобами зменшення впливу будівель на навколишнє середовище, але деякі аспекти впливу на довкілля їхніми категоріями не враховуються. Існуючі системи сертифікації не дозволяють проводити комплексну оцінку екологічної безпеки «зелених» будівель з точки зору їхнього впливу на здоров'я людини, як центру піклування у процесі сталого розвитку. Розвиток цього аспекту проблеми підвищення екологічної безпеки «зелених» будівель і оцінки ефективності їх сертифікації є актуальним і своєчасним.

ЛІТЕРАТУРА

1. Falwell P. State Policy Actions to Overcome Barriers to Carbon Capture and Sequestration and Enhanced Oil Recovery // Solutions Fellow Center for Climate and Energy Solutions For the Industry Working Group of North America 2050. – 2013. – 2101 Wilson Blvd., Suite 550 | Arlington, VA 22201 | 703-516-4146 // www.C2ES.org
2. Доровольський В. В. Екологічний ризик: оцінка і управління / В. В. Доровольський. – Миколаїв : Видавництво ЧДУ ім. П. Могили, 2010. – 216 с.
3. Качинський А. Б. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення : монографія [Електронний ресурс] / А. Б. Качинський. – Режим доступу : <http://www.niss.gov.ua/book/Kachin/index.htm>.
4. Валов М. М. Системы солнечного теплоснабжения / М. М. Валов, Б. И Казанджан – М. : Издательство МЭИ, 1991. – 140 с.
5. Волков Н. Ортогональные ветродвигатели малой мощности для регионов с невысоким ветровым потенциалом и расчет их аэродинамических характеристик / Н. Волков, И. Ковалев // The Fifth International Scientific Forum Aims For Future Of Engineering Science (May 2-8, 2004 – Paris, France). Proceedings. – Paris, France 2004. – С. 125–128.
6. Кривцов В. С. Неисчерпаемая энергия. Кн. 1. Ветроэлектрогенераторы : учебник / В. С. Кривцов, А. М. Олейников, А. И. Яковлев. – Харьков : Национальный аэрокосмический университет «Харьковский авиационный институт»; Севастополь : Севастопольский национальный технический университет, 2003. – 400 с.
7. 2009 ULI Fall Meeting & Urban Land Expo — Green Retrofit: What Is Making This the Wave of the Future? (PDF). – 2010.
8. Celik S. Evaluation of Energy Savings for Buildings with Green Roofs Having Different Vegetation. International High Performance Buildings Conference / Celik S., Retzlaff W. A., Morgan S. // Purdue e-Pubs. – Purdue University, 2010. – P. 3339,1–3339,7.
9. Diamond R., Opitz M., Hicks T., Vonneida V., Herrera S. Evaluating the energy performance of the first generation of LEED-certified commercial buildings. ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, American Council for an Energy-Efficient Economy (Washington DC, USA), 2006, pp. 3-41–3-52.
10. Dirk Mangold. Solar in the city. Active solar heating systems in urban areas / Dirk Mangold // Renewable Energy World. – v4. – № 3. – 2011. – P. 100–111.
11. Earthship Global Model: Radically Sustainable Buildings [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://customs.dp.ua/?tag=green+building&id=N2so9hyNWxc>.
12. Dandan Zh., Hong T., Yan D., Wang Ch. A detailed loads comparison of three building energy modeling programs: EnergyPlus, DeST and DOE-2.1E., 2013.
13. Edward V. L., Saxonis W., Peters J. S., Tannenbaum B., Wirtshafter B. Training the Next Generation of Energy Efficiency Evaluators // Energy Efficiency. – 2013. –no. 2 – P.293-303.
14. Baylon D., Storm P. Comparison of commercial LEED buildings and non-LEED buildings within the 2002-2004 Pacific Northwest commercial building stock. ACEEE Summer Study on Energy Efficiency of Buildings, American Council for an Energy-Efficient Economy (Washington DC, USA), 2008, pp. 4-1–4-12.
15. DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) [Електронний ресурс] // Green Buildings. – Режим доступу : <http://www.betenrealestate.com/uk/sertifikatsiya>.

Рецензенти: Томілін Ю. А., д. б. н., професор;
Добровольський В. В., к. т. н., доцент.

© Клименко Л. П., Воскобойнікова Н. О., 2014

Дата надходження статті до редколегії 25.05.2014 р.

КЛИМЕНКО Леонід Павлович – ректор, професор кафедри екології та природокористування Чорноморського державного університету ім. Петра Могили, м. Миколаїв.

Коло наукових інтересів: трибологія механічних систем, композитні матеріали, енергозаощадження.

ВОСКОБОЙНІКОВА Наталя Олександрівна – доцент кафедри екології та природокористування Чорноморського державного університету ім. Петра Могили, м. Миколаїв.

Коло наукових інтересів: альтернативні джерела енергії та екологічна безпека.