

ЕКОЛОГО-ЕРГОНОМІЧНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ЯК СКЛАДНИК ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА

Протасенко О.Ф.¹, Мигаль Г.В.²

¹Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця
просп. Науки, 9А, 61166, м. Харків
olha.protasenko@hneu.net;

²Національний аерокосмічний університет імені М.С. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»
вул. Чкалова, 17, 61070, м. Харків
g.mygal@khai.edu

Зелене будівництво сьогодні – один із найбільш ефективних інструментів забезпечення сталого розвитку суспільства. Застосування його принципів дає змогу досягти трьох важливих результатів: по-перше, ефективно використовувати енергетичні ресурси; по-друге, зменшувати негативний вплив на навколишнє середовище; по-третє, створювати комфортні умови життєдіяльності людини. Елементом оцінювання під час сертифікації «зеленої» будівлі є визначення її впливу на стан здоров'я людини під час роботи або в побуті. Проте таке оцінювання часто обмежене визначенням впливу лише кількох показників на здоров'я людини, наприклад, якість повітря у приміщенні, екологічність будівельних матеріалів та інше, лишаючи поза увагою питання впливу на людину об'єктів усередині приміщення (меблі, технічне обладнання тощо). Цей факт визначив проблемне питання в зеленому будівництві – необхідність доповнення принципів екологічного проектування ергономічними складниками. У роботі обґрунтовано доцільність застосування еколого-ергономічного проектування в зеленому будівництві, що дасть змогу забезпечити людині необхідну для збереження її здоров'я триєдність – екологічність, комфорт і безпеку. Основні результати роботи полягають у такому: а) за результатами інформаційно-аналітичного пошуку наведено визначення поняття «еколого-ергономічне проектування»; б) представлено систему еколого-ергономічного оцінювання робочого місця (або помешкання), що є необхідним складником у проектуванні; в) запропоновано систему оцінювання можна застосовувати не тільки для «зелених» будівель, але й для оцінювання реконструйованих об'єктів, оскільки такі будівлі також потребують запровадження новацій, які дають змогу підвищити рівень безпеки людини. Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що: а) обґрунтовано застосування еколого-ергономічного проектування в зеленому будівництві; б) запропоновано для еколого-ергономічного оцінювання застосовувати нові показники – суб'єктивні оцінювання працівником ступеня реалізації його екологічних і ергономічних потреб (запитів), що дасть змогу враховувати індивідуальні потреби працівника. Практичну значимість проведеної роботи визначає можливість через еколого-ергономічне оцінювання визначати вплив «зелених», а також реконструйованих будівель на здоров'я людини. Застосування принципів еколого-ергономічного проектування в зеленому будівництві дасть змогу знизити ймовірність негативного впливу на здоров'я людини через застосування екологічно безпечних будівельних матеріалів; визначити екологічні й ергономічні пріоритети працівників; підвищити економічні показники діяльності об'єкта (будівлі) через зростання продуктивності працівників. *Ключові слова:* зелене будівництво, ергономіка, еколого-ергономічне проектування, здоров'я, безпека, комфорт.

Ecological-ergonomic designing as a component of green building. Protasenko O., Mygal G.

Green building is one of the most effective tools for ensuring sustainable development of society for today. The application of its principles allows achieving three important results: firstly, to use energy resources effectively, secondly, to reduce the negative impact on the environment and, thirdly, to create comfortable conditions for human life. An element of assessment during the certification of a green building is to determine its impact on human health at work or domestic conditions. However, such estimate is often limited by the determining of the impact only a few indicators on a human's health, such as indoor air quality, the eco-friendliness of building materials, etc., while neglecting the effects of the things in the premise on human's health (for instance, furniture, technical equipment, etc.). This fact identified a problematic issue in green building: it is the need to supplement the principles of environmental designing with ergonomic components. The expediency of using ecology-ergonomic designing in green building is shown, which provides the conservation of trinity for human's health – ecology, comfort and safety. The main results of the work are as follows: a) the definition of the concept “ecology-ergonomic designing” is given; b) a system of ecology-ergonomic estimate of the workplace (or domestic conditions) is presented, which is a necessary component in the designing; c) the system of ecology-ergonomic estimate can be applied for the estimate of reconstructed buildings, as such buildings also require innovations that can increase human safety. The originality of the presented results as follows: a) the usage of ecology-ergonomic designing in green building is substantiated; b) it is proposed to use new indicators for ecology-ergonomic estimate – subjective estimate by the employee of the degree of realization of his ecological and ergonomic needs (requests), which allows taking into account the individual needs of the employee. The opportunity to assess the effects of “green” as well as reconstructed buildings on human's health through the ecology-ergonomic estimate is the practical importance of the results of research. The applying of the ecology-ergonomic designing principles in the green building allows decreasing the possibility of negative impact on human's health through the choice more suitable eco-friendly building materials; to determine the ecological and ergonomic priorities of the employee; to increase economic indicators of the object (building) through the increase of employee productivity. *Key words:* green building, ergonomics, ecology-ergonomic designing, health, safety, comfort.

Постановка проблеми. Базовим складником розвитку суспільства є практичне впровадження у різних сферах людської діяльності положень концепції сталого розвитку, що дає можливість досягти балансу між потребами нинішнього суспільства і майбутніх поколінь.

Одним із основних інструментів впровадження цієї концепції в життя є зелене будівництво. Сьогодні застосування його принципів дає змогу досягти трьох важливих результатів: по-перше, ефективно використовувати енергетичні ресурси; по-друге, зменшувати негативний вплив на навколишнє середовище; по-третє, створювати комфортні умови життєдіяльності людини. Безумовно, зазначені результати потребують використання певної системи оцінювання [1–4]. Наразі найбільш відомі системи оцінювання результатів зеленого будівництва – BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), LEED (The Leadership in Energy and Environmental Design) і DGNB (German Sustainable Building Council). На рис. 1 показано головні критерії, за якими працюють системи BREEAM, LEED, DGNB.

Очевидно, що наведені критерії багато в чому схожі, оскільки мають спільну мету – забезпечити сталий розвиток суспільства. Проте один із критеріїв потребує особливої уваги – здоров'я людини. Потреба в увазі до нього зумовлена тим, що поняття «здоров'я» у межах стандартів оцінено лише за двома основними показниками: 1) екологічність використаних для будівництва матеріалів і їхній вплив на здоров'я людини; 2) вплив запропонованих енергоефективних систем життєзабезпечення

(вентиляція, освітлення, каналізація тощо) «зеленої» будівлі на здоров'я людини. При цьому поза увагою залишають питання впливу на здоров'я людини елементів забезпечення життєдіяльності (меблів, офісної і побутової техніки тощо), якими заповнюються приміщення «зелених» будівель після їхньої здачі до експлуатації. Треба зазначити, що в багатьох випадках негативний вплив на здоров'я людини справляє саме неякісне облаштування приміщень усередині, що може спричинити погіршення самопочуття і зниження працездатності людини. Отже, виникає суперечлива ситуація: з одного боку, будівля може відповідати найсучаснішим екологічним стандартам, а з іншого – мати багато недоліків у внутрішньому облаштуванні, що знижує позитивні результати впровадження принципів зеленого будівництва. У цій ситуації можливим є перехід від суто екологічного проєктування до еколого-ергономічного, що дасть змогу поєднати три важливі складники для збереження і підтримки здоров'я людини – екологічність, комфорт і безпеку.

Актуальність дослідження. У питанні створення безпечних і комфортних умов діяльності для людини концепція зеленого будівництва спирається на два моменти:

- 1) оцінювання впливу об'єктів зеленого будівництва на здоров'я людини, що дасть змогу визначити проблемні питання, які потребують доопрацювання;
- 2) пошук ефективних шляхів підвищення безпеки і комфорту людини.

Щодо другого моменту, то зазначимо, що це складне завдання для практичної реалізації, оскільки її найкраще рішення зазвичай є не в певній галузі

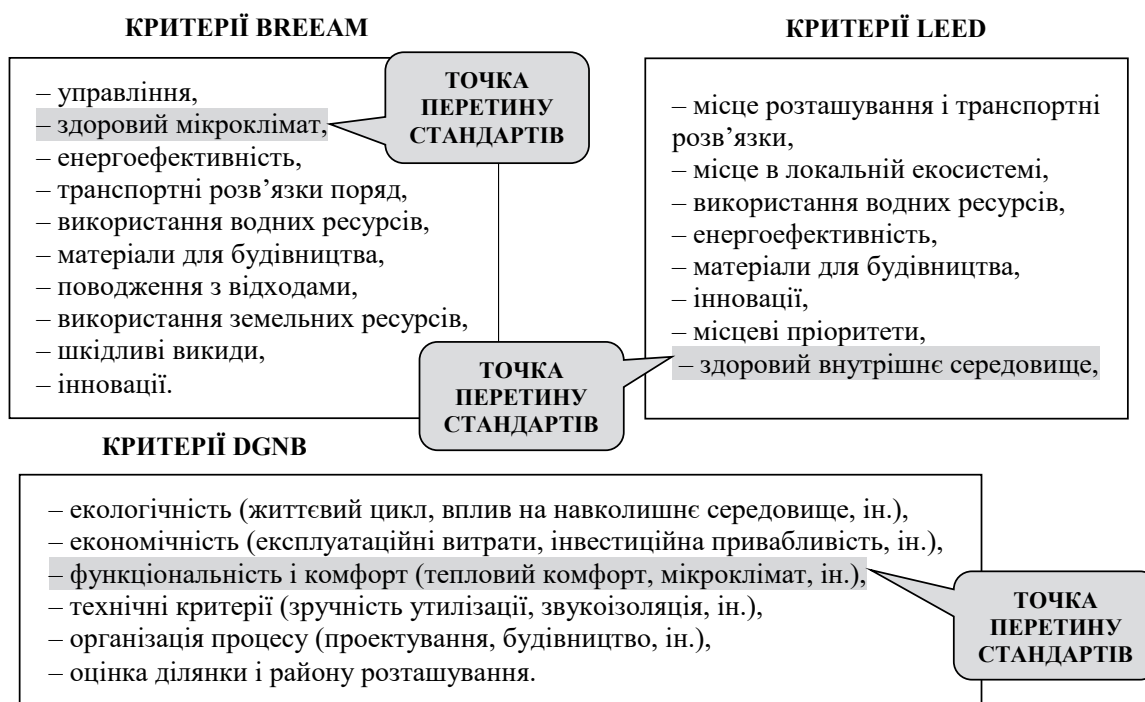


Рис. 1. Критерії стандартів з оцінювання об'єктів зеленого будівництва

знань, а на перетині багатьох галузей. Інакше кажучи, це завдання потребує комплексного підходу до свого рішення. Саме тому для забезпечення екологічності, комфорту і безпеки людини для зеленого будівництва актуальним є застосування принципів еколого-ергономічного проектування. При цьому екологічний складник буде відповідати за додержання екологічних норм і стандартів під час проектування, будівництва та експлуатації будівель, а ергономічний – за створення і підтримку відповідних вимогам безпеки умов праці (або повсякденної життєдіяльності) людини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивчення літератури з питання оцінювання впливу об'єктів зеленого будівництва на здоров'я і благополуччя людини показало, що є опубліковані результати досліджень, проте їх небагато [5–7]. Така ситуація зумовлена двома причинами. По-перше, у самих стандартах зеленого будівництва є розділи [5], в яких від початку передбачено заходи із забезпечення безпеки людини, які обов'язково реалізують під час будівництва і перевіряють їх виконання під час введення «зеленого» об'єкта до експлуатації. Отже, априорі будівля є безпечною для людини, що означає відсутність потреби в додаткових дослідженнях. Однак, як зазначено вище, не всі показники для комплексного оцінювання впливу на здоров'я людини будівлі враховані. По-друге, зелене будівництво – відносно нова сфера діяльності, тому об'єктів, які побудовано за цими стандартами, небагато. Наприклад, в Україні їх сьогодні не більше 10, а в деяких країнах їх узагалі немає. Цей факт ускладнює можливість проведення досліджень. Крім того, для одержання достовірних результатів, такі дослідження мають бути досить тривалими й охоплювати значну кількість випробовуваних, що також складно забезпечити.

Аналіз опублікованих результатів досліджень із питання впливу об'єктів зеленого будівництва на здоров'я людини [6; 7] дав змогу зробити такі узагальнення:

1) для проведення дослідження обрано групу робітників, які постійно працюють в офісному приміщенні. Дослідження проводили у два етапи. Перший етап – оцінювання показників стану здоров'я працівників під час роботи у звичайній будівлі. Другий етап – оцінювання показників стану здоров'я працівників під час роботи в будівлі, побудованій за стандартами зеленого будівництва. Далі, одержані на обох етапах результати досліджень порівнювали і робили висновки. Отже, достовірність результатів з оцінювання впливу «зелених» будівель на стан здоров'я працівників не викликає сумнівів;

2) порівняння результатів обох етапів дослідження дало змогу авторам одержати такі кількісні показники: рівень захворюваності працівників на астму і респіраторні недуги у звичайній будівлі становив 16,28%, під час роботи в «зеленій» будівлі – 6,32%; від загальної кількості днів непрацездатності через хворобу за кілька місяців; відсутність працівників на робочому місці через депресивні або стресові стани у звичай-

ній будівлі становив 20,21% від загальної кількості днів непрацездатності, у «зеленій» – 14,06%; також на суб'єктивному рівні працівники зазначили підвищення продуктивності роботи після переїзду до «зеленої» будівлі. Отже, можна зробити висновок, що найбільш суттєвий позитивний результат від роботи працівників у «зеленій» будівлі має фізіологічний стан їхнього здоров'я, соціально-психологічний складник має нижчі показники;

3) також у дослідженні проаналізовано рівень абсентеїзму працівників. У висновках щодо цього вказано, що його рівень знизився, проте жодних кількісних даних не наведено. Відомо, що абсентеїзм – це психологічний стан уникання працівником виконання своїх робочих обов'язків. Головною причиною виникнення цього стану є незадовільні умови праці. Звичайно, факт позитивного впливу роботи працівників у «зеленій» будівлі на рівень абсентеїзму не викликає сумнівів. Однак відсутність кількісних показників дає змогу припустити, що це зниження є незначним, порівняно з показниками стану фізіологічного здоров'я працівників, що потребує доопрацювання.

Отже, маємо висновок: зелене будівництво дає змогу зробити діяльність працівника екологічно безпечною і комфортною, проте для реалізації важливої для забезпечення здоров'я працівників триєдності – екологічність, безпека, комфорт – необхідне доповнення екологічних стандартів ергономічними.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. З огляду на викладене можна сформулювати таку наукову проблему: сьогодні для забезпечення сталого розвитку суспільства актуальним є застосування принципів зеленого будівництва, проте її невирішеною частиною є необхідність застосування замість суто екологічних принципів проектування і будівництва еколого-ергономічних, що визначає мету цієї роботи.

Виклад основного матеріалу. Як відомо, ергономіка – це наука, яка створює практичні рішення із забезпечення максимально безпечних і комфортних умов праці для людини через поєднання різних наукових напрямів (психології, фізіології, інженерії тощо). Такий підхід робить ергономіку гнучкою, завдяки чому вона миттєво реагує на появу нових запитів у суспільстві щодо безпеки і знаходить для відповіді на них найефективніші рішення.

У світлі важливості реалізації концепції сталого розвитку суспільства одним із основних напрямів роботи сучасної ергономіки стало впровадження принципів екологічної безпеки людини як на робочому місці, так і в побуті. Саме тому останніми роками ергономіка в систему оцінювання якості організації і безпеки робочого місця працівника додала новий акцент – екологічність [8; 9]. Це привело до поступового переходу від ергономічного проектування внутрішнього середовища приміщень до еколого-ергономічного [10], принципи якого можна застосувати і в зеленому будівництві (рис. 2).

Розглянемо детальніше, що являє собою еколого-ергономічне проєктування і яким чином у ньому поєднано екологічні й ергономічні аспекти. Еколого-ергономічне проєктування – це доволі нове поняття в ергономіці, визначення якого сьогодні можна сформулювати так. Еколого-ергономічне проєктування – пошук оптимального поєднання умов праці та технічного забезпечення на робочому місці, яке відповідатиме сучасним психофізіологічним, соціальним, інженерно-технічним і екологічним вимогам. Безумовно, еколого-ергономічне проєктування базується на результатах практичного дослідження робочих місць, тому його важливим складником є система оцінювання, за результатами проведення якої буде визначено проблемні питання і здійснено пошук їх рішень. Загалом система оцінювання вклю-

чає сьогодні 48 показників. Спрощений приклад такого оцінювання наведено в табл. 1.

У представленій таблиці для оцінювання застосовані традиційні ергономічні показники: α – оцінка показника, який вимірюють у балах від 0 до 5, при цьому 0 – найбільш негативний варіант, 5 – найбажаніший; β – питома вага показника, яку встановлюють залежно від значущості показника для оцінюваної системи та вимірюють у відсотковому значенні. Оцінювання коефіцієнта екологічності здійснюють за бальною шкалою в діапазоні від 0 до 5 балів (0 – низький рівень екологічності, 5 – максимальний рівень). Також до системи еколого-ергономічного оцінювання введено показники суб'єктивного оцінювання працівником ступеня реалізації його екологічних і ергономічних потреб (запитів) на робочому місці [8]. Цей момент



Рис. 2. Взаємозв'язок принципів ергономічного проєктування робочого (побутового) середовища і зеленого будівництва

Таблиця 1

Еколого-ергономічне оцінювання робочого місця (спрощений варіант)

№ з/п	Елементи і характеристики робочого середовища	Ергономічність		Коефіцієнт екологічності, бали
		α , бали	β , %	
1	Транспортна інфраструктура об'єкта			
2	Рівень озеленення підприємства			
3	Загальні характеристики будівлі			
4	Санітарний стан приміщення			
5	Робочий стіл			
6	Робоче крісло			
7	Технічне оснащення			
8	Освітлення у приміщенні			
9	Повітрообмін у приміщенні			
10	Кондиціонування			
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Підсумкові результати з оцінювання:		$\gamma =$		$e =$
Суб'єктивне оцінювання працівником ступеня реалізації його екологічних потреб (запитів) на робочому місці, бали				$P_e =$
Суб'єктивне оцінювання працівником ступеня реалізації його ергономічних потреб (запитів) на робочому місці, бали				$P_\gamma =$
Висновки і рекомендації:				

є важливим, оскільки суб'єктивне сприйняття працівником якості організації робочого місця і простору може суттєво відрізнятись від об'єктивних показників, що, як зазначено вище, може стати причиною виникнення абсентеїзму. Суб'єктивне оцінювання можна реалізувати шляхом простого соціологічного опитування працівників. Відповіді можна оцінити за допомогою бальної системи. Отже, за допомогою системи еколого-ергономічного оцінювання робочого місця працівника можна визначити ступінь впливу зеленої будівлі на здоров'я людини як за екологічними, так і за ергономічними показниками.

Перспективи використання результатів дослідження. Загалом застосування принципів еколого-ергономічного проектування в зеленому будівництві дасть змогу надалі досягти таких результатів у реалізації концепції сталого розвитку суспільства:

1) в екологічній сфері: знизити або навіть виключити ймовірність негативного впливу на здоров'я людини через застосування екологічно безпечних будівельних матеріалів;

2) у соціальній сфері: визначити екологічні й ергономічні пріоритети працівників і, відповідно, знизити ймовірність виникнення у них таких негативних психологічних станів, як депресія, стрес, абсентеїзм тощо;

3) в економічній сфері: підвищити економічні показники діяльності об'єкта (будівлі) через зростання продуктивності працівників.

Ба більше, це дасть можливість реалізувати необхідну для підтримки і збереження здоров'я людини (під час роботи або в побуті) триєдність – екологічність, комфорт і безпеку.

Головні висновки. На підставі вищевикладеного маємо такі підсумки:

1) зелене будівництво сьогодні – один із найбільш ефективних інструментів забезпечення сталого розвитку суспільства;

2) елементом оцінювання під час сертифікації «зеленої» будівлі є визначення її впливу на стан здоров'я людини під час роботи або в побуті. Проте таке оцінювання часто обмежується визначенням впливу лише кількох показників на здоров'я людини, наприклад якістю повітря у приміщенні, освітленням, екологічністю будівельних матеріалів та іншим, лишаючи поза увагою питання впливу на людину об'єктів усередині приміщення (меблі, технічне обладнання тощо). Це дало змогу визначити проблемне питання в зеленому будівництві – необхідність доповнення принципів екологічного проектування ергономічними складниками;

3) аналіз літературних джерел із цієї проблеми показав доцільність застосування еколого-ергономічного проектування в зеленому будівництві. Ба більше, такий підхід дасть змогу забезпечити людині необхідну для збереження її здоров'я триєдність – екологічність, комфорт і безпеку;

4) у роботі представлено систему еколого-ергономічного оцінювання робочого місця (або помешкання), яка є необхідним складником у проектуванні. Особливістю цієї системи є нові показники – суб'єктивні оцінювання працівником ступеня реалізації його екологічних і ергономічних потреб (запитів), що зумовлено невідповідністю між суб'єктивним сприйняттям і об'єктивними показниками якості організації як зовнішнього, так і внутрішнього облаштування будівлі;

5) крім того, запропоновану систему оцінювання можна також застосовувати і для оцінювання реконструйованих об'єктів, оскільки зелене будівництво – це відносно новий напрям у реалізації концепції сталого розвитку суспільства, тому відсоток зелених будівель, порівняно з будівлями, побудованими не за зеленими стандартами, значно нижчий, крім того, такі «не зелені» будівлі потребують також запровадження новацій, які дадуть змогу підвищити рівень безпеки людини.

Література

1. Близнюк О. В. Внедрение «зеленых» стандартов строительства в целях реализации национальных интересов. *Экономика строительства*. 2012. № 2. С. 29–36.
2. Бенуж А.А., Колчигин М.А. Анализ концепции зеленого строительства как механизма по обеспечению экологической безопасности строительной деятельности. *Вестник МГСУ*. 2012. № 12. С. 161–165.
3. Асаул А.Н., Иванов С.Н. Основные направления развития «зеленого» строительства. *Вестник ТОГУ*. 2015. № 1(36). С. 169–178.
4. Arijit Sinha, Rakesh Gupta, Andreja Kutnar. Sustainable Development and Green Buildings. *Drvna industrija*. 2013. № 64(1). P. 45–53.
5. Practical Guides for Creating Successful New Communities – Guide 8: Creating Health-Promoting Environments. *TCPA. Living Draft*. 2017. 36 p.
6. Norm G. Miller, Dave Pogue, Quiana D. Gough, Susan M. Davis. Green Buildings and Productivity. *The Journal of Sustainable Real Estate*. 2009. Vol. 1. № 1. P. 65–89.
7. Amanjeet Singh, Matt Syal, Sue C. Grady, Sinem Korkmaz. Effects of Green Buildings on Employee Health and Productivity. *American Journal of Public Health*. 2010. № 100(9). P. 1665–1668.
8. Протасенко О.Ф. Дослідження й аналіз показників екологічності робочого середовища. *Комунальне господарство міст*. 2018. Вип. 7(146). С. 127–132.
9. Мигаль Г.В., Протасенко О.Ф. Нові поняття сучасної ергономіки. *Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии*. 2018. №79. С. 162–170.
10. Мигаль С.П., Мигаль Г.В. Еколого-ергономічне проектування середовища людини. *Науковий вісник будівництва*. 2014. № 4(78). С. 33–37.