

Ірина ПОПОВИЧЕНКО,

докт. екон. наук, професор

ORCID: 0000-0003-3443-9356

Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро
Навчально-науковий інститут «Придніпровська державна академія
будівництва та архітектури»

ОЦІНЮВАННЯ ВАРТОСТІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ОБ'ЄКТІВ НЕРУХОМОСТІ: УКРАЇНСЬКІ РЕАЛІЇ ТА МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ

У статті розглянуто теоретичні засади та практичні аспекти застосування концепцій вартості життєвого циклу (Life-Cycle Costing, LCC) та повної вартості життєвого циклу (Whole-Life Costing, WLC) при оцінюванні економічної ефективності інвестицій у будівництво та експлуатацію об'єктів нерухомості. В умовах економічної нестабільності, інфляційних викликів, енергетичної кризи та потреби у підвищенні ресурсоефективності, важливість застосування підходів, що враховують витрати не лише на етапі будівництва, але й упродовж усього життєвого циклу об'єкта, значно зростає.

Проаналізовано особливості національного нормативного підходу, зокрема положення стандарту ДСТУ ISO 15686-5:2020, який встановлює методологічні основи для LCC-оцінювання. Визначено, що основним бар'єром у впровадженні методів LCC та WLC в Україні є недостатня регуляторна підтримка, низький рівень обізнаності учасників ринку, відсутність стандартизованих інструментів для проведення економічних розрахунків, а також нерозвиненість культури довгострокового фінансового планування в будівельній галузі.

У статті наведено порівняльну характеристику LCC та WLC концепцій. Визначено, що перша фокусується переважно на витратах, пов'язаних з проектуванням, будівництвом, експлуатацією, обслуговуванням і утилізацією, тоді як друга враховує також зовнішні ефекти, соціальні та екологічні аспекти, включаючи залишкову вартість активу та витрати пов'язані із зовнішнім середовищем. Це особливо актуально в контексті сучасного вектору розвитку сталого будівництва в ЄС та повоєнного відновлення України.

Розглянуто міжнародний досвід з інтеграції підходів LCC/WLC у практику проектного менеджменту як позитивний приклад для української будівельної галузі. Обґрунтовано доцільність впровадження механізмів оцінювання життєвого циклу при розробці будівельних проектів державного та приватного сектору, з метою підвищення економічної доцільності інвестицій, зменшення енерговитрат, підвищення прозорості закупівель та формування ефективної системи управління вартістю протягом усього терміну служби об'єкта.

Сформульовано перспективи подальших досліджень у напрямку цифровізації розрахунків LCC/WLC (зокрема, інтеграція з BIM-технологіями), розробки національних галузевих баз даних витрат на обслуговування та ремонту, а також розвитку інструментів порівняльного аналізу варіантів проектних рішень на основі життєвого циклу. Зазначено, що впровадження концепцій LCC та WLC

має потенціал не лише для зниження витрат, але й для досягнення ширших соціально-економічних та екологічних цілей у сфері управління нерухомістю, підкреслено необхідність інтеграції соціальних та поведінкових аспектів у підходах до оцінки життєвого циклу (LCA) будівельних об'єктів.

Ключові слова: *нерухомість; вартість життєвого циклу (LCC); повна вартість життєвого циклу (WLC); оцінка життєвого циклу (LCA); економічна ефективність та енергоефективність будівель; управління життєвим циклом будівель; сталий розвиток у будівництві.*

Вступ. Будівельна галузь у будь-якій країні та у будь-яких соціально-економічних умовах є найважливішим фактором та маркером економічного розвитку держави та суспільства. У кризові часи будівельна галузь першою відчуває стагнацію та спад, але, в той же час, завдяки поживленню будівництва під час виходу з кризи країни відновлюються та покращується соціальне становище населення / трудових ресурсів. Будівельна галузь знаходиться під впливом комплексу динамічних факторів впливу, таких як техніко-технологічні, економічні соціальні, культурологічні, історико-етнічні фактори. Комплекс цих факторів визначає економічну та соціальну ефективність будівельних проєктів, як у цивільному, так і у промисловому будівництві всіх видів – нове будівництво, реконструкція, урбаністична ревіталізація. Поєднання економічної, соціальної та екологічної ефективності будівельних об'єктів є актуальним та нетривіальним завданням, та таким, що відповідає концепції сталого розвитку, задекларованої 193-ма країнами - членами ООН у 2015 році. У перспективі 15 років (до 2030 р.) досягнення сталого розвитку включає 17 цілей, одинадцять з яких називається «Сталий розвиток міст і громад». Тому підходи та методи оцінювання соціально-економічної ефективності будівельних проєктів/об'єктів з урахуванням усього їхнього життєвого циклу – від проєктування до виведення з експлуатації є актуальним предметом досліджень та практичних розробок фахівців-будівельників, економістів, фінансистів з метою, у тому числі, досягнення цієї одинадцятої цілі.

Аналіз досліджень і публікацій. Аналіз публікацій результатів досліджень за останні п'ять-сім років показав, що вітчизняні автори зосереджуються в основному на практичному застосуванні концепцій LCC/WLC у проєктуванні, будівництві та державних закупівлях. Наприклад, стаття авторів Човнюк Ю.В., Приймаченко О.В., Чередніченко П.П., Чередніченко О.П. акцентує увагу на важливості врахування макроекономічних чинників (інфляції, ризиків), що значно поглиблює підхід до оцінки повної вартості проєктів у муніципальному будівництві [1]. Ця робота має концептуально-аналітичний характер і є корисною для дослідників, що працюють на стику будівництва та фінансів.

Публікація Гетун Г. та Лесько І. – приклад прикладного дослідження, де LCC використано як інструмент вибору оптимальної будівельної конструкції (покрівлі) [2]. Її практична цінність полягає в застосуванні LCC для енергоефективного проєктування. У цій роботі представлено техніко-економічне моделювання для вирішення означеної прикладної задачі.

Робота Суходольської Н.А. актуалізує LCC у контексті державних закупівель, підкреслюючи нормативну та регуляторну складову [3]. Авторка висвітлює переваги врахування повної вартості життєвого циклу товару, що особливо

важливо при закупівлі будівельних послуг та матеріалів з високими експлуатаційними витратами.

Серед англomовних публікацій найґрунтовнішими є статті Heralová R.S., де розглядаються як загальні методологічні аспекти LCC у проектному аналізі, так і приклади застосування в публічних інвестиційних проєктах. Цей підхід є системним і підкріплений прикладними рекомендаціями для фахівців [4,5].

Дослідження Zhang H. ілюструє потужний потенціал LCC в аналізі енергоефективності [6]. Робота демонструє приклад глибокої модернізації будівлі з використанням LCC для порівняння сценаріїв, включаючи енергоспоживання та CO₂-ефекти. Вона має важливе практичне значення для проєктів з термореновації.

Публікація Asdrubali F., Fronzetti Colladon A., Segneri L., Gandola D. M. є бібліометричним оглядом, що дозволяє побачити еволюцію тематики LCC/LCA у будівництві за 20+ років [7]. Вона є цінною як оглядове джерело для формування системної картини та виявлення дослідницьких лагун.

Нарешті, Sharma R. та колеги [8] зосереджуються на екологічному аспекті LCC у стійкому будівництві, пропонуючи інтеграцію екологічних параметрів у розрахунок витрат протягом життєвого циклу. Це дозволяє зробити концепцію більш сучасною в умовах переходу до зеленого будівництва.

Аналіз наведених досліджень показав, що вони охоплюють як теоретичні засади, так і прикладні аспекти застосування LCC/WLC у будівельній сфері. Вітчизняні джерела краще відображають нормативно-правовий та прикладний контекст в умовах України, тоді як англomовні забезпечують ширший огляд методологій, практик енергоефективності та сталого розвитку. Для цілісного дослідження доцільно розглядати обидва контексти.

Постановка проблеми. Таким чином, на основі аналізу вітчизняного та міжнародного досвіду застосування концепцій Вартості життєвого циклу (Life-Cycle Costing, LCC) та Повної вартості життєвого циклу (Whole-Life Costing, WLC) є науково-практична потреба виконати критичну порівняльну характеристику цих двох концепцій та пов'язаних з ними методик з урахуванням сучасних соціально-економічних умов в Україні та перспектив її післявоєнного відновлення, що є метою даної статті.

Виклад основного матеріалу. Нагадаємо відому термінологію. *Вартість життєвого циклу (Life-Cycle Costing, LCC)* – це методика оцінювання загальної вартості об'єкта протягом усього періоду його експлуатації з урахуванням усіх витрат, які виникають протягом життєвого циклу: починаючи від проєктування, будівництва, введення в експлуатацію, експлуатації, ремонту, модернізації – і до демонтажу чи утилізації. Згідно з ДСТУ ISO 15686-5:2020 [9], LCC – це методика економічного оцінювання, яка враховує усі витрати, пов'язані з набуттям, використанням, експлуатацією та вибуттям активу.

Основна мета: прийняття оптимального рішення з погляду загальних витрат протягом експлуатаційного строку, а не лише на етапі інвестування.

Отже, LCC фокусується переважно на фінансових витратах протягом визначеного періоду часу (життєвого циклу активу).

Повна вартість життєвого циклу (Whole-Life Costing, WLC) – це ширше поняття, яке включає в себе LCC, але також враховує зовнішні витрати, соціальні та екологічні аспекти, вплив на стейкхолдерів, а також вартість ризиків, вплив на довкілля, вартість втрат/зиску у результаті нефінансових чинників. За

міжнародною практикою (наприклад, BS ISO 15686-5:2017), WLC охоплює: "усі прямі та непрямі, фінансові та нефінансові витрати та вигоди, пов'язані з проектом, активом або системою протягом усього його життєвого циклу".

Основна мета: комплексна оцінка вартості, яка поєднує економічні, екологічні та соціальні чинники, що важливо в умовах сталого будівництва.

Таким чином, WLC – це ширше поняття, ніж LCC. Воно включає всі витрати, пов'язані з активом протягом усього терміну його існування, включаючи:

- фінансові витрати (як у LCC);
- екологічні витрати (наприклад, вплив на довкілля, викиди CO₂);
- соціальні витрати (наприклад, вплив на добробут користувачів, громаду);
- зовнішні ефекти, що можуть не мати безпосереднього грошового вираження, але впливають на довгострокову вартість.

Ключова ідея WLC полягає в інтегруванні економічної, екологічної та соціальної складові для оцінки повного впливу активу (згідно концепції сталого розвитку). Складовою WLC є LCA (life-cycle assessment), оцінка життєвого циклу – це метод, який використовується для кількісної оцінки впливу продукції і послуг на навколишнє середовище протягом її життєвого циклу.

Виконаємо порівняльну характеристику LCC та WLC концепцій у таблиці 1.

Узагальнюючи міжнародний досвід, слід відзначити наступне:

- У країнах ЄС, Великій Британії та США WLC набуває все більшого значення в контексті сталого будівництва та оцінки життєвого циклу будівель (LCA). Наприклад, у Великій Британії Standardized Method of Life Cycle Costing (SMLCC) та керівництво від RICS (Royal Institution of Chartered Surveyors) враховують обидві концепції.

- ЄС стимулює впровадження WLC в рамках політик Green Deal, Taxonomy Regulation, Circular Economy Action Plan.

Рекомендації для українських реалій:

- В умовах післявоєнного відновлення будівельної галузі в Україні доцільно ширше впроваджувати LCC як обов'язкову вимогу для обґрунтування інфраструктурних рішень.
- Концепція WLC має стратегічне значення для забезпечення екологічної та соціальної сталості, особливо в державних закупівлях, відновленні житла, «зеленому» будівництві.

Впровадження WLC вимагає:

- розвитку національної методології;
- адаптації міжнародного досвіду (BSI, EU Green Deal);
- інтеграції з інструментами оцінки сталості (LCA, ESG*);
- міждисциплінарного підходу: економіка + екологія + архітектура.

* ESG - Environmental, Social, Governance principles в управлінні бізнесом.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика LCC і WLC концепцій

<i>Критерій</i>	<i>LCC (Life-Cycle Costing)</i>	<i>WLC (Whole-Life Costing)</i>
<i>Фокус</i>	Фінансові витрати протягом життєвого циклу	Фінансові, екологічні та соціальні витрати
<i>Охоплення витрат</i>	Прямі фінансові витрати на всіх етапах життєвого циклу	Прямі та непрямі витрати, включаючи зовнішні ефекти, екологічні та соціальні витрати
<i>Джерела витрат</i>	Будівництво, експлуатація, утримання, демонтаж	Як у LCC + вплив на довкілля, витрати користувача, соціальні витрати
<i>Економічна орієнтація</i>	Зосереджена на економічній ефективності проекту	Орієнтована на сталий розвиток – економічну, екологічну та соціальну ефективність
<i>Врахування ризиків</i>	Обмежено – здебільшого витрати, пов'язані з ремонтом/заміною	Повноцінно враховує ризики: фінансові, екологічні, соціальні
<i>Методологія</i>	Переважає кількісна, з дисконтуванням майбутніх витрат	Поєднання кількісної (економіка) і якісної (екологія, соціальні ефекти)
<i>Призначення</i>	Мінімізація сукупної вартості володіння	Максимізація загальної цінності з урахуванням сталого розвитку
<i>Використання в Україні</i>	Застосовується в проєктуванні та оцінці інвестицій, стандартизована у ДСТУ ISO 15686-5:2020	Не має чіткої нормативної бази в Україні, проте використовується в екологічному зеленому будівництві, зокрема в оцінці сталості
<i>Міжнародна практика</i>	Активно використовується в оцінці ефективності інвестицій у державному секторі (США, ЄС, Канада)	Широко впроваджується у країнах ЄС, зокрема у Великій Британії (BSI PAS 2080)*, у контексті оцінки сталого будівництва
<i>Застосування у BIM (Building Information Modeling)</i>	LCC – інтегрується у BIM-середовище для автоматизованої оцінки витрат	WLC – включає параметри впливу на довкілля (LCA) в поєднанні з BIM

* BSI PAS 2080 – глобальний стандарт управління інфраструктурним вуглецем, розроблений Британським інститутом стандартів для відповідності вимогам Світової організації торгівлі. Згідно цього стандарту розглядається весь ланцюжок створення вартості з метою скоротити викиди вуглецю та знизити витрати за рахунок більш розумного проєктування, будівництва та використання.

Висновки.

LCC – інструмент для економічної оцінки та оптимізації витрат у життєвому циклі об'єкта.

WLC – більш широка концепція, що дозволяє враховувати сталий розвиток, екологічні та соціальні аспекти.

Для України актуальним є поетапне впровадження елементів WLC, зокрема через розвиток зеленого будівництва, міжнародних проєктів та адаптацію кращих практик.

Спираючись на матеріали дослідження, що викладені вище, у сфері оцінки життєвого циклу (LCA) на основі концепцій LCC, WLS можна виокремити кілька ключових дослідницьких лаку:

1. Недостатня інтеграція соціальних та поведінкових аспектів у LCA. Більшість досліджень зосереджені на технічних аспектах, таких як матеріали та енергоефективність, тоді як вплив поведінки користувачів будівель на результати LCA залишається малодослідженим.

2. Обмежене використання цифрових технологій у LCA. Хоча цифрові інструменти, такі як BIM (Building Information Modeling), мають потенціал для покращення точності та ефективності LCA, їх застосування в цій сфері ще не є широким.

3. Недостатня увага до етапу експлуатації будівель. Більшість досліджень зосереджені на етапах проектування та будівництва, тоді як етап експлуатації, який має значний вплив на загальний життєвий цикл будівлі, часто недооцінюється.

4. Обмежене врахування локальних контекстів у LCA. Існує потреба в адаптації методологій LCA до специфіки різних регіонів, з урахуванням місцевих кліматичних, економічних та соціальних умов.

5. Недостатня стандартизація методів та показників LCA. Відсутність уніфікованих стандартів та показників ускладнює порівняння результатів різних досліджень та впровадження LCA в практику.

Ці лакуни вказують на напрямки майбутніх досліджень, які можуть сприяти більш комплексному та ефективному застосуванню концепцій LCC, WLC, LCA у будівельній галузі.

Список літератури:

1. Човнюк Ю.В., Приймаченко О.В., Чередніченко П.П., Чередніченко О.П. Концептуальні основи аналізу витрат життєвого циклу нерухомості, інвестицій у об'єкти міського будівництва і господарства при врахуванні впливу інфляційних процесів. *Міжнародний науковий журнал Інтернаука. Серія: Економічні науки.* 2023. №6. <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2023-6-8894>

2. Гетун Г., Лесько І. Врахування вартості життєвого циклу при проектуванні суміщених покриттів будівель. *Енергоефективність в будівництві та архітектурі.* 2018. Вип. 11. С. 95–102. DOI: <https://doi.org/10.32347/2310-0516.2018.11.95-102>

3. Суходольська Н.А. Вартість життєвого циклу товару як критерій оцінки тендерних пропозицій. *Економіка, менеджмент та адміністрування.* 2022. №2(100). С. 49-53. DOI: [https://doi.org/10.26642/ema-2022-2\(100\)-49-53](https://doi.org/10.26642/ema-2022-2(100)-49-53)

4. Heralová R.S. Life Cycle Costing as an Important Contribution to Feasibility Study in Construction Projects. *Procedia Engineering.* 2017. Vol. 196, P. 565-570. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817331521>

5. Heralová R.S. Life Cycle Costing of Public Construction Projects. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 2019. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/290/1/012060>

6. Zhang, H. Life cycle costing analysis of deep energy retrofits of a mid-rise building to understand the impact of energy conservation measures. *arXiv.* 2023. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.00456>

7. Asdrubali F., Fronzetti Colladon A., Segneri L., Gandola D.M. LCA and energy efficiency in buildings: Mapping more than twenty years of research, *Energy and Buildings*, 2024, Vol. 321. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114684>.

8. Sharma R., et al. Life Cycle Costing Methodology for Sustainable Construction. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022. 1084(1):012023. DOI: 10.1088/1755-1315/1084/1/012023

9. ДСТУ ISO 15686-5:2020 Будівлі та об'єкти нерухомого майна. Планування строку експлуатації. Частина 5. Оцінювання вартості життєвого циклу (ISO 15686-5:2017, IDT). [Чинний від 2020-04-01]. К.: ДП «УкрНДНЦ». URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=89636

References:

1. Chovniuk, Yu.V., Prymachenko, O.V., Cherednichenko, P.P., Cherednichenko, O.P. (2023). Conceptual framework of the analysis of life cycle costs of real estate, investments in urban building and household assets considering the impact of inflationary processes. *International Scientific Journal Internauka."Series: Economic Sciences."* №6. <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2023-6-8894>

2. Getun, G., Lesko, I. (2018). Design flat-roof coatings considering their life-cycle cost. *Energy-Efficiency in Civil Engineering and Architecture*. № 11. Pp. 95–102. DOI: <https://doi.org/10.32347/2310-0516.2018.11.95-102>

3. Sukhodolska, N. (2022). Product life cycle value as a criterion for evaluating tender offers. *Economics, Management and Administration*, 2(100), 49–53. [https://doi.org/10.26642/ema-2022-2\(100\)-49-53](https://doi.org/10.26642/ema-2022-2(100)-49-53)

4. Heralová, R.S. (2017). Life Cycle Costing as an Important Contribution to Feasibility Study in Construction Projects . *Procedia Engineering*. Vol. 196, pp. 565-570. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817331521>

5. Heralová, R.S. (2019). Life Cycle Costing of Public Construction Projects. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/290/1/012060>

6. Zhang, H. (2023). Life cycle costing analysis of deep energy retrofits of a mid-rise building to understand the impact of energy conservation measures. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.00456>

7. Asdrubali, F., Fronzetti Colladon A., Segneri, L., Gandola, D.M. (2024). LCA and energy efficiency in buildings: Mapping more than twenty years of research. *Energy and Buildings*, Vol. 321. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114684>

8. Sharma, R., et al (2022). Life Cycle Costing Methodology for Sustainable Construction. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1084(1):012023. DOI: 10.1088/1755-1315/1084/1/012023

9. DSTU ISO 15686-5:2020 Buildings and real estate objects. Service life planning. Part 5: Life cycle costing (ISO 15686-5:2017, IDT). [Valid from 2020-04-01]. К.: State Enterprise "UkrNDNTs" from https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=89636.

Iryna POPOVYCHENKO

Life-Cycle Cost Assessment of Real Estate Assets: Ukrainian Realities and International Experience, Challenges and Prospects

This article explores the theoretical foundations and practical aspects of applying the concepts of Life-Cycle Costing (LCC) and Whole-Life Costing (WLC) to assess the economic efficiency of investments in the construction and operation of real estate assets. In the context of economic instability, inflationary pressures, energy crises, and

the growing need for resource efficiency, the relevance of approaches that account not only for construction phase expenditures but also for costs incurred throughout the entire life cycle of an asset is significantly increasing.

The study examines the features of the national regulatory approach, with a focus on the provisions of the Ukrainian standard DSTU ISO 15686-5:2020, which establishes methodological foundations for LCC assessment. The key barriers to the implementation of LCC and WLC methods in Ukraine are identified as insufficient regulatory support, low awareness among market participants, a lack of standardized tools for economic calculations, and an underdeveloped culture of long-term financial planning in the construction sector.

A comparative analysis of the LCC and WLC concepts is presented. LCC is primarily focused on expenditures associated with design, construction, operation, maintenance, and disposal, while WLC also accounts for externalities, social and environmental factors, including asset residual value and environmental impact costs. This distinction is particularly relevant in the context of the EU's sustainable construction priorities and Ukraine's post-war reconstruction.

The article discusses international experience in integrating LCC/WLC approaches into project management practices as a positive reference point for the Ukrainian construction industry. The feasibility of implementing life-cycle assessment mechanisms in the planning of public and private construction projects is substantiated, with the aim of improving investment efficiency, reducing energy consumption, increasing procurement transparency, and establishing an effective value management system throughout an asset's service life.

The paper also outlines future research directions, including the digitalization of LCC/WLC calculations (particularly integration with BIM technologies), the development of national industry-specific databases on maintenance and repair costs, and the advancement of tools for comparative analysis of project alternatives based on life-cycle principles. It is emphasized that the implementation of LCC and WLC concepts has the potential not only to reduce costs but also to achieve broader socio-economic and environmental goals in real estate management. The need to integrate social and behavioral dimensions into life-cycle assessment (LCA) methodologies for construction assets is also underlined.

Keywords: *real estate; life-cycle cost (LCC); whole-life cost (WLC); life-cycle assessment (LCA); economic and energy efficiency of buildings; building life-cycle management; sustainable construction.*