

АНОТАЦІЯ

Сиволап Ю.В. Організаційно-економічний інструментарій управління вартістю життєвого циклу об'єктів будівництва. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 051 – Економіка, галузь знань 05 – Соціальні та поведінкові науки. – Київський національний університет будівництва і архітектури, Міністерство освіти і науки України, Київ, 2025 р.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню важливого науково-прикладного завдання – удосконалення механізмів управління вартістю життєвого циклу об'єктів будівництва на основі розробки комплексного організаційно-економічного інструментарію. У дослідженні системно обґрунтовано підходи до структуризації життєвого циклу будівельних об'єктів, визначено його ключові етапи та чинники формування вартості, що є критично важливим в умовах трансформаційних процесів та викликів військової агресії.

Розкрито сутність сучасних інструментів управління вартістю на фазах планування, проектування, будівництва, експлуатації та утилізації. На основі узагальнення зарубіжного і вітчизняного досвіду проаналізовано методології оцінки повної вартості володіння (TCO), життєвого циклу (LCC), функціонально-вартісного аналізу та математичного моделювання. Запропоновано підходи до поєднання цих методів з цифровими технологіями (BIM, ERP, PPM) для підвищення ефективності управління будівельними проектами у реальному часі.

Актуальність теми дисертації зумовлена значними руйнуваннями інфраструктури та житлового фонду України внаслідок військових дій, що вимагає негайного, прозорого й ефективного управління процесами відновлення та нового будівництва. Оптимізація витрат та раціональне використання ресурсів на всіх етапах життєвого циклу об'єктів будівництва набуває стратегічного значення для забезпечення сталого розвитку. Зростаючі вимоги до принципів циркулярної економіки, впровадження інноваційних технологій (BIM), а також необхідність ефективного управління знеціненням житлового фонду висувають нові виклики,

що зумовлюють нагальність розробки та вдосконалення відповідного організаційно-економічного інструментарію.

Метою роботи є наукове обґрунтування, розробка і впровадження теоретико-методичних засад і прикладних напрямів удосконалення організаційно-економічного управління вартістю життєвого циклу об'єкта будівництва в Україні.

Об'єктом дослідження виступають процеси та механізми управління вартістю будівельних об'єктів на всіх етапах їх життєвого циклу.

Предметом дослідження є теоретико-методичні і практичні засади формування дієвого інструментарію управління життєвим циклом об'єктів будівництва.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у розробці організаційно-економічного інструментарію управління вартістю життєвого циклу об'єктів будівництва, що базується на інтегрованому підході до врахування інноваційних аспектів, зокрема розробки індикаторів знецінення житлового фонду на основі функціонального зносу та оновленої періодизації життєвого циклу.

Удосконалено:

- методичний підхід до оцінки вартості життєвого циклу будівельних об'єктів, який інтегрує чинник часу, дисконтування витрат та індексацію цін, забезпечуючи підвищену точність визначення економічної доцільності інвестиційних рішень та обґрунтований вибір проєктів з довгостроковою перспективою;

- підхід до вибору оптимального варіанту будівництва, заснований на комплексному порівнянні капітальних, експлуатаційних витрат та витрат на утримання. Це забезпечує стратегічно обґрунтоване управління ресурсами та мінімізацію сукупних витрат на всіх етапах життєвого циклу;

- математичну модель порівняльного аналізу варіантів реалізації будівельних об'єктів, яка використовує критерії NPV, IRR та DPP. Ця модель дає змогу об'єктивно оцінити економічну ефективність та строк окупності інвестицій, надаючи надійний інструмент для прийняття зважених фінансових рішень.

Набули подальшого розвитку:

- визначення терміну «життєвий цикл об'єкта будівництва в умовах воєнної та поствоєнної відбудови» як безперервного процесу від обґрунтування потреби до утилізації, з акцентом на стійкість, енергоефективність, безпеку, управління пошкодженнями, соціальну справедливість та психологічне відновлення громад;
- концепція управління витратами на всіх етапах життєвого циклу будівельного об'єкта, яка інтегрує договірне ціноутворення, транспортне планування та технічне обслуговування обладнання, забезпечуючи комплексний контроль та оптимізацію витрат;
- методологія застосування сучасних цифрових інструментів (BIM-технологій, аналітичних платформ, математичного моделювання) для контролю та оптимізації вартості життєвого циклу, що дозволяє автоматизувати збір та аналіз даних, підвищити точність прогнозів і прозорість фінансових потоків;
- підхід до розробки індикаторів знецінення житлового фонду, що ґрунтується на функціональному зносі та оновленій періодизації життєвого циклу об'єктів. Цей підхід дозволяє точніше ідентифікувати етапи втрати вартості та приймати обґрунтовані рішення щодо реновації або реконструкції, із застосуванням методів нечіткого логічного висновку типу Сугено для підвищення надійності розрахунків за неповних даних;
- практичні рекомендації щодо зниження витрат на перевезення та ремонт техніки, що базуються на застосуванні транспортної задачі та динамічного програмування. Ці рекомендації сприяють зменшенню непродуктивних витрат, мінімізації простоїв техніки та оптимізації логістичних процесів у будівництві.

Практична цінність роботи підтверджена позитивними впровадженнями її результатів у практику діяльності ТОВ «Національний атестаційно-навчальний центр», ТОВ «Енерго Інжиніринг» та ТОВ «Науково-дослідний центр ціноутворення та кошторисного нормування у будівництві «Цінобуду», а також використанням у навчальному процесі Київського національного університету будівництва і архітектури.

У межах дослідження розглянуто комплекс заходів із впровадження параметричного складання кошторисів та автоматизації збору даних про витрати матеріалів і робіт. Аналіз чутливості виявив, що вплив ключових ресурсів (наприклад, вартості бетонних робіт та монтажу інженерних систем) на загальну вартість LCC перевищує 60 %. Рекомендовано використовувати електронні кошторисні комплекси, інтегровані з BIM-технологіями, що забезпечує зменшення людських помилок та скорочення часу формування кошторису на 25 %, сприяючи точному контролю бюджетів та зниженню ризику перевитрат на ранніх етапах проєкту.

Сформульовано та оптимізовано задачу мінімізації транспортних витрат як класичну транспортну задачу з обмеженнями на пропускну спроможність складів і потребу будмайданчиків. На основі фактичних тарифів та даних про відстані показано, що оптимізація маршрутів дозволяє зекономити до 12 % від річного бюджету на логістику. Розроблена Excel-модель автоматично генерує оптимальні плани перевезень при зміні вихідних даних, забезпечуючи високу гнучкість логістичного планування.

Досліджено задачу розподілу ресурсів на ремонт техніки з урахуванням простоїв. Модель динамічного програмування дозволила визначити оптимальний графік ремонтів, який мінімізує сумарні витрати на технічне обслуговування та втрати від простою машин. Порівняння аварійного та планово-профілактичного ремонтів показало до 18 % економії при переході на профілактичний графік, що підтвердило доцільність інвестування в систему моніторингу стану техніки та регулярне обслуговування.

Побудовано багатокритеріальну модель LCC для трьох варіантів конструктивного рішення фельдшерсько-акушерського пункту. Оцінка включала капітальні, експлуатаційні та реноваційні витрати за 25 років, а також розрахунки NPV, IRR та DPP. Найвигіднішим виявився Варіант 3: попри найвищу початкову вартість (8,22 млн грн), він має найнижчі сукупні витрати LCC (16,23 млн грн) і найкоротший термін окупності ($DPP \approx 18,7$ р.). Це підкреслює критичну важливість

комплексного підходу, де інвестиції в більш дорогі матеріали та системи зменшують довгострокові експлуатаційні витрати.

Проведені дослідження підтверджують ефективність інтегрованого застосування організаційно-економічних, математичних та інформаційних методів управління вартістю життєвого циклу будівельних об'єктів. Накопичений досвід та розроблений інструментарій можуть бути використані як шаблон для різних типів будівельних проєктів. Реалізація запропонованих підходів дозволяє підвищити прозорість фінансових процесів, зменшити загальний ризик перевитрат щонайменше на 10–15 %, а також забезпечує можливість гнучкого реагування на зміну ринкових умов і технічних вимог протягом усього життєвого циклу об'єкта. Запропонований інструментарій може бути використаний забудовниками, інвесторами, проєктувальниками, органами публічної влади у процесі прийняття управлінських рішень, спрямованих на зниження вартості, підвищення енергоефективності та забезпечення стійкості будівель у довгостроковій перспективі.

Ключові слова: будівельні об'єкти, BIM-технології, сталий розвиток, економічна ефективність, цифрова трансформація, інноваційні технології, фінансування будівництва, оцінка життєвого циклу, життєвий цикл об'єкту будівництва, етапи життєвого циклу об'єкта будівництва, будівництво, енергоефективність, ризики, цифровізація, управління вартістю, оптимізація витрат, вартість будівництва, лінійне програмування, LCA (Life Cycle Analysis), LCC (Life Cycle Costing), LCCA (Life Cycle Cost Analysis), WBLCA (Whole Building Life Cycle Assessment).

ABSTRACT

Syvolap Yu.V. Organizational and economic tools for managing the life cycle cost of construction projects.

Thesis for the Doctor of Philosophy degree in specialty 051 – Economics, branch of knowledge 05 – Social and behavioral sciences. – Kyiv National University of Construction and Architecture, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2025.

This dissertation addresses a significant applied scientific problem – the improvement of mechanisms for managing the life cycle cost (LCC) of construction projects by developing a comprehensive organizational and economic toolkit. The study provides a systematic justification of approaches to structuring the building life cycle, identifying its key stages and cost-forming factors, which is critically important in the context of transformational processes and challenges caused by military aggression.

The essence of modern cost management tools is revealed for the stages of planning, design, construction, operation, and decommissioning. Based on the synthesis of foreign and domestic experience, the research analyzes methodologies for assessing total cost of ownership (TCO), life cycle costing (LCC), functional cost analysis, and mathematical modeling. Approaches are proposed to integrate these methods with digital technologies (BIM, ERP, PPM) to enhance real-time management of construction projects.

The relevance of the research is driven by extensive destruction of infrastructure and housing in Ukraine due to military actions, requiring urgent, transparent, and effective management of reconstruction and new construction processes. Cost optimization and rational resource use at all life cycle stages have become strategically important for ensuring sustainable development. Increasing requirements for circular economy principles, the introduction of innovative technologies (such as BIM), and the need for efficient depreciation management of housing stock create new challenges that call for the development and improvement of relevant organizational and economic tools.

The aim of the study is to scientifically substantiate, develop, and implement theoretical-methodological foundations and practical directions for improving

organizational and economic management of the life cycle cost of construction projects in Ukraine.

The object of the study is the processes and mechanisms for managing the cost of construction projects at all stages of their life cycle.

The subject of the research is the theoretical, methodological, and practical foundations for forming effective tools for managing the life cycle of construction objects.

Scientific novelty lies in the development of a comprehensive organizational and economic toolkit for managing the life cycle cost of construction projects, based on an integrated approach that considers innovative aspects, including the development of housing stock depreciation indicators based on functional obsolescence and an updated periodization of the life cycle.

Improved:

- a methodological approach to life cycle cost assessment of construction objects integrating time factor, cost discounting, and price indexing, ensuring higher accuracy of investment decision-making and long-term project selection;
- a framework for selecting optimal construction alternatives through comprehensive comparison of capital, operational, and maintenance costs, enabling strategic resource management and minimization of total lcc;
- a mathematical model for comparative analysis of project implementation options using NPV, IRR, and DPP criteria, offering an objective evaluation of investment efficiency and payback periods for informed financial decisions.

Further developed:

- the definition of the term "life cycle of a construction project in conditions of wartime and post-war recovery" as a continuous process from needs assessment to decommissioning, emphasizing sustainability, energy efficiency, safety, damage management, social justice, and psychological recovery of communities;
- the concept of cost management throughout the construction life cycle, integrating contract pricing, transport planning, and equipment maintenance for comprehensive cost control and optimization;

- methodology for applying modern digital tools (bim technologies, analytical platforms, mathematical modeling) for cost control and optimization throughout the life cycle, enabling automated data collection and analysis, improved forecast accuracy, and transparency of financial flows;
- an approach to developing depreciation indicators for the housing stock based on functional obsolescence and updated life cycle periodization, enabling more precise identification of value loss stages and informed decisions on renovation or reconstruction, using sugeno-type fuzzy inference for enhanced reliability under incomplete data;
- practical recommendations for reducing transportation and equipment repair costs based on transportation problem solving and dynamic programming, reducing idle time and optimizing construction logistics.

The practical significance of the study is confirmed by the implementation of its results in the activities of LLC “National Certification and Training Center”, LLC “Energo Engineering”, and LLC “Research Center for Pricing and Estimating in Construction ‘Tsinobud’”, as well as in the educational process of Kyiv National University of Construction and Architecture.

The study presents a set of measures for the implementation of parametric cost estimation and automated data collection on materials and labor costs. Sensitivity analysis shows that the influence of key resources (e.g., concrete works and MEP systems) on total LCC exceeds 60%. It is recommended to use electronic estimation tools integrated with BIM technologies, which reduce human error and estimation time by 25%, improving budget control and reducing cost overruns at early project stages.

A transportation cost minimization problem was formulated as a classical transportation model with constraints on warehouse capacities and construction site needs. Based on real tariffs and distance data, optimized routing saved up to 12% of the annual logistics budget. The developed Excel model automatically generates optimal transport plans upon input changes, providing high flexibility in logistics planning.

A resource allocation model for equipment repair under idle constraints was also studied. The dynamic programming approach enabled optimization of maintenance schedules, minimizing service and downtime costs. Transitioning from reactive to

preventive maintenance yielded up to 18% savings, justifying investments in monitoring systems and regular servicing.

A multi-criteria LCC model was developed for three structural options of a feldsher-midwife station. The evaluation included capital, operational, and renovation costs over 25 years, along with NPV, IRR, and DPP calculations. Option 3 proved most cost-effective: despite the highest initial cost (UAH 8.22 million), it had the lowest total LCC (UAH 16.23 million) and shortest payback period (DPP $\approx$ 18.7 years). This underscores the importance of a comprehensive approach where higher upfront investments reduce long-term operating costs.

The conducted research confirms the effectiveness of integrating organizational-economic, mathematical, and digital methods for managing life cycle cost of construction projects. The developed toolkit and accumulated experience can serve as a template for various types of construction projects. Implementing the proposed approaches enhances financial transparency, reduces cost overrun risks by 10–15%, and allows flexible adaptation to changing market and technical conditions throughout the project life cycle. The proposed tools can be used by developers, investors, designers, and public authorities in decision-making processes aimed at reducing costs, improving energy efficiency, and ensuring the long-term sustainability of buildings.

Keywords: construction projects, BIM technologies, sustainable development, economic efficiency, digital transformation, innovative technologies, construction financing, life cycle assessment, building life cycle, life cycle stages, construction, energy efficiency, risk management, digitalization, cost management, cost optimization, construction cost, linear programming, LCA (Life Cycle Analysis), LCC (Life Cycle Costing), LCCA (Life Cycle Cost Analysis), WBLCA (Whole Building Life Cycle Assessment).