

УДК 332.85:338.45:658.26

ОНОФРІЙЧУК Ігор

*Аспірант кафедри економіки будівництва
Київський національний університет будівництва і архітектури
onofriichuk_ii@kpi.ua
orcid.org/0000-0002-2363-4896*

РОСИНСЬКИЙ Андрій

*Доктор філософії, доцент, доцент кафедри економіки будівництва
Київський національний університет будівництва і архітектури
rosynskiy.av@kpi.ua
orcid.org/0000-0003-4119-7463*

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ ДЕВЕЛОПЕРСЬКИХ ПРОЄКТІВ НА ЗАСАДАХ ЕКОНОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ВИТРАТ

Анотація. У роботі, з огляду на трансформаційні процеси в девелопменті нерухомості, обґрунтовано необхідність відмови від детермінованих методів оцінки енергоефективних рішень в будівництві. У дослідженні розв'язано науково-прикладне завдання щодо побудови системи енергоменеджменту будівництва на базі економетричного моделювання ресурсомісткості засобів механізації. Доведено існування специфічного парадокса: нарощування потужності електричних кранів, попри їх концептуальну екологічність, провокує експоненціальне зростання загальновиробничих витрат підрядного підприємства. Підтверджено, що використання розробленого інструментарію в управлінні інвестиціями дає можливість здійснювати предиктивне коригування вартості життєвого циклу об'єктів нерухомості. Підкреслено роль алгоритмізації як передумови для діджиталізації контролю за ресурсоспоживанням підрядних організацій.

Ключові слова: енергоефективність, девелопмент нерухомості, просторовий розвиток, будівельна техніка, рентабельність.

Вступ. Трансформаційні зрушення на ринку нерухомості зумовлюють динамічну зміну парадигми сучасного девелопменту. Девелоперська діяльність у цьому процесі поєднує функції сталого розвитку територій та технологічної модернізації, що вимагає від девелоперських компаній розбудови надійних систем фінансового моніторингу та операційного контролю. Для вітчизняних девелоперів сьогодні ключовим викликом залишається збереження рентабельності проєктів через постійне зростання цін на матеріали, і насамперед – на енергоресурси. За таких умов впровадження засад енергоменеджменту трансформується з площини суто екологічної відповідальності девелопера у потужний фінансово-інвестиційний інструментарій.

Особливої уваги потребує проблема управління енерговитратами на стадії виконання будівельно-монтажних робіт, адже при провадженні будівництва в

умовах щільної міської забудови девелопери та генеральні підрядники вимушені використовувати стаціонарну підйомну будівельну техніку, що зумовлено як екологічними стандартами, так і фактичними просторовими обмеженнями. Водночас оцінка економічної ефективності таких рішень й надалі здійснюється за скоріше рудиментарними детермінованими підходами, що призводить до касових розривів на стадії реалізації девелоперського проєкту.

Проблематика впровадження енергоефективних інновацій у процеси девелопменту нерухомості є предметом активних наукових дискусій. У праці [1] ґрунтовно досліджуються механізми оцінки енергоефективності в життєвому циклі об'єктів житлового будівництва. О. Книш та співавтори акцентують увагу на стратегічному удосконаленні систем управління підприємством через інтеграцію показників енергоефективності [2]. Водночас у попередніх наших дослідженнях було доведено визначальну роль оперативного контролю енергоспоживання як безпосереднього драйвера зростання економічного потенціалу компанії [3], а також обґрунтовано ефективність застосування складних математичних алгоритмів, зокрема апарату нечіткої логіки, в системі управління економічним потенціалом девелопера [4]. Попри значний науковий доробок, прикладний економетричний інструментарій для предиктивної оцінки інвестиційних ризиків, пов'язаних із прихованими витратами на експлуатацію техніки, залишається недостатньо розробленим та потребує інноваційних підходів.

Мета дослідження полягає в обґрунтуванні інноваційних підходів до енергоменеджменту проєктів девелопменту нерухомості шляхом застосування економетричного моделювання нелінійної витратомісткості будівельної техніки.

Основні результати. З позиції девелопера, енергоефективність будівельного процесу має вимірюватися не лише кубометрами збереженого газу чи кіловат-годинами, а комплексним фінансовим результатом. Управління інвестиційним бюджетом вимагає розуміння, що використання інноваційної або високопотужної техніки безальтернативно генерує ланцюгову реакцію зростання супутніх загальновиробничих витрат (ЗВВ) [5]. Для стаціонарних електричних кранів ці витрати включають залучення високооплачуваних інженерів-електриків, погодження підключень до міських електромереж, складні процеси монтажу в умовах просторових обмежень тощо.

З метою забезпечення девелопера надійним інструментом предиктивного аналізу, нами було запропоновано відійти від лінійних нормативних розрахунків та застосувати економетричне моделювання. Для формалізації зв'язку між цільовою вантажопідйомністю кранів із електроприводом (баштових та козлових) і складовими сукупних витрат було побудовано двофакторну мультиплікативну регресійну модель [5].

Емпіричний масив даних було апроксимовано за допомогою математичної функції вигляду:

$$\hat{y} = a_0 \cdot x_1^{a_1} \cdot x_2^{a_2}, \quad (1)$$

де x_1 – витрати енергоносіїв; x_2 – супутні витрати праці; a_1 та a_2 – ключові аналітичні індикатори (коефіцієнти еластичності або коефіцієнти прискорення витрат). З економічної точки зору, ці параметри показують, на скільки відсотків зміниться загальна витратомісткість відповідного ресурсу при збільшенні потужності механізму на 1% [5].

Результати економетричного моделювання за формулою (1) виявили глибокий економічний парадокс, який має критичне значення для девелопменту нерухомості. Встановлено, що для кранів із електроприводом значення коефіцієнта еластичності a_2 для супутніх загальнопромислових витрат та витрат праці становить 1,72. Оскільки $a_2 > 1$, це є математичним доказом експоненціального зростання витрат.

Цей парадокс означає, що інтенсифікація потужності електричних підйомних механізмів, які концептуально вважаються екологічною інновацією для щільної міської забудови, насправді руйнує ефект масштабу. Збільшення вантажопідйомності електрокрана диспропорційно роздуває бюджет девелоперського проекту: трудовитрати висококваліфікованої обслуговуючої ланки зростають значно швидше, ніж корисна продуктивність самої машини. Навпаки, як доводять паралельні моделі, використання мобільної техніки з дизельним приводом демонструє коефіцієнт гальмування витрат, забезпечуючи економію на масштабі [5].

Для девелоперської компанії володіння таким економетричним інструментарієм є інноваційною конкурентною перевагою. Замість того, щоб постфактум фіксувати перевитрати генпідрядника, девелопер отримує можливість здійснювати предиктивний аналіз ще на етапі узгодження проекту виконання робіт. Якщо економетрична модель сигналізує про вихід у зону експоненціального зростання витрат, зокрема через закладення підрядником надлишково потужних електрокранів, девелопер може ініціювати просторову або технологічну трансформацію майданчика – наприклад, змінити схему розміщення механізмів або обрати іншу комбінацію техніки.

Висновки. Результати дослідження свідчать, що передумовою стабільного розвитку економічного потенціалу девелоперської компанії є перехід до алгоритмізованого контролю інвестиційних бюджетів. Встановлено, що інтеграція економетричних моделей у процедури організації будівництва виявляє приховані ризики застосування стаціонарної електричної техніки. За умов просторових обмежень міської забудови експлуатація таких механізмів супроводжується діаметрально протилежною закономірністю: збільшення їхньої потужності спричиняє експоненціальне роздування трудовитрат обслуговуючої ланки та супутніх фінансових зобов'язань, фактично нівелюючи очікувану рентабельність проекту. Трансляція одержаних розрахунків у корпоративні ERP-системи створює об'єктивне підґрунтя для автоматизованого аудиту кошторисів підрядників. У підсумку використання запропонованого інструментарію забезпечить девелоперам

можливість свідомо маневрувати фінансовими резервами та гарантувати економічну доцільність управлінських рішень під час просторових трансформацій.

Список літератури:

1. Козик В. В., Марущак У. Д., Марко О. Й. Оцінка енергоефективності в життєвому циклі об'єктів житлового будівництва. *Бізнес Інформ*. 2024. № 5. С. 201–207. URL: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-5-201-207>.

2. Книш О. І., Беспалова А. В., Дашковська О. П., Файзуліна О. А. Удосконалення систем управління будівельним підприємством із використанням показників енергоефективності. *Інноваційні енерготехнології*: Зб. пр. VI Міжнар. науково-практ. конф., м. Одеса, 4–8 вересня 2017 р. Одеська національна академія харчових технологій, 2017. С. 72–77. URL: <https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/e2fbc4e6-aea6-4d35-9389-c47ebb0b3694/content>.

3. Росинський А.В., Онофрійчук І.І. Енергоефективність будівельного виробництва як інструмент розвитку економічного потенціалу девелоперської компанії. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2020. № 44. С. 31 – 39. URL: <https://doi.org/10.32347/2707-501x.2020.44.31-39>.

4. Росинський А. В. Використання алгоритмів нечіткого логічного висновку в системі управління розвитком економічного потенціалу девелоперської компанії. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2022. Т. 2, № 50. С. 180–202. URL: [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2022.50\(2\).180-202](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2022.50(2).180-202).

5. Онофрійчук І. І., Росинський А. В. Обґрунтування індикаторів енергоефективності в системі енергоменеджменту будівельного виробництва. *Шляхи підвищення ефективності будівництва*. 2026. № 57(2). С. 323–339. URL: [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2026.57\(2\).323-339](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2026.57(2).323-339).