

DOI: 10.32347/2786-7269.2026.16.602-610

УДК 330.341.1:69.003:658.5

Ротов О.О.,

rotov.oo@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-6565-2606,

Костенко Д.В.,

kostenko.dv@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-7419-1725,

Київський національний університет будівництва і архітектури

ФІНАНСОВО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ІННОВАЦІЇ ЯК ДРАЙВЕР ФОРМУВАННЯ ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОГО РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА

Досліджено теоретико-методичні засади інноваційного розвитку підприємств будівельного девелопменту в умовах функціонування інтегрованого проєктного середовища та цифрової трансформації управлінських процесів. Обґрунтовано, що перехід від фрагментарної моделі реалізації інвестиційно-будівельних проєктів до інтегрованої системи координації стейкхолдерів, цифрових платформ та синхронізованих фінансово-інформаційних потоків зумовлює еволюцію підходів до оцінювання інноваційності та економічної стійкості девелопера. Доведено, що традиційні індикаторні методи не забезпечують адекватного вимірювання синергетичних ефектів інтеграції, цифрової зрілості процесів і ризик-орієнтованого управління.

Запропоновано концептуалізацію інноваційного розвитку як системної трансформації бізнес-моделі підприємства, що охоплює фінансово-технологічні інновації, цифрове казначейство, інтегроване управління ризиками та застосування економетричних інструментів аналізу. Обґрунтовано доцільність використання моделей VAR, GARCH, показників VaR та stress-testing для кількісної оцінки волатильності грошових потоків, меж ліквідності та стійкості проєктної фінансової моделі. Розкрито роль новітніх фінансових технологій як інфраструктурної основи формування системи економічної безпеки, що забезпечує перехід від постфактумного контролю до превентивного прогнозування відхилень бюджету та cash-flow.

Сформовано систему ключових показників для оцінювання стійкості проєкту житлового будівництва в умовах стресових сценаріїв, що дозволяє визначити порогові значення ліквідності, боргового навантаження та маржинальності. Доведено, що інтегроване проєктне середовище у поєднанні з фінансово-технологічними інноваціями формує нову економічну архітектоніку девелопера, підвищуючи його адаптивність, конкурентоспроможність і здатність до сталого розвитку в умовах структурної модернізації економіки.

Ключові слова: бізнес-структура; підприємство; бізнес-процеси; конкурентоспроможність; ризик; управлінські рішення; розвиток підприємства; девелопмент; моніторинг; оптимізація; інновація; економічна безпека; стратегії; процесно-орієнтоване управління; цифрова трансформація; управління змінами; циркулярна економіка; ефективність змін; сталий розвиток.

Постановка проблеми. Сучасний етап трансформації будівельної галузі характеризується переходом від фрагментарної моделі реалізації інвестиційно-будівельних проєктів до інтегрованого проєктного середовища, в межах якого управління життєвим циклом об'єкта здійснюється на основі цифрових платформ, координації стейкхолдерів і синхронізації фінансових, виробничих та інформаційних потоків. У цих умовах інноваційний розвиток підприємств будівельного девелопменту перестає бути сукупністю окремих технологічних нововведень і набуває характеру системної трансформації бізнес-моделі, що охоплює цифровізацію процесів, інтеграцію даних, застосування цифрових середовищ, фінансово-аналітичних платформ і механізмів ризик-орієнтованого управління.

Поглиблення інтеграції учасників проєкту — замовників, інвесторів, підрядників, фінансових установ, державних органів — формує нову конфігурацію відповідальності та створює потребу у переосмисленні критеріїв результативності та стійкості девелопера. Традиційні підходи до оцінювання інноваційного розвитку, що ґрунтувалися переважно на кількісних показниках впроваджених технологій або зростанні обсягів інвестицій, виявляються недостатніми для відображення синергетичних ефектів інтегрованого проєктного середовища. Вони не враховують мережеву взаємодію, цифрову зрілість процесів, динамічну адаптивність фінансових потоків та здатність підприємства до управління ризиками в умовах невизначеності. Особливої актуальності проблема набуває в контексті структурної модернізації економіки та післякризового/післявоєнного відновлення, коли будівельний девелопмент виконує роль драйвера інвестиційної активності та відтворення інфраструктурного потенціалу. Висока капіталомісткість проєктів, тривалі цикли реалізації, залежність від зовнішніх джерел фінансування та волатильність вартості ресурсів зумовлюють необхідність формування нових підходів до вимірювання інноваційності, які поєднують технологічні, організаційні, фінансові та інституційні параметри розвитку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У наукових дослідженнях останніх років простежується еволюція підходів до оцінювання інноваційного розвитку — від статичних індикаторних моделей до інтегральних систем

багатокритеріальної діагностики, що враховують цифрову трансформацію, рівень інтеграції проєктного середовища, якість управління даними та ефективність портфельних рішень. Методологічну основу сучасного stress-testing та кількісного управління фінансовими ризиками сформували праці R. Engle (1982), T. Bollerslev (1986) та P. Jorion (2001). У роботі Енгла Р. [1] запропоновано модель ARCH, яка довела, що волатильність економічних показників є умовною та залежить від попередніх шоків, що заклало підґрунтя для динамічного моделювання ризику. Боллерслев Т. [2] розвинув цей підхід у моделі GARCH, дозволивши формалізувати персистентність волатильності та кількісно оцінювати інерційність ризикових процесів. Жоріон П. [3] систематизував концепцію Value-at-Risk як інструмент вимірювання потенційних втрат і інтеграції ризик-метрик у систему управлінських рішень.

У вітчизняному науковому дискурсі з проблематики економетричного stress-testing, ризик-орієнтованого управління та оцінювання фінансової стійкості підприємств (зокрема у сфері девелопменту) концептуальну й методологічну основу становлять праці українських учених, у яких сформовано сучасний інструментарій кількісного аналізу ризиків, сценарного моделювання та діагностики фінансової безпеки суб'єктів господарювання. Водночас відсутня цілісна методологічна рамка, яка б системно поєднувала параметри інноваційності з характеристиками інтегрованого проєктного середовища та дозволяла кількісно оцінити вплив інтеграції на економічну результативність девелопера.

Метою статті є теоретичне обґрунтування та розроблення методичних підходів до оцінювання інноваційного розвитку підприємств будівельного девелопменту в умовах функціонування інтегрованого проєктного середовища з урахуванням еволюції управлінських концепцій, цифрової трансформації та зростання ролі мережевої взаємодії стейкхолдерів. Отже, постає наукова проблема уточнення теоретико-методичних засад оцінювання інноваційного розвитку підприємств будівельного девелопменту в умовах функціонування інтегрованого проєктного середовища, що передбачає формування адекватної системи показників, здатної відобразити еволюцію управлінських підходів, ступінь цифрової інтеграції та їхній вплив на фінансову стійкість і конкурентоспроможність підприємства.

Виклад основного матеріалу. Категорію «економічна безпека підприємства» в умовах цифрової трансформації доцільно інтерпретувати як інтегральну характеристику його здатності підтримувати фінансову стійкість і платоспроможність за умов стохастичної волатильності грошових потоків, цінкових параметрів, вартості капіталу та поведінки контрагентів. У цифровій економіці така безпека набуває формалізованого виміру, оскільки фінансові

технології забезпечують акумулювання великих масивів транзакційних, контрактних і операційних даних, що дозволяє перейти від описового аналізу ризиків до економетричного моделювання їх динаміки та взаємозв'язків.

У цьому контексті новітні фінансові технології виступають інфраструктурою для побудови моделей прогнозування та оцінювання ризику. Інтегровані цифрові казначейські системи формують високочастотні часові ряди cash-flow, зобов'язань, дебіторської та кредиторської заборгованості, що створює емпіричну базу для застосування векторних авторегресій (VAR) з метою виявлення взаємовпливу ліквідності, маржинальності, обсягів реалізації та вартості залученого капіталу. VAR-моделі дозволяють оцінити імпульсні функції відгуку, зокрема вплив шоку відсоткової ставки чи затримки надходжень від ключового контрагента на майбутню траєкторію грошових потоків і коефіцієнтів платоспроможності. Таким чином, економічна безпека підприємства отримує кількісне вираження через параметри стійкості до зовнішніх і внутрішніх шоків.

Оцінювання ризику ліквідності та можливих втрат у цифровій економіці доцільно здійснювати з використанням показників Value-at-Risk (VaR) та Conditional Value-at-Risk (CVaR), адаптованих до профілю грошових потоків підприємства. На основі історичних або симульованих даних про відхилення cash-flow формується розподіл можливих втрат ліквідності, що дає змогу визначити граничний рівень дефіциту коштів із заданою довірчою ймовірністю. У поєднанні з цифровими платформами прогнозування це дозволяє перейти від нормативного контролю ліквідності до ризик-орієнтованого управління, де рішення щодо залучення фінансування, реструктуризації боргу чи зміни графіків платежів приймаються з урахуванням імовірнісного профілю втрат. Сукупно ці підходи забезпечують економетричний базис для побудови моделей stress-testing, оцінювання ризику ліквідності та визначення меж фінансової стійкості девелоперських проєктів.

Stress-testing виступає інструментом сценарного аналізу економічної безпеки, що моделює поведінку фінансових показників підприємства за умов екстремальних, але правдоподібних шоків, таких як різке зростання вартості ресурсів, падіння попиту, девальвація національної валюти чи затримка фінансування. Використання цифрових фінансових технологій забезпечує автоматизоване генерування сценаріїв і перерахунок бюджетних та cash-flow моделей у режимі, наближеному до реального часу. У результаті формується матриця чутливості ключових показників економічної безпеки — коефіцієнта автономії, покриття відсоткових витрат, оборотності капіталу — до визначених факторів ризику, що дозволяє оцінити запас фінансової міцності підприємства

та визначити порогові значення, за яких відбувається перехід до кризового стану.

Додатково економетричний інструментарій може включати моделі GARCH для аналізу волатильності грошових потоків, панельні регресії для оцінювання впливу впровадження FinTech-рішень на фінансову стійкість групи підприємств, а також логіт- чи пробіт-моделі для прогнозування ймовірності дефолту за контрактними зобов'язаннями. Завдяки цифровій трансформації ці моделі можуть ґрунтуватися на великих масивах структурованих даних, що підвищує їхню прогностичну точність і дозволяє інтегрувати результати безпосередньо в систему управлінських рішень.

Моделі класу GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) належать до стандартного економетричного інструментарію для опису й прогнозування часової мінливості (волатильності) у даних, де дисперсія похибки не є сталою, а змінюється в часі та «пам'ятає» попередні шоки. Їх поява була відповіддю на емпіричні властивості фінансових і економічних рядів: кластеризацію волатильності (періоди високої нестабільності чергуються з відносно спокійними), надлишкові «товсті хвости» розподілу (екстремальні відхилення трапляються частіше, ніж у нормальному розподілі), асиметричні реакції на позитивні й негативні шоки, а також можливу довготривалу інерційність дисперсії. З практичної точки зору GARCH застосовують як «модель другого моменту»: перший момент (умовне середнє) часто описують ARMA/ARIMA чи регресією з факторами, а дисперсію — GARCH. Така структура важлива, бо неправильна специфікація середнього може «підмішувати» залишкову автокореляцію в дисперсію. Тому коректна процедура зазвичай включає ідентифікацію середнього, тестування ARCH-ефекту в залишках (наприклад, тест Енгла), оцінювання GARCH шляхом максимізації умовної правдоподібності (QMLE), а потім діагностику стандартизованих залишків $z_t = \varepsilon_t / \sqrt{h_t}$ на предмет автокореляції та залишкового ARCH. У прикладному управлінні ризиками GARCH корисна тим, що дає прогноз умовної волатильності h_{t+1}, h_{t+2}, \dots , який прямо інтегрується у VaR/CVaR та stress-testing. Якщо підприємство моделює відхилення cash-flow або маржинальності як y_t то прогноз дисперсії дозволяє оцінювати, наскільки «широким» є коридор можливих майбутніх значень, а отже — розмір резервів ліквідності, ліміти платежів, потребу у кредитній лінії або параметри хеджування.

Для девелопера базова конструкція stress-testing (табл. 1) зазвичай спирається на проєктну фінансову модель, де грошові потоки розкладені за періодами та центрами витрат/доходів: надходження від продажу/оренди (або від інвесторів/донорів), капітальні витрати на БМР і обладнання, операційні

витрати, податки, обслуговування боргу, резерви, а також графік траншів фінансування. Сценарій визначає шоки до екзогенних змінних і/або параметрів моделі, а результат оцінюється через набір індикаторів: ліквідність, здатність обслуговувати борг, запас фінансової міцності, прибутковість, виконання ковенантів, стабільність ланцюга постачання, а в портфельному вимірі — кореляційні ефекти між проектами та концентрацію ризику.

Таблиця 1

Показники stress-testing для проєкту житлового будівництва

Метрика	Формула / логіка розрахунку	Поріг безпеки	Управлінська реакція
1	2	3	4
Мінімальний залишок грошових коштів	Мінімальне прогнозне значення залишку коштів за період моделювання	≥ 0 (відсутність від'ємного балансу)	Активація кредитної лінії, перенесення платежів, призупинення некритичних CAPEX
Максимальний касовий розрив	Максимальне кумулятивне від'ємне значення cash-flow за цикл проєкту	\leq Доступного ліміту фінансування	Збільшення резерву ліквідності, залучення bridge-фінансування
DSCR (коефіцієнт покриття боргу)	Операційний грошовий потік / Платежі з обслуговування боргу	$\geq 1,2$	Перегляд ковенантів, реструктуризація боргу, коригування графіка продажів
ICR (коефіцієнт покриття відсотків)	ЕБІТДА / Відсоткові витрати	$\geq 2,0$	Рефінансування боргу, оптимізація витрат, зниження відсоткового навантаження
LTC (коефіцієнт кредит/вартість проєкту)	Загальний борг / Загальна вартість проєкту	$\leq 70\%$	Збільшення частки власного капіталу, зменшення боргового навантаження
LTV (коефіцієнт кредит/ринкова вартість)	Непогашений борг / Ринкова вартість об'єкта	$\leq 65\%$	Перегляд оцінки активу, частковий продаж, зниження левереджу
Коефіцієнт перевищення кошторису	Фактичні (або стресові) витрати / Плановий бюджет	$\leq 1,10$ (не більше +10%)	Переговори з підрядниками, value engineering, перегляд структури витрат
Відхилення строків реалізації	Фактична тривалість / Планова тривалість	$\leq 1,15$ (не більше +15%)	Прискорення робіт, штрафні/бонусні механізми, коригування фінансового плану
Точка беззбитковості продажів	Необхідний обсяг продажів для покриття витрат і боргових платежів	$\geq 80\%$ попередніх продажів до завершення будівництва	Коригування цінової політики, активізація маркетингу, поетапне введення в експлуатацію

1	2	3	4
Margin-at-Risk (5-й перцентиль маржі)	Прогнозована валова маржа за сценарієм Monte Carlo (5-й перцентиль)	$\geq 10-12\%$	Перегляд цінової моделі, скорочення накладних витрат, хеджування цін на матеріали

Методологічно стреси можуть бути однофакторними, багатофакторними, та «кореляційними», коли одночасно погіршуються взаємопов'язані параметри, наприклад: затримка графіка \rightarrow збільшення накладних витрат \rightarrow зростання потреби у фінансуванні \rightarrow підвищення відсоткових витрат \rightarrow погіршення DSCR \rightarrow затримка траншів \rightarrow ще більший касовий розрив. Погіршення DSCR означає зниження коефіцієнта покриття боргу (*Debt Service Coverage Ratio*), тобто зменшення здатності підприємства або проєкту обслуговувати свої боргові зобов'язання за рахунок операційного грошового потоку. У stress-testing погіршення DSCR є одним із ключових індикаторів фінансової вразливості: воно сигналізує про необхідність управлінських рішень — реструктуризації боргу, залучення додаткового капіталу, коригування графіка продажів або оптимізації витрат. Для портфельного девелопера критично моделювати кореляції між проєктами: у кризі продажі можуть падати одночасно по всьому портфелю, а ціни ресурсів зростати синхронно, тому ефект диверсифікації може «зникати». Тут корисні Monte Carlo stress-testing і copula-підходи, але навіть детермінований «зшитий» сценарій (worst plausible) часто дає достатньо управлінських висновків.

Висновки. У статті обґрунтовано, що інноваційний розвиток підприємств будівельного девелопменту в умовах інтегрованого проєктного середовища набуває системного характеру та потребує перегляду традиційних підходів до його оцінювання. Доведено, що фрагментарні індикаторні моделі, орієнтовані переважно на обсяг упроваджених технологій або приріст інвестицій, не відображають синергетичних ефектів цифрової інтеграції, мережевої взаємодії стейкхолдерів і фінансово-аналітичної консолідації даних.

Уточнено економічний зміст інноваційного розвитку девелопера як процесу трансформації бізнес-моделі, що поєднує цифровізацію управління проєктним циклом, інтеграцію інформаційних платформ, фінтех-інструменти та ризик-орієнтоване фінансове управління. Обґрунтовано доцільність переходу від статичних методик оцінювання до інтегральної системи показників, яка враховує параметри цифрової зрілості, фінансової стійкості, ліквідності, адаптивності та здатності підприємства функціонувати.

Список використаних джерел (REFERENCES)

1. Engle, R.F. (1982). Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica*, 50(4), 987–1007.
2. Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31(3), 307–327. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(86\)90063-1](https://doi.org/10.1016/0304-4076(86)90063-1)
3. Jorion, P. (2001). *Value at risk: The new benchmark for managing financial risk* (2nd ed.). McGraw-Hill. 464 p.
4. O. Bielienskova, T. Kishchenko, A. Aryn, G. Ryzhakova and O. Mostovenko. Institutional measurement of structural characteristics of residential real estate markets using the method of cluster analysis, 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), Astana, Kazakhstan, 2024, pp. 612-617, doi: 10.1109/SIST61555.2024.10629395
5. Bielienskova, O., Ryzhakova, G., Kulikov, O., Akselrod, R., Loktionova, Y. Formation of Organizational Change Management Strategies Based on Fuzzy Set Methods. *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2024, 195, pp. 251–275.
6. G. Ryzhakova, T. Honcharenko, K. Predun, N. Petrukha, O. Malykhina and O. Khomenko, "Using of Fuzzy Logic for Risk Assessment of Construction Enterprise Management System," 2023 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), Astana, Kazakhstan, 2023, pp. 208-213, doi: 10.1109/SIST58284.2023.10223560.
7. Berezutskyi, T. Honcharenko, G. Ryzhakova, O. Tykhonova, V. Pokolenko and I. Sachenko. Methodological Approach for Choosing Type of IT Projects Management. 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), Astana, Kazakhstan, 2024, pp. 14-19, doi: 10.1109/SIST61555.2024.10629587.
8. Trach, R., Khomenko, O., Trach, Y., Kulikov, O., Druzhynin, M., Kishchak, N., Ryzhakova, G., Petrenko, H., Prykhodko, D., & Obodianska, O. (2023). Application of Fuzzy Logic and SNA Tools to Assessment of Communication Quality between Construction Project Participants. *Sustainability*, 15(7), 5653. <https://doi.org/10.3390/su15075653>
9. Chupryna, I., Ryzhakova, G., Biloshchytskyi, A., Ivakhnenko, I., Zinchenko, M., & Malykhin, M. (2025, May). Modular Structure of the Complex of Information and Technological Resources for the Energy Sphere. In *2025 IEEE 5th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)* (pp. 1-13). IEEE.
10. Ryzhakova, G., Reznik, N., Lazebnyk, V., Ivanova, T., Fedorov, V., & Omelianenko, M. (2024, November). Reputation Management in the Age of Information Transparency. In *International Conference on Business and Technology* (pp. 167-177). Cham: Springer Nature Switzerland.
11. Fostikova, V., Ryzhakova, G., Rubtsova, O., Reznik, N., Konchakivskyi, O., Kucherenko, O., & Havryliuk, Y. (2025). Main Ways of Settlement of Military and Political Conflicts. In *Integrating Artificial Intelligence, Security for Environmental and Business Sustainability: Volume 1* (pp. 983-997). Cham: Springer Nature Switzerland.
12. Reznik, N., Alekseieva, K.A., Maliarenko, O., Ryzhakova, G., Fedorova, Y., Krupnyk, D., & Chornenka, L. (2024, November). The Role of the State in Development of Competition as a Key Institutional Prerequisite in Conditions of the Welfare Economy. In *International Conference on Business and Technology* (pp. 571-580). Cham: Springer Nature Switzerland.

PhD Candidate **Oleksandr Rotov**,

PhD Candidate **Denys Kostenko**,

Kyiv National University of Construction and Architecture

**FINANCIAL AND TECHNOLOGICAL INNOVATIONS AS A DRIVER
FOR FORMING AN INTEGRATED RISK MANAGEMENT SYSTEM
AND ENSURING SUSTAINABLE ENTERPRISE DEVELOPMENT**

The article examines the theoretical and methodological foundations of the innovative development of construction development enterprises under conditions of an integrated project environment and digital transformation of management processes. It is substantiated that the transition from a fragmented model of implementing investment and construction projects to an integrated system of stakeholder coordination, digital platforms, and synchronized financial and information flows determines the evolution of approaches to assessing innovativeness and the economic sustainability of the developer. It is proved that traditional indicator-based methodologies do not provide an adequate measurement of the synergistic effects of integration, digital maturity of processes, and risk-oriented management.

A conceptualization of innovative development is proposed as a systemic transformation of the enterprise's business model, encompassing financial and technological innovations, digital treasury systems, integrated risk management, and the application of econometric analytical tools. The feasibility of applying VAR and GARCH models, as well as VaR indicators and stress-testing, for the quantitative assessment of cash flow volatility, liquidity limits, and the resilience of the project financial model is substantiated. The role of advanced financial technologies is revealed as an infrastructural basis for forming a system of economic security that ensures a transition from ex post control to preventive forecasting of budget and cash-flow deviations.

A system of key indicators for assessing the resilience of a residential construction project under stress scenarios is developed, enabling the determination of threshold values of liquidity, debt burden, and profitability. It is proved that an integrated project environment combined with financial and technological innovations forms a new economic architectonics of the developer, enhancing adaptability, competitiveness, and the capacity for sustainable development under conditions of structural economic modernization.

Keywords: business structure; enterprise; business processes; competitiveness; risk; managerial decisions; enterprise development; development; monitoring; optimization; innovation; economic security; strategies; process-oriented management; digital transformation; change management; circular economy; change efficiency; sustainable development.