

**Галина РИЖАКОВА**

*д.е.н., професор*

ORCID: 0000-0002-7875-9768

**Денис ДУБІНІН**

*канд. техн. наук, докторант*

ORCID: 0000-0002-2044-0631

**Сергій КРИВУЩЕНКО**

*аспірант*

ORCID: 0009-0006-2435-2678

**Сергій ГЕГА**

*аспірант*

ORCID: 0009-0008-8192-9474

**Олексій БОДЯНСЬКИЙ**

*аспірант*

ORCID: 0009-0005-2465-7423

*Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ*

## **КОНВЕРГЕНТНО-ДИFUЗНИЙ ІНЖИНІРИНГ ЯК ДЕТЕРМІНАНТА ЯКІСНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ДЕВЕЛОПЕРСЬКИХ ПРОЄКТІВ**

*У статті досліджено конвергентно-дифузний інжиніринг як чинник якісної трансформації девелоперських проєктів крізь призму забезпечення економічної стійкості, безпеки та сталого розвитку учасників будівництва. Обґрунтовано, що сучасні девелоперські проєкти функціонують в умовах зростаючої складності, невизначеності та багатосуб'єктності, що зумовлює необхідність переходу від фрагментарних управлінських підходів до системних методологій, орієнтованих на інтеграцію рішень і відтворення ефективних практик. У межах дослідження конвергентно-дифузний інжиніринг розглянуто як міждисциплінарний підхід, що поєднує процеси конвергенції інтересів, ресурсів і рішень учасників девелоперського проєкту з процесами дифузії інновацій, стандартів безпеки, якості та управлінських практик у проєктному середовищі.*

*Встановлено, що конвергентні процеси забезпечують узгодження економічних, технічних, організаційних і інституційних аспектів діяльності учасників будівництва, сприяючи зниженню проєктних ризиків, підвищенню передбачуваності результатів і формуванню умов для довгострокової економічної стійкості. Дифузні процеси, у свою чергу, забезпечують масштабування та закріплення напрацьованих рішень, сприяють накопиченню інтелектуального й організаційного капіталу та зменшують залежність результатів діяльності від ситуативних управлінських факторів. Особливу увагу приділено ролі конвергентно-дифузних процесів у формуванні безпечного середовища будівельної діяльності, де безпека розглядається як інтегрована характеристика якості проєктних і управлінських рішень, а не як окремих елемент контролю.*

*Доведено, що поєднання конвергенції та дифузії створює синергетичний ефект, який проявляється у підвищенні стійкості девелоперських екосистем, формуванні довгострокових партнерських відносин між учасниками та переході до стало орієнтованих моделей розвитку будівельної галузі. Отримані результати*

дозволяють розглядати конвергентно-дифузний інжиніринг як концептуальну основу забезпечення сталого розвитку учасників девелоперських проєктів та формування нової парадигми управління будівництвом в умовах сучасних соціально-економічних трансформацій.

**Ключові слова:** конвергентно-дифузний інжиніринг; девелоперські проєкти; сталий розвиток; економічна стійкість; економічна безпека, безпека будівництва; якість проєктних рішень; якість будівництва; управління будівельними проєктами; конвергенція рішень; дифузія інновацій; учасники будівництва; системний підхід; стратегійне управління; стейкхолдери будівництва; девелоперська екосистема.

**Актуальність теми дослідження** Сучасні девелоперські проєкти реалізуються в умовах підвищеної економічної нестабільності, регуляторної складності, зростання вимог до безпеки та сталості будівельної діяльності. У таких умовах традиційні підходи до організації та управління будівництвом, що ґрунтуються на фрагментарному прийнятті рішень і короткостроковій проєктній логіці, дедалі частіше виявляються недостатніми для забезпечення довгострокової економічної стійкості, безпечного функціонування та сталого розвитку учасників девелоперського процесу. Особливо актуальним стає питання узгодження інтересів, ресурсів і відповідальності між різними суб'єктами будівництва, а також поширення й відтворення ефективних управлінських і технологічних практик у межах проєктного середовища.

У цьому контексті наукового й практичного значення набуває дослідження конвергентно-дифузних процесів як системного механізму трансформації девелоперських проєктів. Поєднання процесів конвергенції, спрямованих на інтеграцію рішень і узгодження інтересів учасників, з процесами дифузії, що забезпечують поширення інновацій і стандартів безпеки та якості, створює передумови для формування нової парадигми управління будівництвом. Така парадигма орієнтована не лише на досягнення проєктного результату, але й на забезпечення економічної стійкості, інституційної надійності та сталого розвитку учасників будівельної діяльності.

Актуальність теми також зумовлена недостатньою розробленістю теоретико-методологічних підходів, які б комплексно поєднували економічні, управлінські та безпекові аспекти функціонування учасників девелоперських проєктів. Дослідження конвергентно-дифузного інжинірингу дозволяє заповнити наявну наукову прогалину та сформувані концептуальні засади забезпечення сталого розвитку будівельної галузі в умовах зростаючої складності та невизначеності сучасного девелоппенту.

**Метою дослідження** Метою дослідження є теоретико-методологічне обґрунтування конвергентно-дифузного інжинірингу як системного чинника забезпечення економічної стійкості, безпеки та сталого розвитку учасників девелоперських проєктів, а також визначення механізмів інтеграції та поширення управлінських, технологічних і проєктних рішень у межах життєвого циклу будівництва.

**Аналіз джерел.** Аналіз сучасних наукових досліджень засвідчує зростання інтересу до проблем інтеграції управлінських, технологічних і безпекових рішень у девелоперських та будівельних проєктах у контексті сталого розвитку. Значна частина праць зосереджена на дослідженні процесів дифузії інновацій як ключового

механізму підвищення ефективності та конкурентоспроможності будівельної галузі. Зокрема, у роботі Wang, Li, Chong [1] доведено, що інноваційна дифузія в будівельних проєктах має конфігураційний характер і визначається поєднанням проєктних характеристик, типів інновацій та управлінських стратегій компаній. Автори підкреслюють, що ефективне поширення інновацій можливе лише за умови узгодженого використання ресурсів і належного управлінського контролю, що безпосередньо корелює з ідеєю конвергентного підходу.

Питання конвергенції технологій і управлінських інструментів у забезпеченні безпеки та сталості будівельних проєктів ґрунтовно розкрито в дослідженні Chong та ін. [2], у якому проаналізовано інтеграцію BIM та штучного інтелекту як основу переходу від формального дотримання норм до проактивного управління безпекою. Автори доводять, що саме технологічна та організаційна конвергенція сприяє підвищенню прозорості процесів, зниженню ризиків і формуванню системи сталого управління безпекою протягом усього життєвого циклу проєкту.

Суттєвий теоретичний внесок у розуміння економічної та організаційної стійкості будівельної галузі здійснено в систематичному огляді Li, Yu, Deng [3], де концепт резильєнтності простежено в еволюційному розвитку від окремих технічних рішень до комплексних міжрівневих систем. Автори акцентують увагу на необхідності інтеграції структурної, операційної та ланцюгової стійкості, що узгоджується з ідеєю конвергентно-дифузного інжинірингу як системного підходу.

Дифузія інновацій у контексті сталого розвитку проєктів отримала подальший розвиток у праці Hassan [4], де запропоновано інтегративну модель поширення інновацій у проєктах сталого розвитку. У цій роботі дифузія розглядається як багатостадійний процес, що потребує узгодження управлінської підтримки, комунікації та ресурсного забезпечення, що є важливим для розуміння механізмів сталості девелоперських проєктів.

Фундаментальне значення для аналізу ролі стейкхолдерів у дифузії сталих практик має дисертаційне дослідження Yang [5], у якому показано, що попередній досвід учасників будівельних проєктів у впровадженні сталих рішень суттєво підвищує ймовірність їх повторного застосування. Це підтверджує тезу про важливість інституційної пам'яті та накопичення організаційного капіталу в процесі дифузії інновацій.

Систематичний огляд Kiani Mavi та ін. [6] узагальнює напрями наукових досліджень у сфері сталості будівельних проєктів і підкреслює, що ключовою умовою досягнення сталого розвитку є інтеграція принципів сталості на ранніх стадіях проєктування з подальшим моніторингом протягом усього життєвого циклу проєкту. Це положення логічно доповнює концепцію конвергенції рішень як чинника довгострокової ефективності.

Організаційна стійкість будівельних компаній як складова сталого розвитку проаналізована в роботі Zungu, Laryea [7], де доведено, що формування відповідних спроможностей і компетенцій є критичним для адаптації до кризових і турбулентних умов. Автори наголошують на важливості системного підходу до управління знаннями та ресурсами, що безпосередньо пов'язано з дифузійними процесами.

Розвиток стійкої інфраструктури та роль інновацій у цьому процесі розглянуто Qian та ін. [8], які акцентують увагу на необхідності поєднання технологічних, інституційних і політичних інструментів. Таке поєднання розглядається як основа

для досягнення довгострокової соціально-економічної стійкості, що перегукується з логікою екосистемного підходу в девелопменті.

Життєвий цикл проєктів як простір інтеграції сталих рішень детально проаналізовано Wogan та ін. [9], які пропонують синергійний підхід до управління проєктами з використанням цифрових моделей інформації. Автори доводять, що міжфазова інтеграція інформації та рішень є необхідною умовою підвищення ефективності та сталості проєктної діяльності.

Нарешті, узагальнюючий концептуальний погляд на сталий будівельний менеджмент подано в розділі Olanrewaju [10], де сталий розвиток розглядається як результат переорієнтації девелоперської діяльності від короткострокової вигоди до довгострокової резильєнтності та відповідальності. Автор підкреслює, що саме інтеграція економічних, соціальних і екологічних аспектів управління визначає сучасну парадигму розвитку будівельної галузі.

Таким чином, аналіз наявних наукових джерел свідчить, що хоча проблематика конвергенції та дифузії широко досліджується в контексті інновацій, сталості та безпеки будівельних проєктів, їх комплексне поєднання в межах єдиного методологічного підходу до забезпечення економічної стійкості та сталого розвитку учасників девелоперських проєктів залишається недостатньо розробленим. Це обумовлює наукову доцільність подальших досліджень у напрямі формування та обґрунтування конвергентно-дифузного інжинірингу як системної основи сучасного девелопменту..

**Основна частина.** Конвергентно-дифузний інжиніринг є комплексним міждисциплінарним підходом до проєктування, управління та трансформації складних проєктних систем, що ґрунтується на поєднанні процесів конвергенції та дифузії. Конвергентна складова цього підходу передбачає інтеграцію різнорідних ресурсів, знань, технологій, управлінських рішень і інтересів стейкхолдерів у межах єдиного системного цілого. Дифузна складова, своєю чергою, забезпечує поширення, адаптацію та масштабування інноваційних рішень, організаційних практик і технологічних інструментів у просторі та часі проєктного життєвого циклу.

У сукупності конвергентно-дифузний інжиніринг зорієнтований на подолання фрагментарності традиційних інженерних і управлінських підходів та формування цілісної логіки розвитку проєктів як складних соціально-економічних систем. Його застосування сприяє узгодженню технічних, економічних, організаційних і соціальних параметрів проєкту та створює передумови для якісних, стійких і довгострокових перетворень.

У контексті девелоперських проєктів конвергентно-дифузний інжиніринг розглядається як методологічна основа переходу від об'єктно орієнтованого підходу до екосистемного бачення розвитку: від реалізації окремих будівельних рішень — до формування інтегрованих просторових, економічних і соціальних середовищ. Таким чином, конвергентно-дифузний інжиніринг виступає важливим чинником підвищення якості девелоперських проєктів та забезпечення їх інноваційної й адаптивної спроможності.

Можна стверджувати, що конвергентно-дифузний інжиніринг — це міждисциплінарний підхід до проєктування та управління розвитком складних проєктних систем, який передбачає цілеспрямовану інтеграцію (конвергенцію) різнорідних ресурсів, знань, технологій і стейкхолдерських інтересів та кероване

поширення (дифузію) інноваційних рішень у межах життєвого циклу проекту з метою забезпечення його якісної, системної та стійкої трансформації.

Методологічна схема конвергентно-дифузного інжинірингу відображає його як цілісний міждисциплінарний підхід до трансформації девелоперських проєктів, що ґрунтується на поєднанні процесів конвергенції та дифузії. Конвергентна складова спрямована на інтеграцію різномірних ресурсів, знань, технологій і стейкхолдерських інтересів у межах єдиної проєктної системи, що забезпечує її структурну цілісність та узгодженість управлінських рішень. Дифузна складова, у свою чергу, відображає механізми поширення, адаптації та масштабування інноваційних рішень і управлінських практик у просторі та часі життєвого циклу проєкту. Поєднання зазначених процесів реалізується за допомогою інжинірингових інструментів проєктного, організаційно-управлінського, економічного та інституційного характеру, що в сукупності формують умови для якісної, системної та стійкої трансформації девелоперських проєктів. Таким чином, конвергентно-дифузний інжиніринг у межах запропонованої методологічної схеми виступає не окремим технічним засобом, а системоутворювальним чинником розвитку девелопменту на засадах інтеграції та інноваційності.

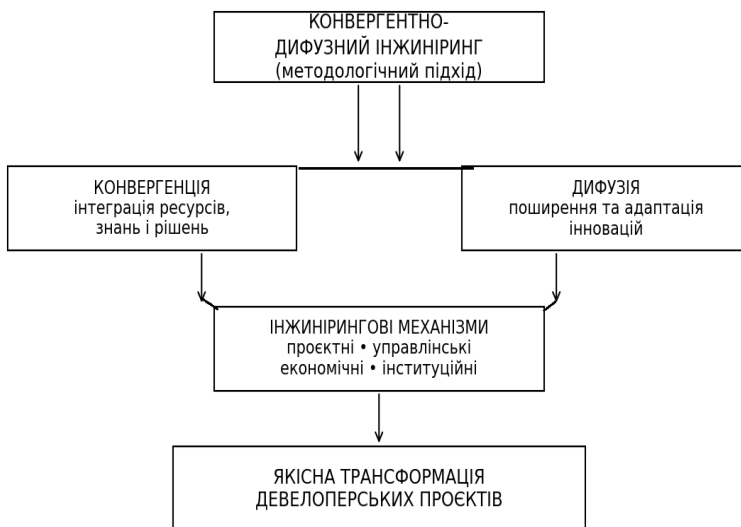


Рис. 1. Концептуальний підхід до конвергентно-дифузного інжинірингу девелоперських проєктів (розроблено авторами)

Представлена методологічна схема окреслює внутрішню логіку функціонування конвергентно-дифузного інжинірингу як системоутворювального чинника розвитку девелоперських проєктів. Її використання забезпечує методологічну наступність між теоретичним обґрунтуванням підходу та аналізом емпіричних і аналітичних результатів дослідження. Зазначена схема слугує рамковою моделлю для інтерпретації отриманих результатів, які відображають

вплив конвергентно-дифузного інжинірингу на якісні параметри девелоперських проєктів.

Безпека та якість проєктних рішень у будівництві визначаються не лише відповідністю нормативним вимогам, але й ступенем узгодженості, повноти та адаптивності рішень, що приймаються на різних етапах життєвого циклу проєкту. У цьому контексті конвергентно-дифузні процеси формують системний механізм підвищення обґрунтованості та надійності проєктних рішень.

Конвергенція у проєктній діяльності передбачає інтеграцію архітектурних, конструктивних, інженерно-технологічних і організаційних рішень у межах єдиної логіки проєкту. Така інтеграція забезпечує узгодження вимог безпеки, функціональності та експлуатаційної надійності об'єкта ще на стадії проєктування. Конвергентні процеси сприяють своєчасному виявленню та усуненню проєктних колізій, потенційно небезпечних технічних рішень і суперечностей між нормативними вимогами та фактичними умовами реалізації.

У результаті посилюється цілісність проєктних рішень, знижується ризик помилок, які можуть призвести до зниження конструктивної безпеки, аварійності або порушень умов експлуатації. Таким чином, конвергенція виступає ключовим чинником формування безпеки, закладеної у проєкті, забезпечуючи системну якість проєктної документації.

Дифузні процеси у сфері проєктування проявляються як поширення та закріплення сучасних підходів до забезпечення безпеки й якості, зокрема нових стандартів, методів розрахунку, цифрових інструментів і кращих інженерних практик. Завдяки дифузії інновацій відбувається адаптація передових проєктних рішень до різних типів об'єктів і умов будівництва, що сприяє підвищенню уніфікованості та відтворюваності якісних характеристик проєктів.

Дифузія забезпечує системне впровадження рішень, орієнтованих на підвищення конструктивної надійності, довговічності та експлуатаційної безпеки будівель, зменшуючи залежність цих параметрів від індивідуального досвіду окремих проєктувальників. У результаті формується сталий рівень проєктної якості, що відповідає сучасним вимогам безпеки та ризик-орієнтованого управління.

Найбільший вплив на безпеку та якість проєктних рішень досягається за умов поєднання конвергентних і дифузних процесів. Конвергенція забезпечує внутрішню логічну та технічну узгодженість проєкту, тоді як дифузія сприяє поширенню та відтворенню перевірених безпечних рішень у проєктній практиці. Їх взаємодія формує принципово новий підхід до проєктування, за якого безпека виступає не похідним параметром контролю, а інтегрованою характеристикою якості проєктних рішень.

Конвергенція створює структурну основу якості, тоді як дифузія забезпечує її поширення та відтворення. За відсутності конвергенції дифузія інновацій має фрагментарний характер, а без дифузії конвергенція обмежується окремими проєктними рішеннями.

У взаємодії ці процеси формують:

- логіку «якість за задумом» (на рівні проєкту);
- логіку «якість у виконанні» (на рівні будівництва);
- логіку «якість у часі» (на рівні експлуатації).

Конвергентно-дифузні процеси впливають на безпеку та якість будівництва опосередковано — через підвищення цілісності, обґрунтованості та адаптивності

проектних рішень. Їх застосування забезпечує перехід від формального дотримання норм безпеки до системного формування якісних і надійних рішень, здатних мінімізувати ризики на всіх етапах реалізації та експлуатації будівельних об'єктів.

Сучасний девелоперський проєкт являє собою складну соціально-економічну систему, у межах якої взаємодіють різнорівневі інтереси та функції численних учасників: інвесторів, девелопера, проєктувальників, підрядних організацій, фінансових інституцій, органів публічної влади, експлуатуючих структур і кінцевих користувачів. Економічна стійкість, безпека та сталість функціонування кожного з цих учасників дедалі більше залежать не лише від локальних управлінських рішень, а від системної логіки організації проєкту в цілому. У цьому контексті конвергентно-дифузні процеси набувають ключового значення як механізм узгодження, поширення та відтворення ефективних рішень, що формують довгострокову життєздатність девелоперських ініціатив.

Економічна стійкість учасників девелоперського проєкту визначається їх здатністю підтримувати фінансову рівновагу, адаптуватися до змін ринкових умов, мінімізувати ризики та забезпечувати прогнозованість результатів діяльності. Конвергентні процеси відіграють ключову роль у цьому контексті, оскільки сприяють інтеграції фінансових, організаційних і проєктних рішень у межах єдиної узгодженої моделі реалізації проєкту.

Конвергенція економічних інтересів інвестора, девелопера та підрядників дозволяє уникнути конфліктів, що часто призводять до перевитрат, затримок будівництва або зниження якості рішень. Узгодження фінансових моделей, графіків фінансування та етапів реалізації проєкту з техніко-технологічними рішеннями створює передумови для стабільного грошового потоку та зменшення ймовірності фінансових розривів. Таким чином, конвергенція формує економічну стійкість як властивість системи, а не як результат ізольованих рішень окремих учасників.

Дифузні процеси доповнюють цю логіку шляхом поширення перевірених фінансово-економічних моделей, управлінських практик і інструментів ризик-менеджменту між учасниками проєкту та між різними проєктами девелопера. Дифузія стандартів фінансового контролю, бюджетування та оцінювання ефективності знижує залежність економічних результатів від суб'єктивних управлінських рішень, підвищуючи повторюваність і прогнозованість проєктної діяльності.

Безпека в девелоперському проєкті має багатовимірний характер і охоплює технічну, фінансову, інституційну та репутаційну складові. Для кожного з учасників проєкту рівень безпеки визначається ступенем контролю над ризиками, прозорістю взаємовідносин і надійністю прийнятих рішень. Конвергентні процеси забезпечують формування спільного простору відповідальності, у межах якого ризики ідентифікуються, оцінюються та перерозподіляються між учасниками на основі узгоджених правил.

Інтеграція проєктних, правових і фінансових рішень дозволяє зменшити ймовірність критичних помилок, пов'язаних із невідповідністю проєктної документації, договірних зобов'язань або умов фінансування. Для інвесторів це означає зниження ризику втрати капіталу, для девелопера — зменшення ймовірності зриву проєкту, для підрядників — підвищення передбачуваності виконання контрактів і своєчасності розрахунків.

Дифузія інструментів управління безпекою — зокрема практик комплаєнсу, страхування, технічного та фінансового нагляду — забезпечує уніфікацію підходів

до ідентифікації та мінімізації ризиків. Коли такі інструменти стають стандартними для всіх учасників проєкту, формується середовище підвищеної інституційної безпеки, у якому кожен суб'єкт діє в передбачуваних і регламентованих умовах. Це особливо важливо для забезпечення довіри між учасниками та зниження транзакційних витрат.

Стійкість девелоперського проєкту в довгостроковій перспективі передбачає не лише завершення будівництва, але й ефективне функціонування об'єкта протягом усього життєвого циклу. Для учасників проєкту це означає здатність адаптуватися до змін зовнішнього середовища, зберігаючи конкурентоспроможність і фінансову стабільність. Конвергентні процеси створюють основу для такої сталості через узгодження короткострокових і довгострокових цілей.

Інтеграція інтересів девелопера та майбутніх експлуатуючих організацій на ранніх етапах проєктування сприяє прийняттю рішень, орієнтованих не лише на мінімізацію капітальних витрат, але й на зниження витрат життєвого циклу. Таке поєднання стратегічних і операційних підходів формує умови для економічної сталості об'єкта, що, у свою чергу, забезпечує стабільні доходи для інвесторів і девелопера.

Для підрядних організацій конвергенція означає перехід від разової участі в будівельних проєктах до довгострокового партнерства, заснованого на стандартних вимогах до якості, безпеки та відповідальності. Це підвищує стійкість самих підрядників, оскільки забезпечує стабільне завантаження, накопичення компетенцій і зниження операційних ризиків.

Дифузія в девелоперських проєктах проявляється як поширення не лише технологічних інновацій, але й управлінських, організаційних та інституційних рішень, що забезпечують сталість функціонування учасників. Дифузійні процеси дозволяють масштабувати успішні практики управління проєктами, фінансами, ризиками та взаємодією зі стейкхолдерами, трансформуючи їх у стандартні елементи девелоперської діяльності.

Завдяки дифузії найкращі практики перестануть бути унікальними для окремих проєктів і стануть частиною інституційної пам'яті організацій, що беруть участь у девелопменті. Це сприяє зниженню залежності результатів від конкретних менеджерів або команд, підвищуючи організаційну стійкість учасників проєкту. У довгостроковій перспективі така логіка забезпечує сталість функціонування девелоперів і підрядників навіть в умовах високої турбулентності ринку.

Поєднання конвергентних і дифузійних процесів формує синергетичний ефект, який проявляється у зростанні економічної стійкості всіх учасників девелоперського проєкту. Конвергенція забезпечує узгодженість і внутрішню логіку проєктних рішень, тоді як дифузія сприяє їх закріпленню, масштабуванню та відтворенню. У результаті зменшуються витрати на виправлення помилок, підвищується ефективність використання ресурсів і знижується загальний рівень проєктних ризиків.

Для інвесторів це означає більш прогнозовану дохідність і зниження ймовірності втрати вкладених коштів. Для девелопера — формування репутації надійного партнера та зростання здатності залучати фінансування. Для підрядників і проєктувальників — стабільність замовлень і можливість довгострокового розвитку. Таким чином, економічна стійкість формується як колективний результат узгоджених дій, а не як сума індивідуальних зусиль.

Безпека функціонування учасників девелоперського проєкту є однією з базових умов їх сталого розвитку. Конвергентно-дифузні процеси дозволяють інтегрувати вимоги безпеки у всі рівні управління проєктом — від стратегічного планування до оперативного контролю. Це забезпечує системний підхід до ризиків і сприяє формуванню культури безпеки в межах девелоперської екосистеми.

Дифузія підходів до управління безпекою дозволяє створити узгоджені правила взаємодії між учасниками, зменшуючи простір для невизначеності та конфліктів. Конвергенція ж забезпечує відповідність цих правил реальним умовам реалізації проєкту. У результаті безпека стає не реактивним механізмом реагування на загрози, а проактивною характеристикою функціонування девелоперського проєкту.

Отже, конвергентно-дифузні процеси відіграють ключову роль у формуванні економічної стійкості, безпеки та сталості функціонування учасників девелоперського проєкту. Вони забезпечують інтеграцію інтересів і рішень, поширення ефективних практик та формування системних умов для довгострокового розвитку. У межах такого підходу девелоперський проєкт розглядається не як сукупність окремих контрактів, а як цілісна соціально-економічна система, життєздатність якої визначається рівнем узгодженості, безпеки та інноваційності її функціонування.

Сталий розвиток учасників будівництва в межах сучасних девелоперських проєктів формується як результат системної взаємодії економічних, організаційних, технічних та інституційних чинників, що визначають довгострокову життєздатність і адаптивність суб'єктів будівельної діяльності. У цьому контексті конвергентно-дифузні процеси виступають ключовим механізмом забезпечення сталості, оскільки вони поєднують інтеграцію інтересів і ресурсів учасників із поширенням і відтворенням ефективних практик у межах проєктного та міжпроєктного середовища. Конвергентні процеси забезпечують узгодження стратегічних і операційних цілей девелопера, інвесторів, проєктувальників, підрядників та експлуатуючих організацій, що знижує фрагментарність прийняття рішень і створює передбачуване середовище функціонування. Завдяки інтеграції фінансових, проєктних, організаційних і нормативних рішень формується цілісна логіка реалізації проєкту, у межах якої мінімізуються ризики перевитрат, затримок і конфліктів, що безпосередньо впливають на економічну стійкість учасників будівництва. У результаті конвергенція сприяє формуванню стабільних партнерських відносин та переходу від короткострокової участі в окремих проєктах до довгострокової включеності у девелоперські екосистеми, що є важливою передумовою сталого розвитку будівельних організацій.

Дифузні процеси відіграють вирішальну роль у закріпленні та масштабуванні результатів конвергенції, забезпечуючи поширення інноваційних рішень, управлінських підходів, стандартів безпеки та якості між учасниками будівельного проєкту й між різними проєктами. Через дифузію відбувається трансфер знань, накопичення організаційного та інтелектуального капіталу, а також формування інституційної пам'яті компаній, задіяних у будівництві. Це зменшує залежність результатів діяльності від індивідуального досвіду окремих фахівців і підвищує стійкість організацій до ринкових та регуляторних змін. Поширення сучасних технологій, цифрових інструментів управління проєктами, стандартів охорони праці та процедур контролю якості сприяє формуванню єдиного підходу до безпеки та відповідальності, що є фундаментальною складовою сталого розвитку учасників

будівництва. Безпека в такій системі виступає не як реактивна функція реагування на загрози, а як інтегрована характеристика діяльності будівельних організацій, що знижує операційні ризики та підвищує довіру міжстейкхолдерами.

Синергетичне поєднання конвергентних і дифузних процесів забезпечує комплексний вплив на економічну, соціальну та інституційну сталість учасників будівництва. Конвергенція створює умови для узгодженого прийняття рішень і оптимального використання ресурсів, тоді як дифузія гарантує відтворення цих рішень у часі та просторі, перетворюючи їх на стійкі практики. У такій логіці сталий розвиток учасників будівництва перестає бути зовнішньо нав'язаною вимогою або декларативною ціллю і постає як внутрішня властивість функціонування девелоперських проєктів. У підсумку конвергентно-дифузні процеси формують системні передумови для довгострокової економічної стійкості, підвищення рівня безпеки та стабільного розвитку учасників будівництва в умовах зростаючої складності та динамічності сучасного девелопменту.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** У результаті проведеного дослідження встановлено, що конвергентно-дифузні процеси відіграють визначальну роль у формуванні економічної стійкості, безпеки та сталого розвитку учасників девелоперських проєктів. Їх вплив проявляється не фрагментарно, а системно, охоплюючи всі стадії життєвого циклу проєкту та всі рівні взаємодії між суб'єктами будівельної діяльності. Застосування конвергентно-дифузного інжинірингу дозволяє розглядати девелоперський проєкт як цілісну соціально-економічну систему, у межах якої сталість функціонування окремих учасників є похідною від узгодженості рішень і відтворюваності ефективних практик.

Виявлено, що конвергентні процеси створюють методологічні передумови для інтеграції економічних, технічних, організаційних і безпекових рішень учасників будівництва. Саме завдяки конвергенції забезпечується узгодження стратегічних цілей девелопера, інвесторів і підрядних організацій, мінімізується фрагментарність управління та знижується імовірність конфліктів, що негативно впливають на результати проєкту. Конвергенція інтересів і ресурсів сприяє формуванню передбачуваного середовища реалізації девелоперських ініціатив, що є критичною умовою економічної стійкості та довгострокової життєздатності учасників будівництва.

Доведено, що дифузні процеси забезпечують закріплення й масштабування результатів конвергенції, переводячи разові управлінські та технологічні рішення у стійкі практики діяльності. Поширення інновацій, стандартів безпеки, якості та управлінських підходів між учасниками проєкту формує інституційне середовище, у якому зменшується залежність результатів діяльності від індивідуальних факторів і підвищується організаційна адаптивність. Саме дифузія відіграє ключову роль у накопиченні інтелектуального та організаційного капіталу, що є фундаментом сталого розвитку будівельних компаній у довгостроковій перспективі.

У ході дослідження встановлено, що поєднання конвергентних і дифузних процесів має синергетичний ефект, який проявляється у зниженні рівня економічних і операційних ризиків, підвищенні безпеки функціонування учасників та зростанні стійкості девелоперських екосистем у цілому. Безпека в межах такого підходу перестає розглядатися як окрема функція контролю, а інтегрується в усі управлінські та проєктні рішення, виступаючи невід'ємною характеристикою якості розвитку. Це забезпечує перехід від реактивного управління ризиками до

проактивного формування безпечного та відповідального середовища будівельної діяльності.

Узагальнюючи результати, можна стверджувати, що конвергентно-дифузний інжиніринг формує нову логіку сталого розвитку учасників будівництва, яка ґрунтується на системній інтеграції інтересів, поширенні ефективних практик і довгостроковій відповідальності за результати девелоперської діяльності. У межах цієї логіки сталий розвиток виступає не як зовнішня нормативна вимога, а як внутрішньо детермінована властивість функціонування девелоперських проєктів. Практичне застосування отриманих висновків створює передумови для підвищення конкурентоспроможності учасників будівництва, зміцнення їх економічної стійкості та формування безпечних і сталих моделей розвитку будівельної галузі в умовах зростаючої складності сучасного девелопменту.

Подальші наукові дослідження доцільно спрямувати на поглиблення та конкретизацію положень конвергентно-дифузного інжинірингу з урахуванням багатовимірності сучасних девелоперських проєктів. Зокрема, перспективним є розвиток теоретико-методологічних основ конвергентно-дифузного підходу шляхом уточнення його категоріального апарату, принципів і меж застосування в різних типах девелопменту (житловому, комерційному, інфраструктурному, реноваційному). Це дозволить підвищити рівень формалізації підходу та забезпечити його відтворюваність у наукових і прикладних дослідженнях.

Окремим напрямом є дослідження механізмів впливу конвергентно-дифузних процесів на економічну стійкість учасників будівництва, зокрема через розроблення моделей оцінювання їх впливу на фінансову стабільність, розподіл ризиків і ефективність використання ресурсів у межах життєвого циклу девелоперського проєкту. Актуальним є також аналіз взаємозв'язку між рівнем конвергенції рішень і зниженням транзакційних витрат у багатосуб'єктних будівельних системах.

Подальших досліджень потребує інтеграція конвергентно-дифузного інжинірингу з підходами до управління безпекою та ризиками. Перспективним є вивчення того, як процеси конвергенції проєктних, організаційних і нормативних рішень у поєднанні з дифузією стандартів безпеки формують проактивні моделі управління ризиками в будівництві. Це створює основу для переходу від реактивних механізмів контролю до системного забезпечення безпеки як складової якості розвитку девелоперських проєктів.

Важливим напрямом подальших досліджень є емпірична верифікація запропонованих теоретичних положень на основі аналізу реальних девелоперських проєктів. Зокрема, доцільним є використання кейс-стаді, порівняльного аналізу та кількісних методів для оцінювання впливу конвергентно-дифузних процесів на показники сталого розвитку, безпеки та економічної ефективності учасників будівництва.

Перспективним є також дослідження інституційного виміру конвергентно-дифузного інжинірингу, зокрема ролі регуляторного середовища, контрактних моделей і механізмів публічно-приватного партнерства у формуванні умов для інтеграції та поширення ефективних практик девелопменту. Це дозволить розширити застосування підходу на рівень галузевої та регіональної політики.

Окремої уваги потребує взаємозв'язок конвергентно-дифузних процесів із цифровізацією будівельної галузі, зокрема використанням BIM, цифрових платформ управління проєктами та інструментів аналізу даних. Дослідження

цифрової підтримки конвергенції та дифузії рішень дозволить обґрунтувати нові моделі управління девелоперськими екосистемами.

Подальші наукові дослідження у зазначених напрямках сприятимуть розвитку конвергентно-дифузного інжинірингу як цілісної наукової концепції та практичного інструменту забезпечення економічної стійкості, безпеки та сталого розвитку учасників девелоперських проєктів.

#### *Список літератури:*

1. Wang R., Li Q., Chong H. Y. Untangling innovation diffusion in construction projects: a configural analysis of project attribute and corporate strategy // *Engineering, Construction and Architectural Management*. – 2025. – Online First. – DOI: 10.1108/ECAM-12-2024-1737.
2. Chong H. Y., Ma Q., Lai J., Liao X. Achieving sustainable construction safety management: the shift from compliance to intelligence via BIM–AI convergence // *Sustainability*. – 2025. – Vol. 17, No. 10. – Art. 4454. – DOI: 10.3390/su17104454.
3. Li J., Yu H., Deng X. A systematic review of the evolution of the concept of resilience in the construction industry // *Buildings*. – 2024. – Vol. 14, No. 9. – Art. 2643. – DOI: 10.3390/buildings14092643.
4. Hassan Afaf. Diffusion of innovation in sustainable development projects: a proposed integrative model // *Environmental Management and Sustainable Development*. – 2022. – Vol. 11, No. 2. – P. 1–19. – DOI: 10.5296/EMSD.V11I2.19553.
5. Yang Eunhwa. Diffusion of innovation in sustainable building practices in construction projects and the role of major stakeholders : PhD dissertation. – Ithaca : Cornell University, 2016. – 287 p.
6. Kiani Mavi R., Gengatharen D., Kiani Mavi N., Hughes R., Campbell A., Yates R. Sustainability in construction projects: a systematic literature review // *Sustainability*. – 2021. – Vol. 13, No. 4. – Art. 1932. – DOI: 10.3390/su13041932.
7. Zungu Z., Laryea S. Building organizational resilience capacities and capabilities in construction firms // *Advances in Engineering Management, Innovation, and Sustainability*. – Cham : Springer, 2024. – (Lecture Notes in Civil Engineering ; Vol. 480). – P. 51–68. – DOI: 10.1007/978-3-031-56544-1\_4.
8. Qian Z.-H., Yuan J.-S., Shi J., Cao X.-Y. Recent developments and innovations in resilient infrastructure // *Buildings*. – 2025. – Vol. 15, No. 5. – Art. 792. – DOI: 10.3390/buildings15050792.
9. Wogan M., Mohan N., Wolf G., Nejat N., Menzel K., Gross R. Synergising lifecycle project management for sustainability: towards a streamlined approach through different project phases // *Proceedings of the 9th International Conference on Civil Structural and Transportation Engineering (ICCSTE 2024)*. – Toronto, 2024. – Paper No. 157. – DOI: 10.11159/iccste24.157.
10. Olanrewaju A. L. Sustainable construction management: research and practice // *Management in the Built Environment*. – Singapore : Springer, 2025. – P. 251–312. – DOI: 10.1007/978-981-96-4910-5\_8.

***Galyna Ryzhakova, Denis Dubinin, Serhii Kryvushchenko, Sergiy Gega, Oleksii Bodianskyi***

***Convergent-diffusive engineering as a determinant of the qualitative transformation of development projects***

*The article examines convergent-diffusion engineering as a factor of the qualitative transformation of development projects through the prism of ensuring economic stability, safety and sustainable development of construction participants. It is substantiated that modern development projects operate in conditions of increasing complexity, uncertainty and multi-subjectivity, which necessitates the necessary transition from fragmented management approaches to systemic methodologies focused on integration solutions and the creation of effective practices. Within the framework of the study, convergent-diffusion engineering is important as an interdisciplinary approach that promotes the processes of convergence of interests, resources and decisions of development project participants with the processes of diffusion of innovations, safety standards, quality and management practices in the project environment.*

*It has been established that convergent processes ensure the coordination of economic, technical, organizational and institutional aspects of the activities of construction participants, contributing to the reduction of project risks, increasing the predictability of results and creating conditions for long-term economic sustainability. Diffuse processes, in turn, ensure the scaling and consolidation of developed solutions, contribute to the accumulation of intellectual and organizational capital and reduce the dependence of activity results on situational management factors. Particular attention is paid to the role of convergent-diffusion processes in the formation of a safe environment for construction activities, where safety is considered as an integrated characteristic of the quality of design and management decisions, and not as control of individual elements. It has been proven that the combination of convergence and diffusion creates a synergistic effect, which is manifested in increasing the sustainability of development ecosystems, the formation of long-term partnerships between participants and the transition to sustainably oriented models of development of the construction industry. The results obtained allow us to consider convergent-diffuse engineering as a conceptual basis for ensuring sustainable development of participants in development projects and the formation of a new paradigm of construction management in the context of modern socio-economic transformations.*

**Keywords:** *convergent-diffuse engineering; development projects; sustainable development; economic sustainability; economic security, construction security; quality of design solutions; design quality; construction site management; convergence of solutions; diffusion of innovations; construction participants; systemic approach; strategic management; development ecosystem.*