

ЗАТВЕРДЖУЮ
Перший проректор
Київського національного університету
будівництва і архітектури,
доктор економічних наук, професор

 Олексій ШКУРАТОВ
«20» березня 2025 р.

ВИСНОВОК

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів
докторської дисертації ДРУЖИНІНА Максима Андрійовича на тему:
«СИСТЕМА ФУНКЦІОНАЛЬНО-ЦИФРОВОГО СУПРОВОДУ
ОРГАНІЗАЦІЇ ЗБІРНОГО БУДІВНИЦТВА»,
поданої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за
спеціальністю 05.23.08 – технологія та організація промислового та
цивільного будівництва**

Призначені рішенням Вченої ради Київського національного університету будівництва і архітектури (протокол №30 від 28 лютого 2025 року) рецензенти, а саме:

- **ПОКОЛЕНКО Вадим Олегович**, доктор технічних наук, професор кафедри менеджменту в будівництві;
- **ОСИПОВ Олександр Федорович**, доктор технічних наук, професор кафедри будівельних технологій;
- **МАКСИМ'ЮК Юрій Всеволодович**, доктор технічних наук, професор кафедри будівельної механіки,

розглянувши докторську дисертацію ДРУЖИНІНА Максима Андрійовича «Система функціонально-цифрового супроводу організації збірного будівництва», наукові публікації, в яких висвітлено основні наукові результати, а також за результатами фахового семінару кафедри менеджменту в будівництві Київського національного університету будівництва і архітектури (протокол № 138 від 17 березня 2025 року), підготували висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів докторської дисертації:

1. Дисертаційна робота ДРУЖИНІНА Максима Андрійовича, представлена на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.08 – технологія та організація промислового та цивільного будівництва, є кваліфікаційною науковою працею, підготовленою у вигляді рукопису. За обсягом, актуальністю, рівнем наукової новизни та практичної цінності робота відповідає вимогам п. 7–9 “Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук”, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 1197 від 17 листопада 2021 року.

2. Актуальність теми дисертаційної роботи. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення ефективності організації збірного будівництва через впровадження сучасних цифрових технологій. У роботі розроблено методичні засади використання цифрових моделей і методів для оптимізації ланцюга постачання у будівельних девелоперських проєктах збірного будівництва (ПЗБ). Запропонована система функціонально-цифрового супроводу сприятиме вдосконаленню стану організації і управління постачанням, управління ресурсами, підвищенню продуктивності та забезпеченню якісного виконання будівельних робіт. Дослідження є особливо актуальним у контексті воєнного та повоєнного відновлення України, де збірне будівництво відіграє ключову роль у швидкому створенні житла та інфраструктури.

3. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Зміст і новизна результатів дисертації відповідають напряму розвитку, визначеному законодавчими та розпорядчими актами України. Зокрема, це Закон «Про стимулювання розвитку цифрової економіки» (№1667-IX), Закон «Про реформування сфери містобудівної діяльності» (№2254-IX), Постанова КМУ щодо міжгалузевої ради з цифровізації (№595), а також «Дорожня карта впровадження BIM» (29.11.2019). Компоненти наукових та прикладних розробок автора застосовувалися під час підготовки проєктів і програм науково-дослідного характеру в КНУБА. Зокрема, у межах теми «Розбудова сучасного аналітичного інструментарію девелоперського управління підрядним будівництвом» (№0115U000860) використано авторську аналітико-прикладну систему для оцінки успішності постачання в проєктах збірного будівництва із застосуванням цифрових інструментів та Fuzzy Logic. У дослідженні «Розвиток управлінської взаємодії інституційних учасників девелоперських проєктів» (№0121U111793) обґрунтовано впровадження BIM-моделювання для цифрового простору девелоперських проєктів. У межах теми «Вдосконалення аналітичного апарату обґрунтування формату девелопменту для проєктів будівництва» (№W4-14-b, Академія будівництва України) застосовано авторську розробку щодо цифрового адміністрування партнерських відносин у будівництві за допомогою мережевого аналізу.

4. Наукова новизна одержаних результатів полягає у створенні сучасного науково-теоретичного та прикладного підґрунтя формування системи функціонально-цифрового супроводу організації збірного будівництва, яка включає комплексні теоретико-методологічні основи та інструментарій сучасної організації збірного будівництва в Україні як ключового елемента воєнного та повоєнного відновлення. Зокрема, розроблено модель оцінки синтетичного показника "стійкість ланки" з використанням інструментів нечіткої логіки, що дозволяє підвищити адаптивність та стійкість ланцюга постачання в умовах невизначеності; модель ідентифікації спільнот у мережі ланцюга постачання на основі алгоритмів кластеризації, яка забезпечує ефективний розподіл ресурсів та оптимізацію взаємодії між учасниками процесу будівництва; модель оцінки та оптимізації важливості учасників ланцюга постачання при реалізації

проектів збірного будівництва з використанням інструментів аналізу мереж, що підвищує ефективність стратегічного планування та управління ризиками; модель прогнозування показника "стійкість ланки" на основі інструментів машинного навчання, що сприяє підвищенню точності та оперативності прийняття рішень організації будівництва. Особлива увага приділяється підвищенню стійкості системи постачання за рахунок використання моделей нечіткої логіки, що дозволяє мінімізувати ризики та невизначеності в управлінні ресурсами. Провідними компонентами дослідження, які сумісно використовуються для трансформації змісту організації будівельних девелоперських проектів до формату «збірне будівництво», є: концептуально-теоретичні основи, загально-методичний базис та аналітико-прикладний інструментарій.

Таким чином, результати дисертаційної роботи сприяють створенню ефективного середовища функціонально-цифрового супроводу організації збірного будівництва та управління будівельними девелоперськими проектами формату «збірне будівництво», що є критично важливим для відновлення інфраструктури та житлового фонду країни в умовах сучасних викликів.

Наукову новизну складають наступні результати.

В даній дисертаційній роботі подано **вперше:**

✓ *теоретичний концепт функціонального супроводу будівельних проектів збірного будівництва із використанням цифрових технологій.* Концепт спирається на думку про нагальність та обов'язковість інтегрованого девелоперського управління всіма етапами життєвого циклу будівельного об'єкта – від проектування і виробництва збірних конструкцій до їх транспортування, монтажу та експлуатації. В основі концепту лежить цифровізація управлінських рішень, що реалізується через використання таких технологій, як BIM-моделювання, системи прогнозової аналітики на основі машинного навчання, алгоритми кластеризації для ідентифікації ключових учасників ланцюга постачання та розроблену автором класифікацію проривних цифрових технологій, які можуть застосовуватися протягом життєвого циклу об'єкта будівництва, що дозволяє систематизувати інноваційні підходи до організації збірного будівництва та інтегрувати їх у єдину цифрову екосистему;

✓ *загально-методичний базис опису, моделювання та оптимізації проектів організації збірного будівництва,* що ґрунтується на міждисциплінарному підході. Базис сполучає поєднує будівельний девелопмент, BIM- та імітаційне моделювання, соціальний аналіз мереж, управління ланцюгами постачання та відносинами з клієнтами. Додатково використано системний, процесний та ситуаційний підходи, реінжиніринг управлінських структур і графоаналітичні методи. Ключову роль відіграє застосування BIM як цифрового фундаменту для створення комплексної організаційно-технологічної моделі проектів збірного будівництва;

✓ *розроблено аналітико-прикладний інструментарій для оптимізації постачанням у збірному будівництві.* Інструментарій включає: моделі оптимізації мережі постачання; аналітичні компоненти моделювання

індикаторів успішності організації постачання з використанням Fuzzy Logic; методи мережевого аналізу для моделювання партнерських відносин і комунікацій; аналітичні модулі оцінки впливу інтелектуальних систем на постачання та управління ресурсами. Зміст інструментарію трансформовано у комплекс прикладних програм для цифрової оптимізації збірного будівництва.

Удосконалено:

✓ *науково-методичний підхід до застосування BIM-технологій для формалізації будівельного проєкту та його девелоперського супроводу.* BIM використано як основу для створення цифрової моделі девелоперського проєкту збірного будівництва, що охоплює всі етапи життєвого циклу об'єкта. Ці технології інтегрують девелоперів, архітекторів, виробників, логістів та будівельників у єдине цифрове середовище, дозволяючи оцінювати показники ефективності, виявляти критичні вузли та оптимізувати логістику;

✓ *методичні підходи до застосування нечіткої логіки у проєктах збірного будівництва* – шляхом розробки інтегрованих моделей, що враховують невизначеність та адаптивність взаємодій у ланцюзі постачання. Запропоновані підходи оцінки «стійкості ланки» гнучко адаптується до змінних умов, підвищуючи ефективність логістики. Алгоритми кластеризації оптимізують розподіл ресурсів та координацію учасників, а аналіз мереж забезпечує стратегічну стійкість і управління ризиками. Використання машинного навчання в прогнозуванні покращує точність рішень і автоматизує аналітичні процеси, сприяючи підвищенню ефективності ланцюгів постачання;

✓ *науково-прикладні засади застосування інструментів штучного інтелекту в будівництві* – в даній роботі це удосконалення є частиною інтегрованої системи функціонально-цифрового супроводу організації збірного будівництва. Застосування штучного інтелекту дозволяє автоматизувати процеси управління, підвищити точність планування та мінімізувати невизначеності, що критично важливо для ефективної реалізації проєктів збірного будівництва, особливо у контексті воєнного та повоєнного відновлення інфраструктури;

✓ *алгоритми машинного навчання для ідентифікації спільнот у мережі ланцюга постачання збірного будівництва*, що реалізовано через розробку гібридних моделей кластеризації, що поєднують методи глибокого навчання та графового аналізу. Це дозволяє враховувати динаміку зв'язків між учасниками, адаптуватися до змін у структурі мережі та підвищувати точність і швидкість виявлення ключових спільнот. Запропонований підхід забезпечує оптимізацію взаємодії постачальників, зниження логістичних ризиків та підвищення стійкості ланцюга постачання в умовах невизначеності;

✓ *дорожня карта цифровізації будівельної галузі України*, яка в даній роботі адаптована до змісту завдань проєктів «збірного будівництва» та враховує передові практики Великої Британії з урахуванням специфіки національного ринку. Вона включає інтеграцію BIM-технологій, стандартизацію даних, розвиток цифрових платформ для управління ланцюгами постачання та застосування штучного інтелекту для прогнозування ризиків. Особливу увагу приділено поетапному впровадженню цифрових рішень, стимулюванню

інвестицій у технології та створенню нормативно-правового середовища для підтримки цифрової трансформації галузі.

Набуло подальшого розвитку:

✓ *застосування технології збірного будівництва як складового елементу системи відновлення житлового фонду та інфраструктури України* - це пропонується реалізувати шляхом інтеграції сучасних цифрових технологій для оптимізації процесів управління та постачання в проєктах «збірного будівництва». Це дозволяє скоротити час будівництва, зменшити витрати на матеріали і ресурси, а також забезпечити швидко і ефективно відновлення житлових об'єктів і інфраструктури в умовах післявоєнного відновлення.

✓ *існуючий понятійно-категоріальний апарат організації постачання як складової організації будівництва* – для проєктів ПЗБ дефініція «функціонально-цифрового супроводу» автором визначена як «комплексна система управління будівельним проєктом, що поєднує організаційно-функціональні методи та цифрові технології для координації всіх етапів його реалізації... для оптимізації системи постачання, нейтралізації ризиків циклу ПЗБ та адаптації до динамічних умов будівництва»;

✓ *теоретико-методологічних принципів та специфіки застосування концепції ланцюга постачання в збірному будівництві*. Це включає розробку підходів до інтеграції цифрових технологій у управлінні постачанням, що дозволяє підвищити ефективність організації ланцюга постачання, скоротити витрати та оптимізувати процеси забезпечення матеріалами для реалізації проєктів збірного будівництва.

✓ *аналітичні процедури, проміжні та підсумкові критерії оптимізації циклу організації будівельного проєкту*, адаптуючи їх до специфіки форматів «збірне будівництво» через впровадження цифрових організаційно-технологічних моделей нового покоління. Ці моделі забезпечують поетапну деталізацію та коригування параметрів проєкту відповідно до потреб зацікавлених сторін і вимог територіальних громад.

5. Обґрунтованість і достовірність результатів дисертації забезпечується раціональністю наукової гіпотези, вираженістю методологічного підґрунтя та застосуванням інноваційних аналітичних інструментів. Найважливішою запорукою обґрунтованості і достовірності результатів є те, що теоретико-методичний базис сполучає такі компоненти як будівельний девелопмент, BIM-моделювання, соціальний аналіз мереж та алгоритми кластеризації. Цим самим створюється цифровий простір для організаційно-технологічного моделювання та адміністрування збірного будівництва, ефективно управління ланцюгами постачання та комунікаціями. Унікальну роль відіграє застосування BIM-технологій як структурної основи для цифрової трансформації девелоперських проєктів формату «префабрикація-збірне будівництво». Синергія критеріально-параметричної бази та методичних підходів сприяє врахуванню інтересів стейкхолдерів збірного будівництва. Результати визнані обґрунтованими, аналітично вираженими та підтвердженими практичним впровадженням. Висновки відповідають змісту та інноваційному

характеру одержаних результатів, супроводжуються коректними чисельними розрахунками та відповідною візуалізацією.

6. Теоретична та практична цінність результатів дисертації.

Теоретична цінність дослідження визначається тим, що його результати слід оцінити як вагомий внесок у розвиток наукових підгалузей «Організація будівництва» та «Організація збірного будівництва в сучасних умовах будівельного девелопменту України», що є складовими науки «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва». Запропонована система цифрового супроводу підвищує ефективність управління будівельними процесами, адаптивність до невизначеності та стійкість логістичних мереж, що особливо важливо в контексті воєнного та повоєнного відновлення України. Це дослідження формує фундамент для цифрової трансформації галузі, сприяючи розвитку інтегрованих інтелектуальних рішень в організації збірного будівництва у форматі сучасного девелопменту.

Практична цінність результатів дисертації полягає в розробці інноваційної системи функціонально-цифрового супроводу, що сприяє підвищенню ефективності управління ланцюгами постачання у збірному будівництві. Використання аналітичних моделей на основі Fuzzy Logic, мережевого аналізу та штучного інтелекту дозволяє прогнозувати стійкість ланцюгів постачання, оптимізувати розподіл ресурсів і покращувати комунікацію між учасниками будівельних проєктів. Інтеграція BIM-технологій, автоматизованих цифрових рішень та інтелектуальних алгоритмів забезпечує адаптивність до невизначеності, зменшення ризиків і підвищення стійкості логістичних мереж. Запропонована система є ключовим інструментом для цифрової трансформації будівництва, що має критичне значення в умовах відновлення інфраструктури України.

Практична цінність дисертації підтверджена її впровадженням в практику підготовки, організації та адміністрування проєктами збірного будівництва, які готувались та впроваджувались Департаментом з питань будівництва та архітектури Вінницької та Хмельницької облдержадміністрацій, а також будівельними та девелоперськими компаніями «Архітектурно-будівельні новації» та «Альфа-сервіс». Результати роботи застосовано для потреб ряду проєктів: «Посад-Покровський»; «Застосування WBC-рішень для реалізації програми відбудови індивідуальних житлових будівель»; ЖК «ДіамандХіл»; «Створення цифрової BIM-моделі підготовки, організації та цифрового адміністрування проєктами збірного будівництва»; українсько-британський проєкт «Будівництво заводу із склофібробетону за участю компанії Power-SpraysLtd».

7. Результати дослідження впроваджено у освітній процес Київського національного університету будівництва і архітектури. Окремі компоненти дослідження були інтегровані в навчально-освітній процес для підготовки бакалаврів та магістрів за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» (дисципліни «Організація і управління будівництвом» та «Спецкурс випускової кафедри»). Впровадження сучасних методів цифрового супроводу,

ВІМ-технологій, інтелектуального аналізу ланцюгів постачання та оптимізації ресурсів дозволило студентам набути компетентностей, необхідних для роботи в умовах цифрової трансформації будівельної галузі. Також результати дослідження можуть бути застосовані при підготовці кваліфікаційних робіт, сприяючи підготовці фахівців, здатних реалізовувати інноваційні підходи до організації збірного будівництва, що є актуальним для відновлення та розвитку будівельної галузі України.

8. Оцінка належної повноти висвітлення змісту наукових інновацій вдрукованих працях здобувача. На думку рецензентів, повнота та якість висвітлення матеріалів дисертації в друкованих працях здобувача є належною та відповідає вимогам Наказу МОН України №1220 від 23.09.2019 р. «Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора та кандидата наук» (із змінами, в поточній редакції). Автором за темою дисертаційної роботи опубліковано всього **47** друкованих праць, зокрема: **3** монографії (у співавторстві); **4** наукові статті у виданнях, що індексуються у науко-метричних базах **Scopus** та/або **Web of Science Core Collection**; **23** статті у спеціалізованих наукових виданнях та збірниках наукових праць, включених до категорії «Б» переліку фахових видань; **1** додаткова публікація у зарубіжному виданні; **16** публікацій апробаційного характеру у вигляді тез доповідей на міжнародних та вітчизняних науково-практичних конференціях.

9. Оцінка особистого внеску здобувача. Особиста участь автора в одержанні наукових та практичних результатів, полягає в тому, що викладені в дисертаційній роботі результати є підсумком тривалої самостійної наукової праці здобувача. Дисертаційна робота виконана на кафедрі менеджменту в будівництві Київського національного університету будівництва і архітектури, науковий консультант – доктор технічних наук, професор Чернишев Денис Олегович.

Розглянувши звіт подібності щодо перевірки на плагіат, зроблено висновок, що дисертаційна робота Дружиніна М.А. є результатом самостійних досліджень докторанта і не містить елементів плагіату та запозичень. За підсумками перевірки системами Anti-Plagiarism виявлення рівень максимального запозичення з іншого джерела склав 0,43% і це є результатом самоцитування здобувачем власної односібної статті. Подані в роботі фрагменти результатів та текстів інших авторів супроводжуються посиланнями на відповідне джерело. Щодо праць, опублікованих докторантом у співавторстві, його особиста участь коректно деталізована в «списку праць здобувача».

10. Комісія підтверджує, що в докторській дисертації не використовувались ідеї, тексти, наукові результати та їх фрагменти, залучені із **кандидатської дисертації** Дружиніна М.А. на тему: «Організація будівельного девелопменту в проектах рекреаційно-продуктивного відновлення територій» (захищена в спеціалізованій вченій раді КНУБА Д.26.056.03 в 2018 р.)

11. Ступінь апробації результатів дисертаційної роботи, на думку рецензентів, є належно задовільним для рівня докторської дисертації. Етапи і

результати дослідження, його визначальні науково-методологічні та прикладні інновації доповідались та одержали схвалення на 16 міжнародних та вітчизняних науково-практичних конференціях.

12. Оцінка відповідності змісту, структури та оформлення дисертаційної роботи встановленим вимогам. Оцінка мови та стилю дисертації. Зміст, структура та оформлення дисертації повністю відповідають встановленим вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.08 – технологія та організація промислового та цивільного будівництва. Робота логічно структурована та підпорядкована вирішенню поставлених в роботі теоретико-методологічних, науково-аналітичних та прикладних завдань.

Дисертація містить: титульний аркуш, анотації українською та англійською мовами, список праць здобувача, зміст, перелік умовних скорочень, вступ, 5 розділів основного тексту, загальні висновки, перелік використаних джерел, а також додатки.

Оформлення дисертації здійснено відповідно до чинних норм і стандартів, включаючи дотримання вимог щодо термінології, стилістики та оформлення. Подані в роботі результати структуровані логічно, викладені доступно, системно та обґрунтовано, що відповідає високому науковому рівню роботи, яка спрямована на здобуття ступеня доктора технічних наук.

Мова і стиль дисертації є відповідними вимогам наукових досліджень, характеризуються логічністю, точністю формулювань та чіткістю викладу. Текст роботи викладено академічно нейтрально, послідовно, відповідно до формулювань, які відповідають таким науковим підсистемам як «організація будівництва», «ВІМ-технології», «імітаційне та математичне моделювання». Логіка та системність висвітлення змісту дослідження забезпечують адекватно сприйняття обґрунтованих автором наукових інновацій.

13. Оцінка відповідності змісту та інновацій результатів паспорту спеціальності. Зміст дисертаційної роботи Дружиніна М.А. відповідає паспорту спеціальності 05.23.08 – технологія та організація промислового та цивільного будівництва за наступними пунктами (наведено в порядку пріоритету).

Щодо *пункту 4* «Наукові та методичні основи проектування ... організації будівельного виробництва з використанням сучасного інформаційного забезпечення й обчислювальної техніки» робота відповідає за змістом всіх розділів.

Щодо *пункту 2* «Організаційно-технологічне проектування будівельного виробництва, моделі, методи та рішення...» робота відповідає за змістом наступних розділів: розділ 1 «Сутність інноваційної системи функціонально-цифрового супроводу в збірному будівництві», розділ 2 «Інтеграція цифрових технологій у процеси організації збірного будівництва. Формування методологічного базису дослідження.»

Щодо *пункту 5* «Розроблення наукових, теоретичних основавтоматизації будівельних процесів» - за змістом розділу 4 «Моделювання і

симуляція системи функціонально-цифрового супроводу в проєктах збірного будівництва» та розділу 5 «практичні інструменти та перспективи розвитку функціонально-цифрового супроводу в збірному будівництві»

Щодо пункту 3 «Організаційні структури, форми й методи управління підприємствами будівельного комплексу та його матеріально-технічної бази» - робота є відповідною за змістом розділу 4.

14. **Перелік публікацій здобувача за темою дисертації** подано нижче.

Монографії:

1. Дружинін М.А. Ідентифікація базових елементів техніко-економічних інновацій в сучасній системі будівельного девелопменту. *Машини, процеси, екологія, економіка та технологія будівництва (теорія, експеримент, ефективність застосування):* кол. монографія / П.М. Куліков, Н.Є. Журавська, Д.О. Чернишев, М.А. Дружинін, О.М. Малихіна; Київ. нац. ун-т буд-ва і архітектури, Вінниц. нац. аграр. ун-т, Одес. нац. акад. зв'язку ім. О.С. Попова; уклад. І.І. Назаренко. Київ: Вид-во Людмила, 2020. С. 18-33. *Особистий внесок: автору належить формування складових теоретичного концепту адаптації будівельного девелопменту до функціонально-технічної специфіки проєктів збірного будівництва.*

2. Дружинін М.А. Використання інноваційних платформ для мінімізації опору змінам при реалізації стратегічних трансформацій у будівельних компаніях. Колективна монографія: Економіко-управлінський та організаційно-технологічний інструментарій стратегічних інновацій в будівництві. Київ, 2025. С. 213-238. *Особистий внесок: автору належить опис методико-прикладного підходу подолання ризиків опору змінам при підготовці та організаційно-технологічному обґрунтуванні проєктів збірного будівництва.*

3. Дружинін М.А. Інновації в організації функціонально-цифрового супроводу процесів постачання в проєктах збірного будівництва (розділ 5.1) / Колективна монографія: Організаційно-технологічний девелопмент та інтегрована реалізації проєктів в будівництві. К.: ПП Сердюк В.Л., 2024. - С.113-124. *Особистий внесок: автор обґрунтував необхідність розробки системно-технічного підходу та інструментарію до проектування, виготовлення, зведення та експлуатації будівельних систем у форматі «збірне будівництво», що дозволяє стандартизувати процеси, підвищити контроль якості та скоротити загальний час будівництва.*

Статті у наукових періодичних виданнях, проіндексованих у базах даних Scopus та Web of Science Core Collection:

4. Rogovskii I.L., Reznik N.P., Druzhynin M.A., Titova L.L., Nychay I.M., Nikulina O.V. Non-uniform field of concrete deformations of circular crosssection columns under cross bending applying digital image correlation method. *Studies in Systems, Decision and Control*, 2024, vol 489. pp 939–951. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-36895-0_79 (SCOPUS). *Особистий внесок: автору належить опис процедур застосування методу кореляцій цифрових зображень при обґрунтуванні організаційно-технологічних рішень щодо організації збірного будівництва.*

5. Trach R., Khomenko O., Trach Yu., Kulikov O., Druzhynin M. Application of Fuzzy Logic and SNA Tools to Assessment of Communication Quality between Construction Project Participants. *Sustainability*, 2023, 15(7), 5653. <https://doi.org/10.3390/su15075653>. (SCOPUS) *Особистий внесок: автору належить відображення аналітичних процедур нечіткої логіки для поліпшення комунікацій між девелопером та виконавцями проєктів збірного будівництва.*

6. Ryzhakov D., Dikiy O., Druzhynin M., Petrenko H., Savchuk T. Innovative Tools for Management the Lifecycle of Strategic Objectives of the Enterprise-Stakeholder in Construction. *International Journal of Emerging Trends in Engineering*. 2020. Vol. 8. No 8. Pp. 4526-4532. <http://www.warse.org/IJETER/static/pdf/file/ijeter78882020.pdf>. <https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/78882020>. (SCOPUS). *Особистий внесок: автору належить виклад цифрових інструментів адаптації циклу проєктів збірного будівництва до життєвого циклу організації-виконавця.*

7. Ryzhakova G., Chernyshev D., Druzhynin M., Petrenko H., Savchuk T., Honcharenko T. Methodological Regulation of Business Processes Reengineering in the Modern Construction Development System. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*. 2020. Vol. 8. Issue 5. Pp. 5046-5053. DOI:10.35940/ijrte.E6947.018520. (SCOPUS). *Особистий внесок: автору належить формалізація опису процесів адаптації організаційних структур управління будівельної організації до діяльності у функціональних умовах будівельного девелопменту.*

Статті в наукових фахових виданнях України категорії Б, що входять до наукометричних баз даних:

8. Чернишев Д., Дружинін М., Шпакова Г. Визначення динамічних характеристик складних просторових конструкцій в частотно-часовому просторі проєктів біосферосумісного будівництва. *Будівельні конструкції: теорія і практика*. 2019. Вип. 4. С. 21-27. DOI: <https://doi.org/10.32347/2522-4182.4.2019.21-27>. *Особистий внесок: автору належить врахування складаних просторових характеристик об'єкту при формуванні організаційно-технологічних параметрів девелоперського проєкту.*

9. Чернишев Д., Дружинін М., Шпакова Г. Застосування методу скінченних елементів в практиці організаційно-технологічного моделювання девелоперських проєктів. *Будівельні конструкції: теорія і практика*. 2019. Вип. 5. С. 4-7. DOI: <https://doi.org/10.32347/2522-4182.5.2019.4-7>. *Особистий внесок: автору належить виклад можливостей застосування методу скінченних елементів до формалізації цифрового простору девелопменту в проєктах збірного будівництва.*

10. Чернишев Д.О., Дружинін М.А., Малихіна О.М., Предун К.М., Петруха С.В. Модернізація методичних підходів до організаційно-технологічного та економіко-адміністративного супроводу проєктів біосферосумісного будівництва. *Містобудування та територіальне планування*. 2019. Вип. 71. С. 409-433. DOI: <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2019.71.409-433>. *Особистий внесок: автору належить відбір методичних*

компонент для здійснення організаційно-технологічного супроводу проєктів збірного будівництва.

11. Чернишев Д.О., Дружинін М.А., Малихіна О.М., Предун К.М., Петруха С.В. Формування методичного підґрунтя інвестиційного контролінгу на платформі BIM-технологій: сучасна практика містобудівних інновацій. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2019. Вип. 55. С. 243-260. DOI: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2019.55.243-160>. *Особистий внесок: автору належить розробка щодо оптимізації зв'язків між організаціями-учасниками ПЗБ із використанням BIM-технологій.*

12. Чернишев Д.О., Дружинін М.А., Кондрацький В.О. Економіко-адміністративна та структурна топологія взаємодії підприємств-учасників проєктів житлового будівництва. *Управління розвитком складних систем*. 2019. Вип. 39. С. 164-170. DOI: 10.6084/m9.figshare.11340713. *Особистий внесок: автору належить застосування мережевого аналізу для вдосконалення партнерських відносин між виконавцями проєктів збірного будівництва.*

13. Чернишев Д.О., Дружинін М.А., Предун К.М., Приходько Д.О., Горбач М.В. Вдосконалення системи функціональних економіко-технологічних та екологічних оцінок біосферосумісного розвитку. *Управління розвитком складних систем*. 2019. Вип. 40. С. 193-201. DOI: 10.6084/m9.figshare.11969760. *Особистий внесок: автору належить побудова системи організаційно-технологічних індикаторів успішності будівельних девелоперських проєктів.*

14. Предун К.М., Чернишев Д.О., Дружинін М.А., Малихін М.О. Економічні, організаційно-технологічні та управлінські аспекти екологізації діяльності стейкхолдерів енергопостачання на ґрунті біосферосумісності. *Управління розвитком складних систем*. 2020. Вип. 42. С. 193-198. DOI: 10.32347/2412-9933.2020.42.193-198. *Особистий внесок: автору належить налаштування організаційно-технологічних параметрів організацій-учасників проєкту до сучасних вимог біосферосумісності.*

15. Дружинін М.А., Геращенко О.П., Кошельний І.А., Костенко Д.В. Операційно-виробничі та управлінсько-адміністративні імперативи девелопменту інвестиційно-будівельних проєктів. *Просторовий розвиток*. 2022. Вип. 1. С. 183-196. DOI: <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2022.1.183-196>. *Особистий внесок: автору належить трансформації стратегії девелопменту організаційно-технологічного девелопменту до специфіки проєктів збірного будівництва.*

16. Дружинін М.А., Жалдак Р.Ю., Ніколаєва М.Ю. Оновлення моделей організації будівництва в контексті адаптогенності до сучасних управлінських та цифрових технологій. *Управління розвитком складних систем*. 2022. Вип. 52. С. 73-83. DOI: 10.32347/2412-9933.2022.52.73-83. *Особистий внесок: автору належить адаптація мережевої моделі «роботи-вершини» до специфіки девелоперського проєкту збірного будівництва.*

17. Хоменко О.М., Цзін Ц., Приходько О.О., Дружинін М.А. Сучасна технологія моделювання організаційної підготовки та девелоперського супроводу проєктів будівництва. *Просторовий розвиток*. 2023. Вип. 3. С. 162-

172. DOI: <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2023.3.162-172>. *Особистий внесок: автору належить виклад змісту та порядок імплементації складових етапів цифрового обґрунтування до складу підготовки проєкту збірного будівництва.*

18. Мудра М.С., Кричевська Ю.В., Дружинін М.А., Хоменко О.М. Формування цифрових індикаторів та бізнес-процедур оцінки інноваційного розвитку будівельного підприємства. *Нові технології в будівництві*, 2023. № 43. С. 102-112. DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2023.43.13>. *Особистий внесок: автору належить цифровий опис реалізації можливостей функціонального та технологічного розвитку для певної організації-виконавця в проєкті збірного будівництва.*

19. Антипенко Є.Ю., Жалдак Р.Ю., Дружинін М.А. Модернізація методологічних підходів до організаційно-технологічного та економіко-управлінського супроводу девелоперських проєктів. *Управління розвитком складних систем*. 2023. Вип. 56. С. 116-122. DOI: 10.32347/2412-9933.2023.56.116-122. *Особистий внесок: автору належить опис процедур ідентифікації спільнот та використанням алгоритмів виділення кластерів в складі завдань організаційно-технологічного супроводу проєктів будівництва.*

20. Дружинін М.А. Формування загально-методичних вимог щодо запровадження та побудови інструментарію організаційно-технологічного супроводу проєктів будівництва. *Просторовий розвиток*. 2024. Вип. 7. С. 221-232. DOI: <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.7.221-232>.

21. Дружинін М.А. Методологічні та прикладні компоненти впровадження девелоперських проєктів об'єктно-цільових реновацій в будівництві. *Містобудування та територіальне планування*. 2024. Вип. 85. С. 146-158. DOI: <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2024.85.146-158>.

22. Зайчук С.В., Дружинін М.А., Хоменко О.М. Економічні та функціонально-операційні імперативи формування господарського портфеля підприємства-девелопера в будівництві. *Управління розвитком складних систем*. 2024. № 57. С. 130–138. DOI: 10.32347/2412-9933.2024.57.130-138. *Особистий внесок: автору належить застосовування вимог цифрової трансформації, екологічної стійкості та впровадження модульного будівництва як основи трансформацій та підвищення ефективності девелоперських проєктів.*

23. Дружинін М.А., Малихін М.О., Степанюк Р.Б. Інтеграція прикладних модулів IPD до складу організаційно-технологічних інструментів управління будівництвом. *Містобудування та територіальне планування*. 2024. Вип. 86. С. 261-271. DOI: <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2024.86.261-271>. *Особистий внесок: автору належить обґрунтування переваг Integrated Design Process до вимог цифрової формалізації проєктів збірного будівництва та зростання узгодженості між учасниками.*

24. Дружинін М.А., Малихін М.О., Степанюк Р.Б. Науково-прикладні засади організаційно-технологічного моделювання девелоперських проєктів у форматі стратегічних інновацій. *Містобудування та територіальне планування*. 2024. Вип. 87. С. 193-205. DOI: <https://doi.org/10.32347/2076->

815x.2024.87.193-205. *Особистий внесок: автору належить систематизація науково-прикладні підходи щодо залучення сучасних цифрових технологій до завдань підвищення ефективності управління ланцюгом постачання при реалізації ПЗБ.*

25. Дружинін М.А., Хоменко О.М., Рижакова Г.М. Методологічний концепт і прикладні засади адаптогенної організації будівництва з урахуванням сучасних інноваційно-інвестиційних трендів. *Управління розвитком складних систем.* 2024. № 59. С. 182–190. DOI: 10.32347/2412-9933.2024.59.182-190. *Особистий внесок: автору належить розробка методичних основ та аналітичної системи формалізованого адміністрування в проєктах збірного будівництва.*

26. Дружинін М.А., Степанюк Р.Б. Цифрові моделі організації будівництва на ґрунті інтеграційного підходу та SMART-управління. *Управління розвитком складних систем.* 2024. № 60. С. 165–173. DOI: 10.32347/2412-9933.2024.60.165-173. *Особистий внесок: автором обґрунтовано шляхи та інструменти адаптації мережових моделей до вимог проєктів збірного будівництва, що впроваджують на ґрунті SMART-управління.*

27. Онікієнко Н.В., Дружинін М.А., Кончаківський О.І. Структурно-динамічні виміри функціонування підприємств-учасників інтеграційних формувань на платформі будівельного девелопменту. *Просторовий розвиток.* 2024. Вип. 9. С. 387-401. DOI: <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.9.387-401>. *Особистий внесок: автору належить визначення концептуально-теоретичних аспектів трансформації середовища будівельних девелоперських проєктів до формату цифрової екосистеми.*

28. Дружинін М.А., Степанюк Р.Б., Антипенко Є.Ю. Формування аналітичних компонент інтегрованої реалізації будівельного проєкту як цифрової екосистеми. *Просторовий розвиток.* 2024. Вип. 10. С. 287-300. DOI: <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.10.287-300>. *Особистий внесок: автору належить обґрунтування аналітичних компонент інтегрованої реалізації будівельного ПЗБ у форматі цифрової екосистеми, з використання BIM-моделювання, Інтернету речей та штучного інтелекту.*

29. Дружинін М.А., Малихіна О.М., Гергі М.С. Базові функціонали організації та управління будівництвом в концепті цифрової трансформації операційних систем підприємств-стейкхолдерів. *Будівельне виробництво*, 2024, (78), С. 22-29. DOI: <https://doi.org/10.36750/2524-2555.78.22-29>. *Особистий внесок: автору належить шлях оптимізації системи підготовки та цифрового адміністрування в проєктах збірного будівництва.*

30. Дружинін М.А. Інноваційні напрями організації збірного будівництва в умовах нестабільного середовища девелопменту у воєнний та післявоєнний періоди. *Просторовий розвиток.* 2025. Вип. 11. С. 354-367.

Статті в наукових періодичних виданнях інших держав:

31. Khomenko O., Druzhynin M., Prykhodko O., Zhaldak R., Zaichuk S. Organization and management of digital transformation of business structures in construction development. *News of Science and Education*, 2022, № 1(9).

UR: <https://journals.indexcopernicus.com/search/journal/issue?issueId=323990&journalId=3231>. *Особистий внесок: автору належить визначення етапів реалізації стратегії цифрової трансформації діяльності будівельного підприємства для підвищення «цифрової готовності» учасників девелоперських проєктів.*

Матеріали конференцій, де здійснено апробацію роботи:

32. Дружинін М.А. Практика організації біосферосумісного будівництва в контексті реалізації концепції «sustainable development». *Зелене будівництво: Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції.* (12-13 листопада 2019 р., м. Київ). Миколаїв: Видавець Торубара В.В., 2019. С. 204-206.

33. Дружинін М.А. Реорганізація організаційно-технологічного інструментарію енергоощадного девелопменту в будівництві. *Просторовий розвиток територій: традиції та інновації: Матеріали I Міжнар. наук.-практ. конф.* Київ: ДКС Центр, 2019. С. 196-198.

34. Дружинін М.А. Оновлення функціонально-технічних підходів до землевпорядкування та ревіталізації територій міської забудови із залученням єврокодів. *Сучасний стан та перспективи розвитку економіки, логістики та технологій в Україні: програма та тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції.* Ніжин: Північний міжрегіональний науковий центр НААН України, 2019. С. 9.

35. Дружинін М.А. Модернізований методико-прикладний підхід щодо планування заходів ревіталізації постіндустріального простору міського середовища. *Економіко-управлінські та інформаційно-аналітичні новації в будівництві: міжнародна наук.-практ. конференція* (23-24 травня 2019 р., м. Київ). К.: Вид-во Ліра-К, 2019. С.63- 64.

36. Дружинін М.А. Стратегічна параметризація та інституціональні важелі нової архітектоніки просторово-локалізованих систем. *Просторовий розвиток територій: традиції та інновації: матеріали II міжнар. наук.-практ. конференції.* Київ: ДКС Центр, 2020. С.181-194.

37. Дружинін М.А. Імплементация індикаторів біосферосумісності до системи формалізованого управління територіями. *Актуальні проблеми управління соціально-економічними системами: матеріали VI Міжнар. наук.-практ. інтернет-конференція*, 11 грудня 2020 р., Луцьк: ІВВ Луцького НТУ, 2020. С. 103-104.

38. Дружинін М.А. Сучасні предиктори інвестиційних програм девелопменту збірного будівництва. *Актуальні проблеми освітнього процесу в контексті європейського вибору України: матеріали IV Всеукраїнського круглого столу з міжнародною участю* (17 листопада 2021 року) до 75-річчя з дня створення Організації Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури (ЮНЕСКО)». К.: КНУБА, 2021. С. 293-295.

39. Дружинін М.А. Діагностика рівня управлінсько-технологічної зрілості підприємств в складі міжгалузевого територіально-будівельного кластера. *Проблеми генезису економіки інтелектуально-інноваційного капіталу: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції*, К, КНУБА, 2021. С. 16

40. Druzhynin M. The modern scientific and applied format of the functional-digital support system for prefabricated construction organization. *Економіко-управлінські та інформаційно-аналітичні новації в будівництві: матеріали міжнародної науково-практичної конференції*. К.: КНУБА, 2022. ч.2. С. 48-51.

41. Дружинін М.А. Модернізація методико-аналітичних інструментів функціонально-цифрового супроводу організації збірного будівництва *Програма круглого столу «Налаштування освітніх траєкторій в підготовці менеджерів будівництва в контексті відбудови України»*. К.: КНУБА, 2023. С. 22.

42. Дружинін М.А. Сучасні підходи до цифрового управління та методологічні основи моделювання організаційно-технологічних процесів у логістиці для забезпечення будівельних проєктів у сфері девелопменту. *Бізнес-форум "Вектори управлінських, операційних, цифрових та технологічних трансформацій будівництва в умовах викликів воєнного часу"*. К.: КНУБА, 2024, С. 14.

43. Дружинін М. Конкурентоспроможність підприємства в сучасних умовах. *Американські стандарти освіти в Україні» в рамках проєкту «Впровадження американських стандартів освіти в Україні: громадянська участь, підвищення якості та демократичний розвиток: матеріали III міжнародної науково-практичної конференції. 14-15 червня 2024 року, Київ*. С. 31-33.

44. Дружинін М.А. Сучасні технології моделювання організаційної підготовки та девелоперського супроводу проєктів будівництва. Проблеми генезису економіки інтелектуально-інноваційного капіталу: матеріали V міжнародної науково-практичної конференції . К.: КНУБА, 2024. С. 387-390.

45. Дружинін М. Сучасна парадигма цифрового адміністрування та загально-методологічний базис організаційно-технологічного моделювання логістичного забезпечення проєктів будівельного девелопменту. V Міжнародна науково-практична конференція *«Енергоощадні машини і технології»*, присвячена 60-річчю від дня заснування факультету автоматизації і інформаційних технологій. К.: КНУБА, 2024. С. 34

46. Дружинін М. Передумови модернізації організаційно-технологічних та логістичних моделей девелоперських будівельних проєктів. *Маркетингові стратегії, підприємництво: сучасний стан, напрямки розвитку: матеріали V міжнар. наук.-практ. інтернет-конференції: тези доповідей*. Київ: 2024. С. 170-174.

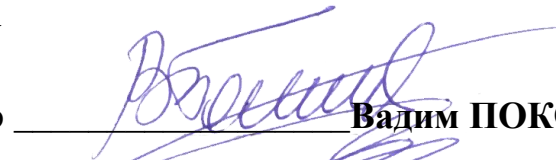
47. Дружинін М. Сучасні підходи до цифрового управління та загальні методологічні засади моделювання організаційно-технологічних процесів у логістиці для підтримки будівельних проєктів девелопменту. *Управлінські, економічні, облікові, організаційно-технологічні, цифрові та комунікаційні аспекти поліпшення освітнього та наукового процесів як імперативи трансформації будівельної галузі: програма та тези доповідей круглого столу*. Київ: КНУБА, 2024. С. 12.

Висновок

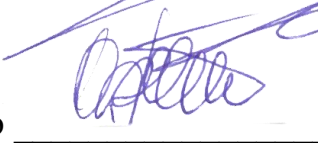
Вважати, що дисертаційна робота Дружиніна Максима Андрійовича «Система функціонально-цифрового супроводу організації збірного будівництва» за актуальністю, рівнем новизни, обґрунтованістю, теоретичною і практичною цінністю, оформленням та іншими ознаками відповідає вимогам пп.7,8,9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», схваленого Постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. №1197, а також Наказом МОН України від 23.09.2019 р. №1220 «Про опублікування результатів дисертації на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук» (із змінами). Робота відповідає паспорту спеціальності 05.23.08 – технологія та організація промислового та цивільного будівництва та рекомендується до захисту у спеціалізованій вченій раді Д 26.056.03 Київського національного університету будівництва і архітектури.

Рецензенти:

Професор кафедри менеджменту
в будівництві,
доктор технічних наук, професор _____


Вадим ПОКОЛЕНКО

Професор кафедри будівельних
технологій,
доктор технічних наук, професор _____


Олександр ОСИПОВ

Професор кафедри будівельної
механіки,
доктор технічних наук, професор _____


Юрій МАКСИМ'ЮК