

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИЙ АНАЛІЗ МІЖНАРОДНИХ МОДЕЛЕЙ ТЕХНІЧНОГО НАГЛЯДУ ЗА БУДІВНИЦТВОМ

Ковров А. В., Марченко Т. І.

Одеська державна академія будівництва та архітектури

***Анотація.** Актуальність дослідження зумовлена необхідністю системної трансформації технічного нагляду в Україні в умовах євроінтеграції та післявоєнної відбудови. Традиційні адміністративні методи контролю втрачають ефективність, поступаючи місцем моделям управління ризиками та інформаційними потоками. Чинна українська модель нагляду є «нормативно-центричною» аномалією: попри активне впровадження цифрових сервісів (ЄДЕССБ), вона вважається критично низьким рівнем фінансової відповідальності інженерів та їхньою залежністю від замовника. Це породжує феномен «цифрової бюрократії», де технології не впливають на реальну якість будівництва. Тому мета роботи полягає в пошуку резервів раціоналізації та розробленні карти вдосконалення системи нагляду способом адаптації кращих світових практик. Методологія дослідження базується на кластерному й багатокритеріальному аналізі п'яти виокремлених міжнародних моделей технічного нагляду (нормативної, страхової, спадщино-орієнтованої, проєктно-ринкової, цифрової) за критеріями страхового захисту, незалежності, цифрової зрілості та ефективності документообігу. Регресійний аналіз виявив пряму кореляцію між цифровою зрілістю та незалежністю інспектора й обсягом його страхового покриття. Доведено, що високий рівень цифровізації без інституційних запобіжників є неефективним. Розроблено матрицю вдосконалення, що пропонує працювати за такими напрямками: економічний блок (запровадження страхування), інституційний (забезпечення незалежності технічного нагляду) і технологічний (інтеграцію BIM-моделей у ЄДЕССБ). Реалізація запропонованих рішень дасть змогу трансформувати технічний нагляд з формальної процедури в дієвий інструмент забезпечення публічної безпеки та інвестиційної прозорості, гармонізувавши українську практику зі стандартами Європейського Союзу.*

***Ключові слова:** багатокритеріальний аналіз, технічний нагляд за будівництвом, кореляційний аналіз, регресійний аналіз.*

Вступ

Глобальна індустрія будівництва перебуває в стані фундаментальної трансформації, де традиційні моделі технічного нагляду, основані на фізичній присутності та візуальному контролі, поступаються місцем складним інтелектуальним системам управління ризиками, інформаційними потоками та юридичною відповідальністю. Сучасний технічний нагляд – це не лише інструмент забезпечення якості, а й критичний вузол у системі забезпечення публічної безпеки, економічної стабільності та збереження культурного капіталу [1, 2]. Розвиток міжнародних стандартів, зокрема ISO 12006-2, створив передумови для уніфікації термінології та семантики в будівельному секторі, що дає змогу порівнювати національні системи нагляду за єдиними критеріями: мета, структура, принципи групування та організація таксономій.

Аналіз публікацій

Унаслідок аналізу наявних нормативних документів і світового досвіду було визна-

чено моделі технічного нагляду за п'ятьма основними кластерами. Кожен із них відтворює специфічний баланс між державним втручанням, ринковими механізмами та технологічним прогресом.

Ці кластери не є повністю несумісними, навпаки, найбільш прогресивні юрисдикції демонструють гібридизацію підходів для досягнення максимальної ефективності [3, 4]. Проте для багатокритеріального й порівняльного аналізу зручно розділити міжнародні моделі на характерні кластери й шукати між ними ключові розбіжності. Тому було виокремлено кілька кластерів.

1. Нормативно-центрична модель: контроль через державну вертикаль і стандартизацію. Нормативно-центрична, або контрольна, модель технічного нагляду базується на принципі чіткого дотримання деталізованих державних регламентів, де держава є основним архітектором і контролером будівельного процесу. Ця система найбільш властива для країн із централізованою економікою або тих,

що перебувають у процесі переходу від адміністративно-командних методів управління до ринкових [5, 6].

Китайська модель. У Китайській Народній Республіці технічний нагляд є частиною цілісної системи державного управління, що регулюється Законом КНР «Про будівництво». Основна мета цієї системи – забезпечення якості та безпеки проєктів через жорсткий контроль ринку й упровадження національних стандартів [5, 7]. Відповідно до статті 6 цього Закону компетентний адміністративний департамент будівництва при Державній раді здійснює уніфікований нагляд за всією будівельною діяльністю в країні. Ключовим механізмом тут є система дозволів. Перед початком будь-якого проєкту власник має підтвердити виконання низки умов, зокрема наявність прав на землю, затверджених креслеників, технічних показників і, що найважливіше, призначення сертифікованого підрозділу технічного нагляду [5, 8]. Китайська система визначає підприємства з нагляду за розрядами якості, що базуються на їх зареєстрованому капіталі, наявності спеціалізованого технічного персоналу й досвіду виконання проєктів певної складності [7, 8].

Китай також активно розвиває національну систему стандартизації. Згідно з «Планом розвитку стандартизації до 2035 року» країна переходить від моделі «держава встановлює стандарти» до моделі «держава і ринок спільно встановлюють стандарти» [9]. Це свідчить про спробу пом'якшити нормативно-центричний підхід, додаючи до нього елементи ринкової гнучкості, проте державний контроль за безпекою залишається неперушним пріоритетом [10].

Пострадянський контекст і трансформація в Україні. Системи технічного нагляду в пострадянських країнах тривалий час базувалися на спадщині ГОСТів та ДБН (Державних будівельних норм). В Україні ця сфера пройшла шлях від тотального державного контролю через Державну архітектурно-будівельну інспекцію (ДАБІ) до глибокої реформи, розпочатої 2020 року [6, 11]. Ліквідація ДАБІ стала поштовхом до створення нової системи, де нагляд розділений між реєстрацією, технічним регулюванням і безпосереднім контролем. У цій новій моделі об'єкти розрізняють за класами наслідків: СС1 (незначні), СС2 (середні) та СС3 (значні) [12]. Для об'єктів СС2 та СС3 технічний нагляд є обов'язковим і здійснюється сертифікованими фахівцями –

інженерами технічного нагляду, які несуть персональну відповідальність за дотримання законодавства й будівельних норм.

Реформа в Україні також передбачає впровадження параметричного методу нормування, що має замінити жорсткі приписи на вимоги до кінцевого результату [6]. Це є важливим кроком від нормативно-центричної моделі до більш професійної та цифрової. Проте під час воєнного стану було впроваджено тимчасові правила (Постанова № 314), що спрощують отримання дозволів для іноземних компаній, які беруть участь у відновленні. Це демонструє адаптивність системи до критичних умов [12, 13].

2. Страхова модель: нагляд через відповідальність і страхування. У страховій моделі основний фокус зміщується з державного контролю на приватну відповідальність учасників будівництва. Якість нагляду тут гарантується не страхом перед адміністративним штрафом, а ризиком багатомільйонних позовів і втрати професійної ліцензії. Центральну роль у цій моделі відіграє страхування.

Французька модель: статут Спінетта та десятирічна відповідальність. Франція є еталоном страхової моделі завдяки Закону Спінетта (1978). Ця норма встановила презумпцію відповідальності будівельника на термін 10 років після завершення робіт [14, 15]. Якщо протягом цього періоду будівля зазнає пошкоджень, що загрожують її стійкості або роблять непридатною для використання за призначенням, будівельник (проєктувальник, підрядник) несе повну відповідальність незалежно від доведення вини [14, 15]. Технічний нагляд у Франції фактично здійснюється двома способами.

1) Професійний контроль: архітектор (*maitre d'oeuvre*), який відповідає за реалізацію проєкту.

2) Страховий аудит: оскільки страхування є обов'язковим як для власника (*assurance dommages-ouvrage*), так і для будівельника (*assurance de responsabilité obligatoire*), страхові компанії стають «тіньовими» контролерами. Вони перевіряють кваліфікацію підрядників і технічні рішення перед виданням полісу, щоб мінімізувати свої майбутні виплати [15].

Десятирічна відповідальність є публічною нормою, якої неможливо уникнути за контрактом [15, 16]. Це створює потужний стимул для самоконтролю й ретельного технічного нагляду на кожному етапі будівництва.

Модель США: статуту спокою та професійні інженери. У Сполучених Штатах нагляд базується на індивідуальній відповідальності сертифікованих професійних інженерів (*Professional Engineers*). Кожен штат має власні закони щодо термінів давності (*Statutes of Limitation*, типовий термін 2–4 роки) і статутів спокою (*Statutes of Repose*, типовий термін 6–15 років). Національна спілка професійних інженерів (NSPE) активно підтримує впровадження статутів спокою, оскільки вони захищають інженерів від позовів щодо об'єктів, які були завершені десятиліття тому й над якими вони більше не мають контролю. У США технічний нагляд часто є процедурою підтвердження, що роботи ведуться відповідно до проектної документації. Якщо інженер знає про дефект, але не повідомляє про нього, статут спокою зазвичай перестав діяти [18, 21].

Новий режим технічної безпеки у Великій Британії: Building Safety Act 2022. Велика Британія після пожежі в Grenfell Tower радикально змінила баланс у своїй системі, створивши Регулятор будівельної безпеки (*Building Safety Regulator* – BSR) [22]. Тепер для висотних житлових будинків понад 18 метрів діє система жорстких «шлюзів» прийняття рішень щодо переходу на наступну фазу будівництва (*Gateways*) та обов'язкову реєстрацію будівельних інспекторів. Ця система поєднує професійну відповідальність із державним наглядом. BSR має право видавати накази про зупинку робіт і притягати до кримінальної відповідальності осіб за порушення стандартів безпеки. Особливу увагу приділено компетентності: всі, хто бере участь у проектуванні та будівництві, мають довести свою кваліфікацію саме для роботи з об'єктами високого ризику [25].

3. Спадщино-орієнтована модель: нагляд як збереження цінності. Коли об'єктом технічного нагляду стає пам'ятка архітектури або історична будівля, стандартні інженерні підходи до міцності та стабільності вступають у взаємодію з принципами консервації. Тут нагляд трансформується в науковий супровід, де основною метою є збереження автентичності та культурної значущості [27].

Міжнародні засади: хартія ICOMOS та UNESCO. Основою для нагляду в цій сфері є Венеційська хартія (1964), яка проголошує, що консервація та реставрація мають базуватися на всіх доступних науках і техніках. Міжнародна рада з питань пам'яток і визначних місць (ICOMOS) розробила цілу серію

доктринальних текстів (Вашингтонська хартія, Флорентійська хартія тощо), які визначають особливість нагляду для різних типів об'єктів – від історичних садів до індустріальної спадщини [29]. Технічний нагляд у консервації вимагає мінімального втручання в історичну тканину, зворотності будь-яких інженерних заходів, використання сумісних матеріалів (наприклад, вапняних розчинів замість цементу для старої кладки) [30].

Італійський досвід: кодекс культурної спадщини й ландшафту. Італія має одну з найдосконаліших систем нагляду за об'єктами спадщини, закріплену в *Decreto Legislativo* № 42 від 2004 року (*Codice dei Beni Culturali*) [31]. Будь-які роботи на об'єктах культурної спадщини підлягають прямому контролю Міністерства культури через систему *Soprintendenze*.

Італійські будівельні норми для історичних споруд відрізняються від норм для нових конструкцій, оскільки беруть до уваги «кумуляцію пошкоджень» часом і необхідність збереження архітектурного вигляду навіть за умови забезпечення сейсмічної стійкості. Нагляд тут здійснює інженер-реставратор, який підписує сертифікат згоди й бере на себе ризик за майбутню збереженість будівлі. Останніми роками Італія також упроваджує Н-ВІМ (*Heritage BIM*) для моніторингу стану пам'яток і управління процесом їх відновлення [33].

Британська система Listed Buildings. У Великій Британії будівлі особливого архітектурного чи історичного інтересу (*Listed Buildings*) захищені Актом 1990 року. Технічний нагляд за ними здійснюється місцевими органами влади та Комісією історичних будівель і пам'яток Англії (*Historic England*). Будь-яка зміна, що впливає на своєрідність будівлі, вимагає спеціального дозволу (*Listed Building Consent*). Існує кілька категорій *Listed Building* [36]:

- **Grade I** (винятковий інтерес, приблизно 2.5 % будівель) – найбільш суворий контроль, обов'язкова консультація з Комісією історичних будівель і пам'яток Англії;

- **Grade II** (особливо важливі будівлі, приблизно 5.5 % будівель) – підвищена увага до збереження оригінальних елементів;

- **Grade III** (спеціальний інтерес, приблизно 92 % будівель) – регулюється місцевою владою; контролюється акцент на сумісності матеріалів.

Власники таких будівель зобов'язані підтримувати їх у належному стані, а невиконання

вимог нагляду може призвести до кримінального переслідування. Організації, як-от INTACH в Індії, адаптують ці підходи, залучаючи місцеві громади до нагляду через «інвентаризацію спадщини» та звіти про стан пам'яток [37].

4. Проєктно-ринкова модель: нагляд як частина управління контрактом. У цій моделі технічний нагляд сприймається як комерційна послуга й механізм управління ризиками, що визначається умовами контракту між замовником і підрядником. Держава встановлює лише загальні межі, тоді як деталі нагляду фіксуються в міжнародно визнаних формах контрактів, як-от FIDIC або NEC.

Еволюція ролі інженера-консультанта в контрактах FIDIC. Міжнародна федерація інженерів-консультантів (FIDIC) створила «Радужну сьюту» контрактів, де роль технічного нагляду (*The Engineer*) є центральною для більшості форм [39]. В оновленій редакції 2017 року обов'язки інженера були трансформовані. У виданнях 1999 року інженер мав подвійну роль: агента замовника й нейтрального арбітра. 2017 року ці функції були розмежовані (табл. 1). Тепер інженер має надавати неупереджені «визначення» (*Determinations*) щодо претензій, що підвищує прозорість і чесність процесу нагляду.

FIDIC також упровадив «золоті принципи», які забороняють змінювати баланс ризиків у контракті, що гарантує інженеру можливість незалежно виконувати свої функції нагляду без тиску з боку сторін.

Модель NEC4: проактивність і співпраця. Контракт NEC (*New Engineering Contract*) пропонує альтернативну філософію нагляду. Якщо FIDIC зосереджується на відповідальності та претензіях, то NEC – на управлінні проєктом і співпраці [43]. У NEC замість інженера діють *Project Manager* і

Supervisor. Ключовою особливістю є процедура *Early Warnings* (ранніх попереджень). Будь-яка сторона, що помітила проблему (час, вартість або якість), зобов'язана негайно повідомити про неї. Це перетворює технічний нагляд із каральної функції на інструмент колективного розв'язання проблем.

5. Цифрова модель: нагляд у добу BIM. Сучасна парадигма передбачає перехід від нагляду «людина – людина» до нагляду «людина – цифрова система» або навіть «цифрова система – цифрова система». Тут довіра забезпечується не печаткою інспектора, а цілісністю інформації в цифрових реєстрах.

Сінгапурська модель: CORENET X. Сінгапур є лідером у впровадженні інтегрованого цифрового будівництва (IDD). Система CORENET X перетворює регуляторний нагляд на «єдине цифрове вікно» [45]. Замість того, щоб звертатися до 20 різних відомств, проєктувальники подають єдину BIM-модель. Функціонал CORENET X передбачає [47]:

- *Automated Model Checker* (забезпечується BIM і додатковими алгоритмами перевірки) – автоматична перевірка моделі на відповідність просторовим і геометричним нормам;
- *Federated Model* (використання стандартів передачі даних openBIM та IFC-SG) – поєднання архітектурних, інженерних і мережевих моделей в одну для виявлення колізій;
- *Collaboration Platform* (підтримується хмарною інфраструктурою) – одночасний доступ усіх агентств до однієї моделі для узгодження зауваг.

З 1 жовтня 2025 року використання CORENET X стало обов'язковим для всіх великих проєктів у Сінгапурі [47]. Це радикально змінює роль інспектора технагляду: він стає менеджером даних, який підтверджує цифрові звіти системи.

Таблиця 1 – Ролі інженера-консультанта залежності від форми FIDIC

Книга FIDIC	Роль інженера-консультанта	Специфікація відповідальності
Red Book	Адмініструє контракт, моніторить будівництво, сертифікує платежі.	Проєктування за замовником, нагляд за виконанням.
Yellow Book	Наглядає за проєктуванням і монтажем обладнання.	<i>Design-Build</i> модель; інженер перевіряє відповідність результатів.
Silver Book	Роль інженера зазвичай відсутня; нагляд здійснює представник замовника.	<i>EPC/Turnkey</i> ; ризики на підряднику, нагляд мінімальний до завершення.
Gold Book	Нагляд триває протягом періоду експлуатації (до 20 років).	<i>DBO (Design, Build, Operate)</i> ; акцент на довгостроковій якості.

Скандинавський досвід і Smart Built Environment. Швеція та Норвегія активно розвивають концепцію «розумного побудованого середовища» (*Smart Built Environment*). Програма у Швеції спрямована на створення безперервного потоку інформації від проектування до довгострокового обслуговування [50, 59]. Нагляд у цій системі базується на:

- використанні цифрових двійників (*Digital Twins*) для моніторингу будівельних конструкцій;
- інтеграції BIM і GIS для контролю за інфраструктурними проектами в масштабі міста;
- автоматизованому комплаєнсу, де штучний інтелект аналізує прогрес на майданчику за допомогою фотограмметрії та лазерного сканування.

Блокчейн і смарт-контракти: нова етика довіри. Використання блокчейну в будівництві дає змогу розв'язати проблему недовіри в ланцюгах постачання. Наприклад, проєкт DigiPLACE досліджує створення цифрових дозволів на будівництво, які немож-

ливо підробити. Смарт-контракти допомагають автоматизувати технічний нагляд на рівні платежів.

Гроші перераховуються підряднику лише тоді, коли «цифровий запис» (наприклад, показання датчиків вологості бетону або підтвердження від BIM-моделі) фіксує виконання робіт із заданою якістю. Це зміщує довіру з реляційного рівня на безособовий [56, 58].

Порівнюючи всі п'ять моделей, можемо стверджувати, що світ рухається до посилення ролі даних за одночасного підвищення професійної відповідальності. Нормативно-центричні моделі (Китай, Україна) поступово інтегрують цифрові інструменти й професійне страхування, щоб зменшити корупційні ризики та підвищити ефективність. Страхівні системи (Франція, США) використовують цифровізацію для більш точного розрахунку страхових ризиків.

Проектно-ринкові моделі (FIDIC, NEC) стають дедалі прозорішими завдяки хмарним платформам управління проєктами. Спадщино-орієнтований нагляд, хоч і залишається консервативним у методах, отримує потужні інструменти, наприклад, 3D-сканування.

Таблиця 2 – Класифікація міжнародних моделей технічного нагляду за будівництвом

Модель (країни)	Ключові нормативно-правові акти й стандарти	Особливості регулювання та фокус нагляду
Нормативно-центрична (Китай, Україна, Казахстан, Узбекистан)	Китай: Закон КНР «Про будівництво». Україна: Постанова КМУ №903, ДБН А.2.2-3. Казахстан: Закон «Про архітектурну діяльність». Узбекистан: Містобудівний кодекс	Пряма відповідальність замовника. Жорстка вертикаль перевірок державними органами (ДІАМ, ДАСК). Акцент на формальній відповідності нормам (ДБН/СНіП).
Страхова (Туреччина, Франція, Німеччина, Польща)	Туреччина: Закон № 4708 «Про будівельний нагляд»	Після землетрусів запроваджено систему обов'язкових приватних інспекційних компаній (<i>Yapı Denetim</i>), які ліцензуються державою та несуть повну відповідальність.
	Франція: Loi Spinetta, Code de la construction. Німеччина: HOAI, Bauordnung. Польща: Prawo budowlane	Базується на обов'язковому страхуванні (10-річна відповідальність). Технагляд – це незалежний аудитор ризиків для страхової компанії та безпеки громадян.
Спадщино-орієнтована (Італія, Греція, Іспанія)	Італія: Codice dei Beni Culturali. Греція: Law 3028/2002. Іспанія: LOE (Ley de Ordenación de la Edificación)	Потрійний контроль: технічний інженер + науковий керівник + державний інспектор спадщини. Пріоритет автентичності над кошторисом.
Проектно-ринкова (Велика Британія, США)	UK: Building Act 1984, Building Regs 2010. USA: International Building Code (IBC)	Гнучкість вибору: державний інспектор або сертифікований приватний (Approved Inspector). Широке використання стандартів FIDIC та NEC.
Цифрова (Сінгапур, Норвегія, Данія)	Сінгапур: Building Control Act. Норвегія: Plan- og bygningsloven (TEK17)	Мінімальне фізичне втручання за високої довіри. Контроль здійснюється через BIM-моделі та автоматизовані системи (CORENET), що унеможливають корупцію.

Таблиця 3 – Розрахунок коефіцієнта страхового захисту (K_{id})

Модель	Коефіцієнт страхового захисту (K_{id})	Примітка
Професійна модель	$K_{id} = 1 \times \frac{10}{10} = 1$	Модель визначається максимальною юридичною суворістю, де страхування є формою публічного порядку. Коефіцієнт покриття $\alpha = 1.0$, оскільки діє обов'язкове дворівневе страхування. Термін відповідальності T_{eff} становить 10 років.
Цифрова модель	$K_{id} = 0,95 \times \frac{10}{10} = 0,95$	Модель основана на системній цілісності даних (openBIM, IFC-SG). Хоча акцент зміщено на запобігання через «цифровий слід», фінансова відповідальність залишається на рівні професійних стандартів. Коефіцієнт покриття $\alpha = 0.95$ (через інтеграцію в IDD-процеси), T_{eff} становить 10 років.
Спадщино-орієнтована модель	$K_{id} = 0,7 \times \frac{10}{10} = 0,7$	Нагляд трансформується в науковий супровід, зосереджуючись на автентичності. Коефіцієнт покриття $\alpha = 0.70$ через особливості реставраційних ризиків і принцип «мінімального втручання», термін відповідальності T_{eff} становить 10 років відповідно до національного кодексу спадщини.
Проектно-ринкова модель	$K_{id} = 0,85 \times \frac{8}{10} = 0,68$	Захист визначається умовами контрактів (FIDIC, NEC) та «статутами спокою». Коефіцієнт покриття $\alpha = 0.85$, середній термін відповідальності за статутами спокою T_{eff} становить вісім років.
Нормативно-центрична модель	$K_{id} = 0,5 \times \frac{2}{10} = 0,1$	Система перебуває у фазі транзиту від державного контролю до ринкового страхування. Коефіцієнт покриття $\alpha = 0.50$, оскільки страхування обов'язкове переважно для сертифікованих осіб та об'єктів класів CC2/CC3. Ефективний термін відповідальності часто обмежений гарантійними зобов'язаннями контракту T_{eff} два роки в середньому.

Унаслідок проведеного кластерного аналізу було розроблено класифікацію міжнародних моделей технічного нагляду за будівництвом.

Отже, сучасний технічний нагляд перетворюється з механізму «перевірки за списком» на інтелектуальну систему, яка забезпечує сталість, безпеку й економічну ефективність будівництва в умовах глобальної цифровізації.

Поєднання юридичної відповідальності за Законом Спінетта, проактивності за стандартом NEC4 та інформаційної взаємодії в системі типу CORENET X малює контури бажаної системи нагляду майбутнього.

Мета й постановка завдання

Мета – пошук резервів раціоналізації чинної в Україні моделі технічного нагляду за будівництвом способом кластерного, багатокритеріального й порівняльного аналізу міжнародних моделей.

Завданнями дослідження є:

1) кластерний аналіз і розроблення класифікації моделей здійснення технічного нагляду за будівництвом;

2) визначення критеріїв і оцінювання міжнародних моделей до технічного нагляду за будівництвом;

3) розроблення матриці вдосконалення чинної моделі технічного нагляду за будівництвом в Україні.

Багатокритеріальна оцінка моделей технічного нагляду за будівництвом

За результатами аналізу інформаційних джерел було сформовано таблицю багатокритеріальної оцінки моделей технічного нагляду за будівництвом.

Критеріями оцінювання було обрано такі: коефіцієнт страхового захисту; ступінь незалежності інспектора; індекс цифрової зрілості; питома трудомісткість контрольних операцій. Розкриємо визначення кожного показника, метод його підрахунку й значення для моделей технічного нагляду за будівництвом.

Коефіцієнт страхового захисту (K_{id}) запропоновано визначити як показник ефективності перерозподілу потенційних збитків та юридичної відповідальності між учасниками інвестиційно-будівельного процесу за допомогою інструментів обов'язкового й добровільного страхування.

Цей показник є індикатором переходу від адміністративного контролю до ринкових методів гарантування безпеки, де страхові компанії відіграють роль «тіньового регулятора»,

здійснюючи превентивний аудит проектних рішень і верифікацію компетенцій підрядників. Коефіцієнт не поданий у джерелах, він виводиться через архітектуру «подвійного ешелонування».

Для системного порівняння ефективності різних регуляторних моделей будівельної галузі та визначення рівня їх фінансово-юридичної стійкості доцільно використовувати уніфікований математичний підхід до розрахунку коефіцієнта страхового захисту.

Запропоновано інтегральну формулу, яка зосереджується на глибині покриття ризиків і тривалості юридичної відповідальності:

$$K_{id} = \alpha \times \frac{T_{eff}}{T_{std}}, \quad (1)$$

де α (коефіцієнт глибини покриття) – відображає повноту страхового ешелонування (від 0.0 до 1.0, визначається за аналізом нормативних вимог). Значення 1.0 відповідає системі «подвійного затвору» (*double-barrelled system*), де застраховані і замовник, і підрядник; T_{eff} (ефективний термін відповідальності) – фактичний період дії презумпції вини або статуту спокою в роках; T_{std} (еталонний період) – прийнятий у міжнародній практиці десятирічний термін відповідальності, що базується на Статуті Спінетта [60].

У межах сучасної теорії регуляторних архітектур і управління інвестиційно-будівельними проектами, **відсоток незалежності інспектора** (I_{ind}) запропоновано визначати як показник об'єктивної спроможності суб'єкта технічного нагляду (або автоматизованої системи) приймати неупереджені рішення щодо відповідності об'єкта будівництва нормативним вимогам, що гарантується правовим статусом, механізмами фінансової відповідальності та рівнем технологічної детермінації. Цей показник відтворює ступінь ізоляції контрольної функції від прямого чи опосередкованого впливу фінансових інтересів замовника або підрядника.

Для системного визначення рівня об'єктивності контрольних функцій у будівництві пропонується наступна математична модель відсотка незалежності інспектора (I_{ind}). Цей показник інтегрує три фундаментальні вектори: правову автономію (визначену рівнем відповідальності), фінансовий ешелон (страховий бар'єр) і технологічну об'єктивізацію (алгоритмічну верифікацію). Формула розрахунку має такий вигляд:

$$I_{ind} = \left(\frac{L \times T_{eff}}{T_{std}} + S \times \alpha + A \times \eta \right), \quad (2)$$

де L (*Legal Autonomy*) – оцінка юридичної презумпції вини (1.0 – абсолютна професійна відповідальність, 0.4 – адміністративна підпорядкованість);

T_{eff}/T_{std} – відношення фактичного терміну відповідальності до десятирічного еталону;

$S \times \alpha$ – показник страхового захисту, де S – обов'язковість полісу, α – оцінка взаємності страхування для замовника й підрядника; $A \times \eta$ – рівень технологічної детермінації, де A – рівень автоматизації (*VIM/Automated Model Checker*), η – коефіцієнт цілісності даних (*Golden Thread*).

У сучасній науковій парадигмі управління життєвим циклом об'єктів будівництва індекс цифрової зрілості (*Digital Maturity Index, DMI*) визначається як інтегральний метричний показник, що відтворює рівень спроможності регуляторної системи або окремої організації ефективно абсорбувати та експлуатувати передові цифрові технології, як-от смарт-контракти, блокчейн і VIM-моделювання. Цей індекс не статична величина, а є результатом динамічного зважування критичних чинників успіху, що визначають успішність цифрової трансформації в умовах конкретної юрисдикції.

Методологічно розрахунок індексу базується на застосуванні комбінованого підходу багатокритеріального прийняття рішень – DANP (*DEMATEL-based Analytical Network Process*), що дає змогу конвертувати якісні експертні судження у видимі кількісні коефіцієнти. З огляду на архітектуру дослідження цей показник синтезує вплив чотирьох доменних груп чинників: юридична прозорість (*Group A*); програмна інфраструктура (*Group B*); технічна досконалість (*Group C*); зовнішня екосистема (*Group D*).

Згідно з методологією дослідження критичних чинників успіху впровадження смарт-контрактів, результати якого стали підґрунтям для розрахунку індексів цифрової зрілості парадигм, первинні дані базуються на експертних оцінках панелі фахівців вищої ланки. Відповідно до заяви про доступність даних, повний набір первинних результатів анкетування й матриць експертних оцінок розміщено у відкритому онлайн-репозиторії [61].

Таблиця 4 – Розрахунок відсотка незалежності інспектора (I_{ind})

Модель	Відсоток незалежності інспектора (I_{ind})	Примітка
Цифрова модель	$I_{ind} = \left(\frac{0,9 \times 10}{10} + 0,9 \times 0,9 + 1 \times 1\right) = 90\%$	Незалежність інженера тут трансформується в незалежність алгоритму. Система CORENET X (Сінгапур) використовує <i>Automated Model Checker</i> , що нівелює можливість суб'єктивного впливу на результат перевірки. Дані інтегровані в цифрові двійники (<i>Digital Twins</i>), що забезпечує «прозорість без посередників».
Професійна модель	$I_{ind} = \left(\frac{1 \times 10}{10} + 1 \times 1 + 0,5 \times 0,85\right) = 80\%$	Незалежність гарантується «страхом перед страховиком». Згідно зі Статутом Спінетта (Франція) будівельник перебуває під презумпцією вини протягом 10 років, а страховий аудит є жорстким фільтром якості. Інспектор фактично підпорядковується страховому капіталу, а не замовнику.
Спадщино-орієнтована модель	$I_{ind} = \left(\frac{0,8 \times 10}{10} + 0,7 \times 0,7 + 0,6 \times 0,8\right) = 59\%$	Незалежність основана на принципах наукової автентичності та Венеційської хартії. В Італії контроль здійснюється через державну систему <i>Soprintendenze</i> , де інженер-реставратор несе особисту відповідальність за збереження цінності об'єкта, що превалює над комерційними інтересами.
Проектно-ринкова модель	$I_{ind} = \left(\frac{0,7 \times 8}{10} + 0,8 \times 0,85 + 0,4 \times 0,85\right) = 53\%$	Незалежність детермінована умовами контракту (FIDIC/NEC). В оновлених формах FIDIC 2017 інженер зобов'язаний приймати неупереджені «визначення». Проте ієрархічна залежність від бюджету замовника залишається ризиковим чинником.
Нормативно-центрична модель	$I_{ind} = \left(\frac{0,5 \times 2}{10} + 0,3 \times 0,4 + 0,2 \times 0,35\right) = 31\%$	Найнижчий ступінь автономії через домінування адміністративної вертикалі. Хоча реформа в Україні запроваджує персональну відповідальність сертифікованих інженерів (для класів CC2/CC3) та поступово вводить обов'язкове страхування, система залишається вразливою до ієрархічного тиску.

Первинні агреговані оцінки експертів, що стали основою для матриці прямих зв'язків, зафіксовані в науковій публікації [62]. У ній подано ключові таблиці, що містять необроблені показники експертного оцінювання.

- Таблиця 2 (*Table 2*) – детальна інформація про склад експертної групи (семеро фахівців зі ступенем магістра або стажем понад 10 років).

- Таблиця 3 (*Table 3*) – матриця прямих зв'язків A , яка є результатом безпосереднього осереднення балів (від 0 до 4), виставлених кожним експертом для 17 чинників.

- Матриця T_c і T_d (*Table 7*) – матриці загальних зв'язків, що відтворюють спільний вплив груп критеріїв, на основі яких виведено підсумкові індекси (0.28; 0.25 тощо).

Індекси цифрової зрілості для кожної моделі розраховані як сума значущості критичних факторів успіху, що домінують у відповідній моделі.

1. Страхова: $DMI \approx WD$ (вага зовнішніх чинників, як-от спроможність організацій і підтримка спільноти): індекс 0.28.

2. Цифрова: $DMI \approx \sum(WC3, WC1, WB1)$ (сума ваг зрілості технології, безпеки контрактів та мов програмування): індекс 0.26.

2. Нормативно-центрична: $DMI \approx WA$ (вага юридичних чинників, законодавчого регулювання та стандартизації): індекс 0.24.

3. Спадщино-орієнтована: $DMI \approx WA1 + WD3$ (середнє значення прозорості та ставлення користувачів у межах обмежень консервації): індекс 0.20.

4. Проектно-ринкова: $DMI \approx \sum(WA4, WD4)$ (зосередження на контрагуванні та конкуренції без системної автоматизації): індекс 0.19.

Отже, розраховані значення є результатом мережевого аналізу залежностей, де кожен індекс позначає ступінь впливу відповідної

групи чинників на успішність упровадження цифрових інструментів у межах конкретної регуляторної логіки.

Для глибокої наукової детермінації питомої трудомісткості в управлінні будівельними проектами необхідно розглядати кожну підписану одиницю документації не просто як бюрократичний акт, а як вузол передачі юридичних і фінансових ризиків. Кількість документів, що підлягають підпису інженером технічного нагляду, є прямим індикатором трудовитрат у кожній із регуляторних моделей.

На основі аналізу інформаційних джерел оцінемо документальне навантаження для приймання одного умовного етапу робіт (наприклад, завершення влаштування фундаментів).

1. Нормативно-центрична модель. У цій моделі інженер технічного нагляду інтегрований у жорстку державну вертикаль. Питомою трудомісткістю тут є найвищою через необхідність підписувати кожен окремий акт на приховані роботи, записи в загальних і спеціальних журналах робіт, а також перевірці паперових сертифікатів відповідності на матеріали. Реформа в Україні через впровадження ЄДЕССБ дещо цифровізує цей процес, але кількість «точок підтвердження» залишається високою, що зумовлює 15–25 підписів за етап.

2. Спадщино-орієнтована модель. Тут трудомісткістю зумовлена мультидисциплінарним підходом. Інженер-реставратор має підписати не лише технічний акт, а й науковий звіт про сумісність матеріалів, результати зо-

ндажів і моніторингу «акумуляції пошкоджень». Кожне втручання потребує окремого обґрунтування відповідно до принципів Венеційської хартії, що генерує 10–15 спеціалізованих документів.

3. Проектно-ринкова модель. Навантаження оптимізоване через стандартизовані форми (FIDIC/NEC). Інженер технагляду (*The Engineer*) видає неупереджені «Визначення» (*Determinations*) та підписує проміжні платіжні сертифікати. У Великій Британії згідно з *Building Safety Act 2022* цей перелік доповнюється звітами «Золотої нитки» (*Golden Thread*) та заявами про компетентність, що разом становить 5–8 документів за етап.

5. Страхова модель. Модель базується на презумпції вини й десятирічній відповідальності (*Statut Spinetta*). Трудомісткістю інспектора мінімізована завдяки страховому аудиту. Основним документом є PV (*Procès-Verbal*) – акт спільного приймання робіт за участю замовника, архітектора й підрядника. Весь інший контроль здійснюється страховиком як «тіньовим регулятором», що потребує від інспектора лише 3–5 критичних підписів.

6. Цифрова модель. Завдяки системі CORENET X та *Automated Model Checker*, понад 95 % перевірок здійснюються алгоритмічно. Інженер не підписує стоси паперів, а підтверджує координовану ВІМ-модель через механізм цифрових контрольних сум (*Checksum SHA256*). Один цифровий підпис на шлюзі переходу між фазами проекту (*Gateway*) підтверджує відповідність усього масиву даних, що скорочує кількість операцій до однієї ключової дії.

Таблиця 5 – Порівняльна оцінка документального навантаження моделей технічного нагляду за будівництвом

Модель	Усереднена кількість документів	Основний тип документації
Нормативно-центрична	15	Акти огляду прихованих робіт; записи в загальному журналі робіт; акти випробувань систем; реєстри паперових сертифікатів на матеріали; звіти про виконання приписів.
Спадщино-орієнтована	10	Науково-технічний звіт про стан автентичності; акти зондажів; протоколи лабораторної сумісності розчинів; звіт про моніторинг акумуляції пошкоджень; сертифікат згоди інженера-реставратора.
Проектно-ринкова	4	Interim Payment Certificate (IPC); неупереджене «визначення» (<i>Determination</i>); звіт про проходження «шлюзу безпеки» (<i>Gateway Report</i>); оновлення «золотої нитки» інформації.
Страхова	3	<i>Procès-Verbal</i> (PV) – акт спільного приймання; страхова атестація відповідності (<i>Liability Certificate</i>); технічний протокол для регресної претензії страховика.
Цифрова	1	Підтвердження координованої ВІМ-моделі через цифрову контрольну суму (<i>Checksum SHA256</i>); звіт <i>Automated Model Checker</i> про відсутність колізій.

Таблиця 6 – Матриця багатокритеріального аналізу міжнародних моделей технічного нагляду за будівництвом

Критерій	Нормативно-центрична	Страхова	Спадщино-орієнтована	Проектно-ринкова	Цифрова
Коефіцієнт страхового захисту	0,1	1	0,7	0,68	0,95
	1	10	7	6,8	9,5
Відсоток незалежності інспектора	31 %	80 %	59 %	53 %	90 %
	1	8,47	5,27	4,35	10
Індекс цифрової зрілості (DMI)	0,24	0,28	0,2	0,19	0,26
	6	10	2	1	8
Питома кількість документів	15	3	10	4	1
	1	8,7	4,2	7,4	10

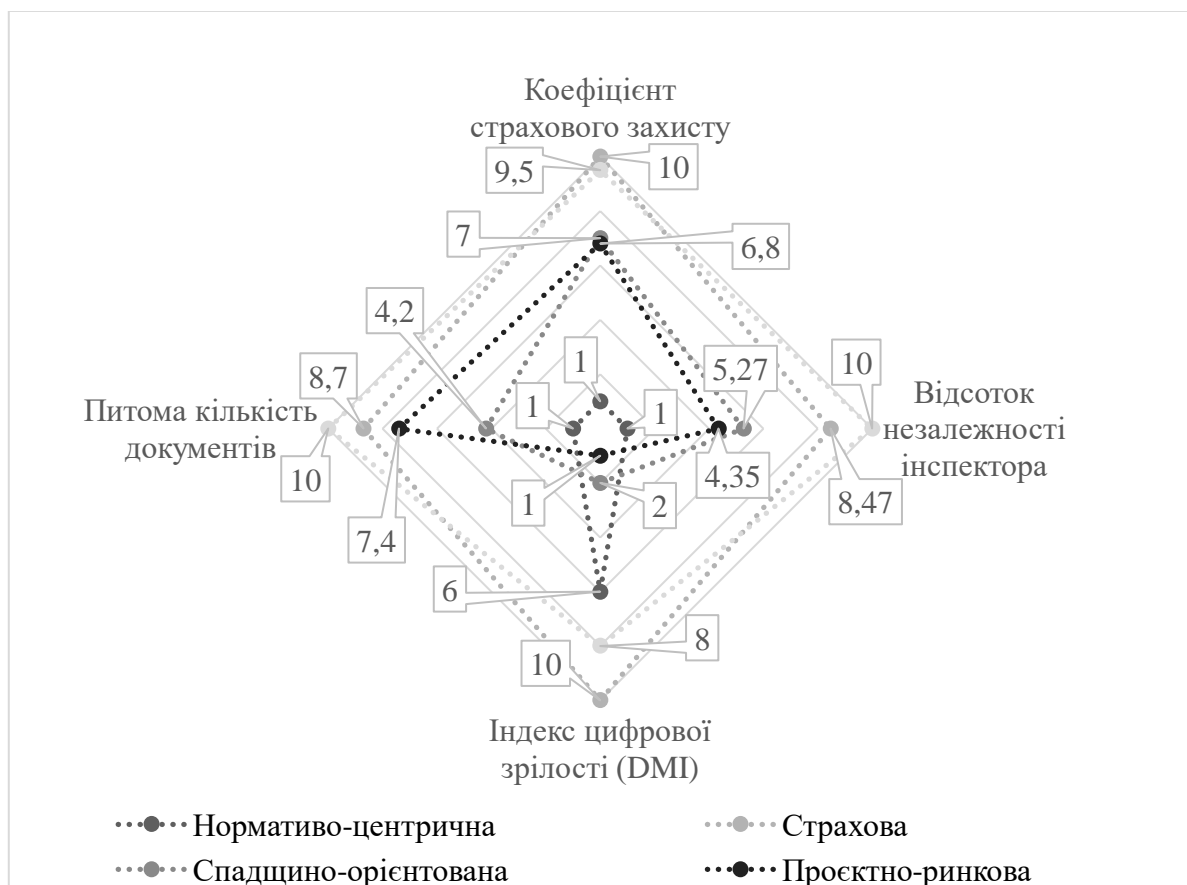


Рис. 1. Пелюсткова діаграма бальної оцінки моделей технічного нагляду за будівництвом

Оцінки за запропонованими критеріями зведені в таблицю. У чисельнику подано натурну (абсолютну) оцінку за критерієм, у знаменнику – бальна (відносна).

Оцінки в бали переводилися за допомогою інтерполяції від 1 до 10 – від найменш до найбільш ефективної моделі: збільшення бальної оцінки має демонструвати підвищення ефективності моделі за тим чи іншим критерієм.

На основі отриманих даних (табл. 6) проведено порівняльний аналіз п'яти моделей технічного нагляду за чотирма ключовими критеріями, оціненими за відносною 10-бальною шкалою.

Візуалізація цих даних (рис. 1–3) дає змогу сегментувати міжнародні підходи за рівнем їх ефективності та зрілості. Страхова й цифрова моделі мають найвищі показники за всіма

критеріями (рис. 1). Професійна модель досягла абсолютного максимуму за коефіцієнтом страхового захисту (10 балів) та індексом цифрової зрілості (10 балів).

Це підтверджує, що в країнах з такою моделлю цифровізація є інструментом мінімізації реальних фінансових ризиків. Цифрова модель є еталоном за рівнем незалежності інспектора (10 балів) та ефективністю документообігу (10 балів), що свідчить про високу прозорість процесів і довіру між стейкхолдерами. Ця модель демонструє найбільш диспропорційний профіль за поданих нижче умов.

- За відносно високого показника цифрової зрілості (6 балів), що пояснюється активним впровадженням державних е-систем (ЄДЕССБ), спостерігається критичний мінімум (1 бал) за критеріями страхового захисту, незалежності інспектора й питомої кількості документів.

- Це вказує на те, що цифровізація в цій моделі має формальний характер і не конвертується в реальну відповідальність або спрощення процедур.

Спадщино-орієнтована й проектно-ринкова моделі займають проміжне положення. Вони мають стабільно високий страховий захист (6,8–7 балів), проте демонструють найнижчі рівні цифрової зрілості (1–2 бали). Це свідчить про те, що зазначені системи покладаються на традиційні інститути права й репутацію більше, ніж на технологічні інновації.

Стовпчаста діаграма з групуванням (рис. 2) дає змогу кількісно порівняти всі моделі за кожним із чотирьох параметрів окремо. Найбільш показовим є розрив у критерії «коефіцієнт страхового захисту», де лідери мають 10 балів, а Україна – лише 1. У критерії «питома кількість документів» цифрова модель має 10 балів (мінімум паперів), тоді як Україна знову має 1 бал (максимальна бюрократизація), попри наявність електронних систем. Діаграма підтверджує, що цифровізація в Україні поки що не привела до реального скорочення документообігу. Технологічна трансформація нагляду має супроводжуватися переглядом нормативних вимог до складу звітної документації, інакше цифрова система лише дублює паперову бюрократію.

На рис. 3 розмір бульбашки відтворює бальну оцінку «питомої кількості документів».

Оскільки за методикою вищий бал означає менше бюрократичного навантаження, велика бульбашка символізує «легку» й прозору систему, а мала – переобтяжену паперову бюрократію.

Цифрова й страхова моделі входять у верхній правий квадрант, що можна схарактеризувати як кластер «цифрового й процесуального лідерства». Вони визначаються максимальною незалежністю інспектора й найвищою цифровою зрілістю. Найбільші бульбашки в цьому секторі підтверджують гіпотезу: висока цифровізація в поєднанні з незалежністю інспектора веде до радикального спрощення документообігу й усунення зайвих бюрократичних ланок.

Нормативно-центрична модель (Україна) розташована у верхньому лівому квадранті, який можна схарактеризувати як аномалію цифрової бюрократії. За відносно високого рівня цифровізації вона демонструє критично низьку незалежність інспектора. Найменша бульбашка свідчить про те, що, попри цифрові сервіси, система залишається максимально переобтяженою документами. Це феномен «цифрового дублювання», де електронні системи не замінюють, а лише доповнюють паперову бюрократію.

Спадщино-орієнтована й проектно-ринкова моделі розташовані в нижній частині поля, що можна описати як кластер «традиційного довіреного контролю». Вони мають середні за розміром бульбашки, що вказує на помірний рівень бюрократії. Низький показник за індексом цифрової зрілості за умови середньої незалежності інспектора свідчить про те, що ці системи стабільні завдяки юридичним традиціям і страховим інститутам, а не за допомогою ІТ-інструментів.

Візуалізація виявила пряму залежність між ефективністю документообігу й незалежністю інспектора. Моделі з низькою незалежністю інспектора мають найменші бульбашки незалежно від рівня їх цифровізації. Цифровізація технічного нагляду сама по собі не здатна подолати бюрократичне навантаження. Ключовим чинником дебюрократизації та ефективності є саме інституційна незалежність інспектора. Для України це означає, що подальша розбудова ЄДЕССБ без реформи статусу інспектора лише посилюватиме «цифровий тиск» на галузь без реального підвищення якості контролю.

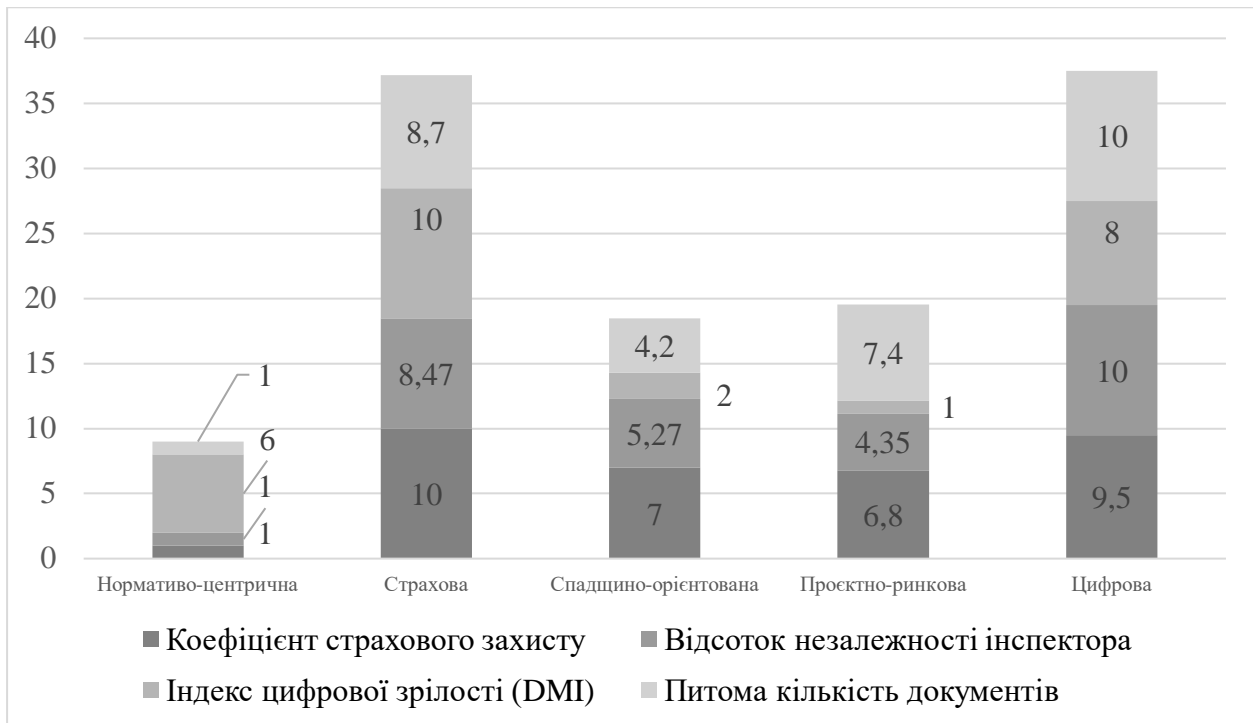


Рис. 2. Стовпчаста діаграма бальної оцінки моделей технічного нагляду за будівництвом з групуванням

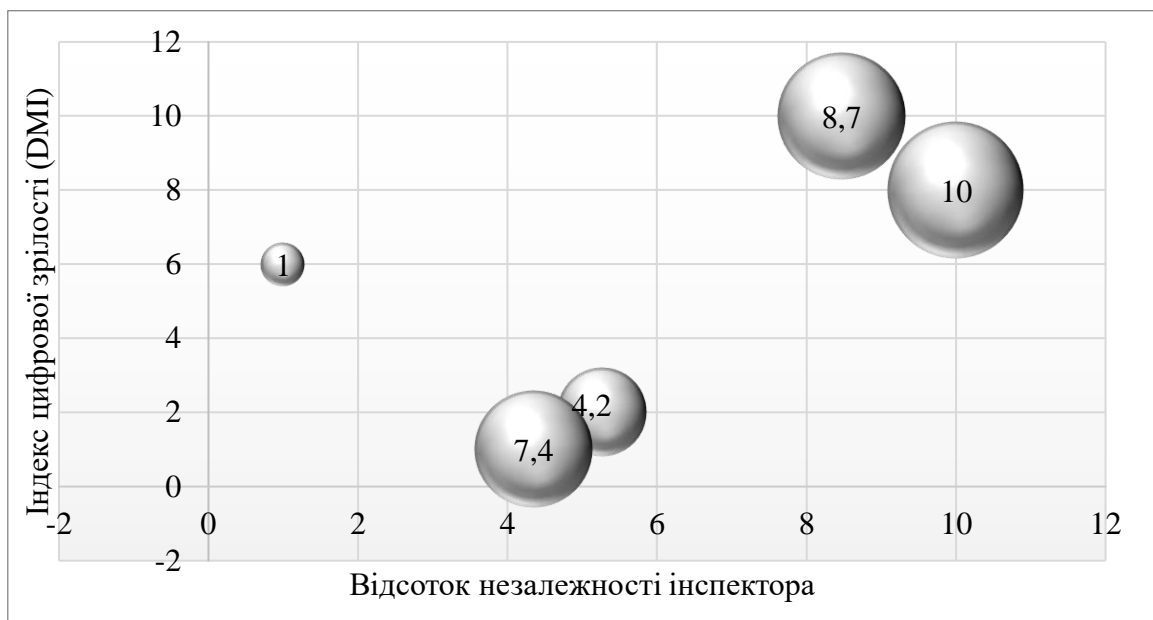


Рис. 3. Кореляційний аналіз моделей технічного нагляду за будівництвом: зростання бульбашки відповідає зниженню питомого бюрократичного навантаження (бульбашки відтворюють моделі, зліва направо: нормативно-центрична, проектно-ринкова, спадщино-орієнтована, страхова, цифрова)

Регресійна оцінка систем технічного нагляду (рис. 4) дає змогу простежити еволюцію систем нагляду – від жорсткого нормативного регулювання до гнучких цифрових екосистем, основаних на довірі та фінансовій відповідальності. Проектно-ринкова й спадщино-орієнтована моделі розташовані в центрі діаграми, що можна схарактеризувати як кластер «інституційного фундаменту». Вони мають стабільні

показники страхування й середню незалежність, проте найменші розміри бульбашок. Це свідчить про те, що ці системи тримаються на традиційних юридичних інститутах, де цифровізація ще не стала критичним фактором ефективності. Страхова й цифрова моделі розташовані у верхньому правому куті та створюють кластер «технологічного триумфу». Тут можна

значити найбільші бульбашки. Отже, максимальна незалежність і страхування стимулюють перехід на найвищі рівні цифровізації.

Попри мінімальні X та Y, розмір бульбашки «нормативно-центричної моделі» (Україна) більший, ніж у консервативних європейських систем (Італії чи Британії). Це візуалізує феномен «передчасної цифровізації»: держава впроваджує цифрові сервіси (ЄДЕССБ) швидше, ніж створює інститути незалежності та страхування.

Регресійний аналіз продемонстрував, що Україна рухається унікальним шляхом – «цифровізація попереду інституцій», – що створює ризик існування технологічно просунутої, але

юридично незахищеної системи. Для зближення із страховою та цифровою моделями України необхідно нарощувати не обсяг цифрових функцій, а забезпечувати реальну автономію інспекторів і впроваджувати обов’язкове страхування відповідальності з високими лімітами. Тільки тоді «цифрова бульбашка» наповниться реальним змістом безпеки.

Лінія тренду на регресійній моделі (рис. 4) математично підтверджує взаємозв’язок між «правом на рішення» (незалежність) та «ціною помилки» (страхування). Лінія тренду має виражений висхідний характер. Це свідчить про наявність сильної залежності між відсотком незалежності інспектора й коефіцієнтом його страхового захисту.

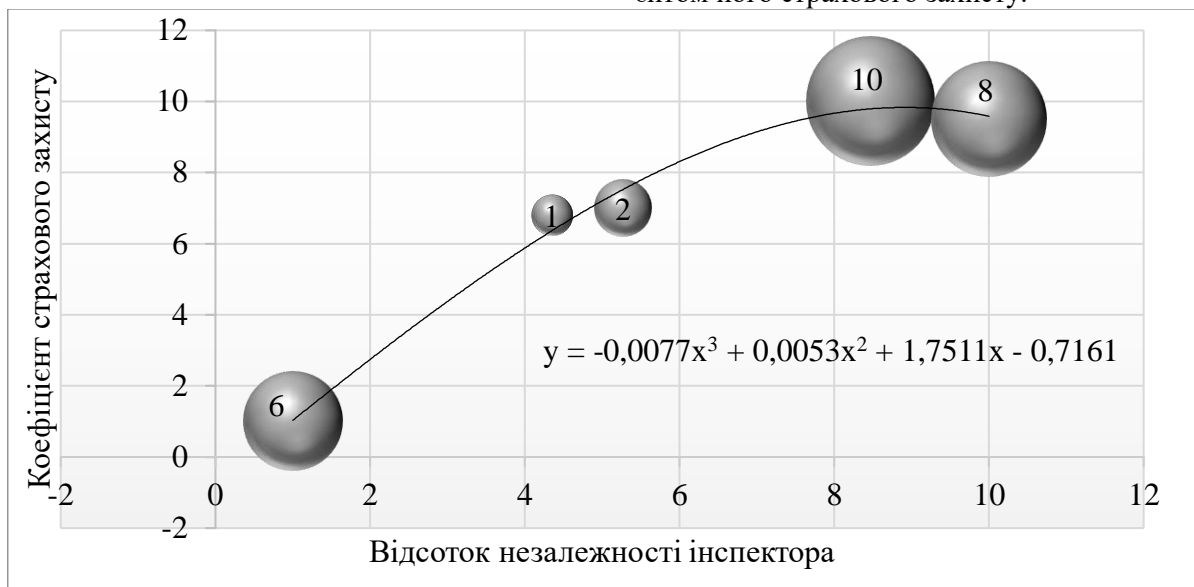


Рис. 4. Регресійний аналіз моделей технічного нагляду за будівництвом: зростання бульбашки відповідає підвищенню цифрової зрілості (бульбашки відтворюють моделі, зліва направо: нормативно-центрична, проектно-ринкова, спадщино-орієнтована, страхова, цифрова)

Таблиця 7 – Матриця вдосконалення системи технічного нагляду за будівництвом

Критерій оцінювання	Поточний стан в Україні	Цільова модель-донор	Вектор трансформації
Коефіцієнт страхового захисту	1 бал <i>Відсутність реальної фінансової відповідальності</i>	Страхова (Франція, Німеччина)	Підвищення лімітів покриття страхування інженерів технагляду.
Відсоток незалежності інспектора	1 бал <i>Залежність від замовника</i>	Проектно-ринкова (Велика Британія) та страхова	Законодавче закріплення статусу інженера технагляду як незалежного арбітра, що захищає суспільний інтерес, а не лише інтерес інвестора.
Індекс цифрової зрілості (DMI)	6 балів <i>Цифровізація бюрократії</i>	Цифрова (Сінгапур)	Перехід від накопичення сканкопій (ЄДЕССБ) до використання BIM-даних і смарт-контрактів для автоматичного підтвердження обсягів і якості робіт.
Питома кількість документів	1 бал <i>Максимальне паперове навантаження</i>	Цифрова (Сінгапур)	Дерегуляція звітності: заміна паперових актів на цифрові логи, що генеруються автоматично.

Оскільки більшість моделей розташовані близько до лінії, можемо говорити про високу достовірність апроксимації. Це означає, що світова практика технічного нагляду розвивається за єдиним логічним вектором: неможливо отримати високу процесуальну автономію, не маючи відповідного фінансового забезпечення.

Лінія тренду фактично прокреслює шлях трансформації систем.

- Початкова точка (нормативно-центрична модель): тут мінімальна незалежність інспектора виправдовується мінімальною фінансовою відповідальністю (держава бере ризики на себе через систему жорстких норм).

- Точка перелому (проектно-ринкова й спадщино-орієнтована моделі): це етап «стабільної традиції», де баланс уже зміщений у бік ринкової відповідальності.

- Цільовий вектор (страхова й цифрова моделі): це «зона максимальної ефективності», де інспектор є повноправним незалежним гравцем, чия діяльність повністю капіталізована страховим ринком.

Хоча точки незалежності та страхування лежать майже на одній лінії, розмір бульбашок (цифрова зрілість) змінюється нерівномірно. Видно, що значне «роздування» бульбашок (стрибок цифровізації) відбувається саме внаслідок переходу до моделей з високим страховим захистом.

Регресійна лінія тренду доводить, що незалежність інспектора і його фінансова відповідальність є невід'ємними параметрами, які в розвинених країнах зростають синхронно. Для України намагання рухатися вгору лише за умови цифровізації та водночас ігнорувати підйом по самій лінії тренду (підвищення незалежності та ступеня страхування) призведе до створення «цифрової ілюзії» контролю. Будь-яка реформа має бути спрямована на переміщення точки вздовж лінії тренду вправо-вгору, де цифрові інструменти стануть не тягарем, а засобом забезпечення цієї незалежності.

Розроблення матриці вдосконалення системи технічного нагляду

Матриця базується на результатах попереднього багатокритеріального аналізу й визначає, які саме елементи кращих світових практик необхідно імплантувати в українську модель для її трансформації з нормативно-центричної у високоефективну систему.

Нижче подано структуру матриці та обґрунтування трансформаційного переходу.

Аналіз показує, що українська модель нагляду є гібридною аномалією: вона має розвинений цифровий інтерфейс (ЄДЕССБ), але базується на застарілих радянських принципах адміністративного контролю без фінансових ризиків для контролера.

Відповідною дорожньою картою вдосконалення технічного нагляду за будівництвом є робота за трьома блоками.

Економічний блок трансформації оснований на імплементації принципів страхової моделі, властивої для Франції та Німеччини, де ключовим регулятором є не державний орган, а страховий капітал. Раціоналізація передбачає перехід від суто адміністративної відповідальності інженера технічного нагляду, гарантованої лише кваліфікаційним сертифікатом, до системи обов'язкового страхування професійних ризиків із високими лімітами покриття.

Такий підхід перетворює страхові компанії на ефективний фільтр ринку, оскільки вони фінансово не зацікавлені у співпраці з некомпетентними фахівцями, що автоматично підвищує якість нагляду без додаткового адміністративного тиску.

Інституційний блок спрямований на розв'язання проблеми процесуальної залежності інженера від інвестора внаслідок адаптації елементів проектно-ринкової моделі та стандартів FIDIC і NEC. Необхідно законодавчо закріпити статус інженера технічного нагляду як незалежного арбітра, що захищає не лише комерційні інтереси замовника, а й нормативну безпеку об'єкта, надавши йому імунітет незалежності для зупинки робіт у разі виявлення критичних порушень. Це дасть змогу розірвати порочне коло, коли фахівець змушений погоджувати неякісні роботи під загрозою розірвання контракту чи невиконання винагороди.

Технологічний блок зосереджується на подоланні «цифрової бюрократії» через інтеграцію BIM-моделей у наявну державну екосистему ЄДЕССБ, орієнтуючись на досвід Сінгапуру. Реформа передбачає зміну парадигми з простого накопичення сканкопій документів на автоматизований моніторинг даних у режимі реального часу, де цифрові інструменти використовуються для превентивного виявлення відхилень, а не для фіксації фактів порушень.

Упровадження цифрової системи може забезпечити об'єктивність контролю й унеможливить ретроспективну фальсифікацію звітної документації.

Висновки

1. Наукова новизна полягає в розробленні авторської типології моделей технічного нагляду, яка, на відміну від традиційного географічного підходу, базується на функціонально-інституційних розбіжностях. Виокремлено та описано п'ять моделей: нормативно-центрична, страхова, спадщино-орієнтована, проектно-ринкова й цифрова. Така класифікація дала змогу вперше ідентифікувати українську модель як «гібридну аномалію», що поєднує жорстке державне регулювання з відсутністю реальних механізмів відповідальності.

2. На основі багатокритеріального аналізу з використанням розроблених індикаторів (коефіцієнт страхового захисту, коефіцієнт незалежності інспектора, індекс цифрової зрілості, питома кількість документів) чисельно доведено наявність стійкої кореляції між незалежністю інспектора й обсягом його фінансової відповідальності.

3. Ключовим науковим результатом багатокритеріального аналізу стало виявлення феномену «цифрової бюрократії» в Україні: зафіксовано диспропорцію між високим індексом цифрової зрілості (6 балів) і критично низькими показниками страхового захисту й незалежності (по 1 балу). Це доводить, що цифровізація без зміни інституційного базису призводить лише до автоматизації бюрократичних процесів, не впливаючи на зниження будівельних ризиків.

4. Практична значущість роботи полягає в розробленні матриці вдосконалення технічного нагляду, яка описує перехід від карально-адміністративної до ринково-сервісної моделі. Запропоновано комплексний підхід, що передбачає:

- в економічному блоці запровадження обов'язкового професійного страхування з високими лімітами, що стане ринковим фільтром допуску до професії;
- в інституційному блоці законодавче закріплення «імунітету незалежності» інженера технічного нагляду, за стандартами FIDIC, що усуває конфлікт інтересів із замовником;
- у технологічному блоці інтеграцію будівельного інформаційного моделювання та ЄДССБ для переходу від фіксації документів до автоматизованого моніторингу відповідності моделі та будівельного майданчика в режимі реального часу, що дасть змогу конвертувати високий цифровий потенціал України в реальну якість будівельної продукції.

Література

1. Мухопад М. Ліквідація Державної архітектурно-будівельної інспекції (ДАБІ). *Aktiv-alb.com*. 2023. 6 March. URL: [https://aktiv-](https://aktiv-alb.com)

- [alb.com/en/liquidation-of-the-state-architectural-and-construction-inspectorate-gask/](https://aktiv-alb.com/en/liquidation-of-the-state-architectural-and-construction-inspectorate-gask/)
2. Construction Law of the People's Republic of China: Adopted at the 28th Meeting of the Standing Committee of the Eighth National People's Congress on November 1, 1997. ILO NATLEX Database. URL: <https://natlex.ilo.org/dyn/natlex2/natlex2/files/download/76995/CHN76995%20Eng.pdf>
 3. Wei K. (H.) China's National Standardization Development Outline: Policy Implications and Future Directions. The University of Tokyo. 2022. URL: https://ifi.u-tokyo.ac.jp/en/wp-content/uploads/2022/03/SSUessay_5_Wei20220209_EN.pdf
 4. Frishberg A. Ukrainian Contractor Certifications and Construction Permit Rules During Martial Law. *HG.org*. URL: <https://www.hg.org/legal-articles/ukrainian-contractor-certifications-and-construction-permit-rules-during-martial-law-68253>
 5. How decennial liability insurance works. *France Assureurs*. URL: <https://www.franceassureurs.fr/wp-content/uploads/how-decennial-liability-insurance-work.pdf>
 6. Statutes of limitations for all 50 states. *Mwl-law.com*. 2013. URL: <https://www.mwl-law.com/wp-content/uploads/2013/03/statute-of-limitations-for-all-50-states.pdf>
 7. Statutes of Repose. National Society of Professional Engineers. URL: <https://www.nspe.org/nspe-advocacy/explore-issues/professional-policies-and-position-statements/statutes-repose>
 8. Building Safety Regulator. *HSE*. URL: <https://www.hse.gov.uk/building-safety/regulator.htm>
 9. The Building Safety Act 2022 – Summary & Guidance / Sweco UK. 2022. URL: <https://www.sweco.co.uk/services/building-standards/bsa-building-safety-act-2022-summary/>
 10. ELDib H. E. S. H. A. National Architectural Heritage Conservation Acts and International Charters: Implementation on Amendment Legislation. *International Design Journal*. 2024. Vol. 14, No. 5. P. 337–347. DOI: 10.21608/idj.2024.293952.1151
 11. Charters and doctrinal texts. *ICOMOS*. URL: <https://www.icomos.org/charters-and-doctrinal-texts/>
 12. Cinquepalmi F., Tiburcio V. A. Sustainable Restoration of Cultural Heritage in the digital era. *VITRUVIO - International Journal of Architectural Technology and Sustainability*. 2023. Vol. 8, No. 2. P. 76–87. DOI: <https://doi.org/10.4995/vitruvio-ijats.2023.20545>
 13. Policy Handbook / Interreg CENTRAL EUROPE. URL: <https://programme2014-20.interreg-central.eu/Content.Node/Forget-Heritage/English.pdf>
 14. Borri A., Corradi M. Architectural Heritage: A Discussion on Conservation and Safety. *Heritage*. 2019. Vol. 2, No. 1. P. 41–55. DOI: 10.3390/heritage2010004

15. Listed building. Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Listed_building
16. INTACH Charter. INTACH. URL: <http://www.intach.org/about-charter-mae.php>
17. Understanding FIDIC Contract management and Procurement services. FCL FIDIC. URL: <https://fcl.fidic.org/understanding-fidic-contract-management-and-procurement-services/>
18. NEC vs FIDIC | Similarities and Differences. Metroun. URL: <https://metroun.co.uk/nec-series/nec-vs-fidic-similarities-and-differences/>
19. Overview of CORENET X. CORENET X. URL: <https://info.corenet.gov.sg/overview/about-corenet-x/overview-of-corenet-x>
20. CORENET X / Building and Construction Authority (BCA). URL: <https://info.corenet.gov.sg/>
21. About us. Smart Built Environment. URL: <https://www.smartbuilt.se/in-english/about-us/>
22. Hooman Rasti, Ardan Feili, Shahryar Sorooshian. Analysing critical success factor of smart contract in construction industry with DANP approach. *Frontiers in Built Environment*, T. 10, 2024. DOI: 10.3389/fbuil.2024.1478239
23. Manzoor B. et al. Revolutionizing Construction Safety: Unveiling the Digital Potential of Building Information Modeling (BIM). *Buildings*. 2025. Vol. 15, No. 5. Art. 828. DOI: 10.3390/buildings15050828
24. Digital and AI in Nordic Construction. BCG. 2025. URL: <https://www.bcg.com/publications/2025/digital-and-ai-in-nordic-construction>
25. Закон № 78-12 від 4 січня 1978 року «Про відповідальність та страхування у сфері будівництва (Закон Спінетти)». Офіційний вісник Французької Республіки. 1978. URL: <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000522720>

References

1. Mukhopad, M. (2023). *Liquidation of the State Architectural and Construction Inspectorate (GASK)*. Aktiv-alb. <https://aktiv-alb.com/en/liquidation-of-the-state-architectural-and-construction-inspectorate-gask/>
2. National People's Congress. (1997, November 1). *Construction Law of the People's Republic of China*. ILO NATLEX Database. <https://natlex.ilo.org/dyn/natlex2/natlex2/files/download/76995/CHN76995%20Eng.pdf>
3. Wei, K. H. (2022). *China's national standardization development outline: Policy implications and future directions*. The University of Tokyo. https://ifi.u-tokyo.ac.jp/en/wp-content/uploads/2022/03/SSUessay_5_Wei20220209_EN.pdf
4. Frishberg, A. (2023). *Ukrainian contractor certifications and construction permit rules during martial law*. HG.org. <https://www.hg.org/legal-articles/ukrainian-contractor-certifications-and-construction-permit-rules-during-martial-law-68253>
5. France Assureurs. (2023). *How decennial liability insurance works*. <https://www.franceassureurs.fr/wp-content/uploads/how-decennial-liability-insurance-work.pdf>
6. Mwl-law.com. (2013). *Statutes of limitations for all 50 states*. <https://www.mwl-law.com/wp-content/uploads/2013/03/statute-of-limitations-for-all-50-states.pdf>
7. National Society of Professional Engineers. (2021). *Statutes of Repose*. <https://www.nspe.org/nspe-advocacy/explore-issues/professional-policies-and-position-statements/statutes-repose>
8. Health and Safety Executive. (2020). *Building Safety Regulator*. <https://www.hse.gov.uk/building-safety/regulator.htm>
9. Sweco UK. (2022). *The Building Safety Act 2022 – Summary & Guidance*. <https://www.sweco.co.uk/services/building-standards/bsa-building-safety-act-2022-summary/>
10. ELDib, H. E. S. H. A. (2024). National architectural heritage conservation acts and international charters: Implementation on amendment legislation. *International Design Journal*, 14(5), 337–347. <https://doi.org/10.21608/idj.2024.293952.1151>
11. ICOMOS. (n.d.). *Charters and doctrinal texts*. <https://www.icomos.org/charters-and-doctrinal-texts/>
12. Cinquepalmi, F., & Tiburcio, V. A. (2023). Sustainable restoration of cultural heritage in the digital era. *VITRUVIO – International Journal of Architectural Technology and Sustainability*, 8(2), 76–87. <https://doi.org/10.4995/vitruvio-ijats.2023.20545>
13. Interreg CENTRAL EUROPE. (2020). *Forget Heritage: Policy handbook*. <https://programme2014-20.interreg-central.eu/Content.Node/Forget-Heritage/English.pdf>
14. Borri, A., & Corradi, M. (2019). Architectural heritage: A discussion on conservation and safety. *Heritage*, 2(1), 631–647. <https://doi.org/10.3390/heritage2010041>
15. Wikipedia contributors. (2024). Listed building. In *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/wiki/Listed_building
16. INTACH. (n.d.). *INTACH Charter*. <http://www.intach.org/about-charter-mae.php>
17. FCL FIDIC. (2022). *Understanding FIDIC contract management and procurement services*. <https://fcl.fidic.org/understanding-fidic-contract-management-and-procurement-services/>
18. Metroun. (2023). *NEC vs FIDIC | Similarities and Differences*. <https://metroun.co.uk/nec-series/nec-vs-fidic-similarities-and-differences/>
19. CORENET X. (n.d.). *Overview of CORENET X*. <https://info.corenet.gov.sg/overview/about-corenet-x/overview-of-corenet-x>
20. Building and Construction Authority. (2023). *CORENET X*. <https://info.corenet.gov.sg/>
21. Smart Built Environment. (n.d.). *About us*. <https://www.smartbuilt.se/in-english/about-us/>
22. Rasti, H., Feili, A., & Sorooshian, S. (2024). Analysing critical success factor of smart contract in

- construction industry with DANP approach. *Frontiers in Built Environment*, 10, Article 1478239. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2024.1478239>
23. Manzoor, B., Charef, R., Antwi-Afari, M. F., Alo-taibi, K. S., & Harirchian, E. (2025). Revolutionizing construction safety: Unveiling the digital potential of Building Information Modeling (BIM). *Buildings*, 15(5), 828. <https://doi.org/10.3390/buildings15050828>
24. Boston Consulting Group. (2025). *Digital and AI in Nordic construction*. <https://www.bcg.com/publications/2025/digital-and-ai-in-nordic-construction>
25. Law No. 78-12 of January 4, 1978, "Liability and insurance in the field of construction (Spinetta Law)". Official Journal of the French Republic. 1978. URL: <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000522720>

Ковров Анатолій Володимирович¹, канд. техн. наук, проф., ректор ОДАБА, rector@ogasa.org.ua, тел. +38 048-723-33-42;

Марченко Тельман Іванович¹, здобувач ступеня доктора філософії ОДАБА, t9400354@gmail.com, тел. +38 067-453-02-24.

¹Одеська державна академія будівництва та архітектури, 65052, Україна, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4

Multi-criteria analysis of international models of technical supervision of construction

Abstract. *The relevance of the study is due to the need for a systemic transformation of technical supervision in Ukraine in the context of European integration and post-war reconstruction. Traditional administrative control methods are losing their effectiveness, giving way to models of risk management and information flows. The current Ukrainian supervision model is a "normative-centric" anomaly: despite the active implementation of digital services (EDESSB), it is characterized by a critically low level of financial responsibility of engineers and their dependence on the customer. This gives rise to the phenomenon of "digital bureaucracy", where technologies do not affect the real quality of construction. Therefore, the purpose of the work is to find reserves for rationalization and develop a map for improving the supervision system by*

adapting the best international practices. The research methodology is based on a cluster and multi-criteria analysis of five selected international models of technical supervision (regulatory, insurance, heritage-oriented, project-market, digital) according to the criteria of insurance protection, independence, digital maturity and efficiency of document flow. Regression analysis revealed a direct correlation between the digital maturity and independence of the inspector and the volume of his insurance coverage. It is proven that a high level of digitalization without institutional safeguards is ineffective. An improvement matrix has been developed, which proposes to work in the following areas: economic block (introduction of insurance), institutional (ensuring the independence of technical supervision) and technological (integration of BIM models in the Unified State Register of Technical Supervision). The implementation of the proposed solutions will allow transforming technical supervision from a formal procedure into an effective tool for ensuring public safety and investment transparency, harmonizing Ukrainian practice with European Union standards.

Key words: *multi-criteria analysis, technical supervision in construction, correlation analysis, regression analysis.*

Kovrov Anatolii¹, Professor, Cand. of Science, Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture, rector@ogasa.org.ua, тел. +38 048-723-33-42;

Marchenko Telman¹, Doctor of Philosophy, Candidate of the Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture, t9400354@gmail.com, тел. +38 067-453-02-24.

¹Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture, 4, Didrichsona str., Odesa, 65052, Ukraine.

Стаття надійшла до редакції / Received: 05.02.2026.

Прийнята до друку після рецензування / Revised and Accepted: 15.02.2026.

Дата публікації статті / Published: 11.05.2026.