

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2026-85-37>

УДК 338.5:691

МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОТОЧНОЇ РИНКОВОЇ ЦІНИ НА МАТЕРІАЛЬНІ РЕСУРСИ БУДІВНИЦТВА В СИСТЕМАХ МОНІТОРИНГУ ЦІН

METHODS OF FORECASTING THE CURRENT MARKET PRICE OF CONSTRUCTION MATERIAL RESOURCES IN PRICE MONITORING SYSTEMS

Попик Богдан Богданович

аспірант,

Навчально-наукового інституту економіки і менеджменту

Національний університет «Львівська політехніка»

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1786-5153>

Тузін Оксана Ярославівна

економіст,

ПП «Будівництво-сучасні технології»

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1282-2506>

Мельник Володимир Мирославович

кандидат технічних наук, доцент,

Національний університет «Львівська політехніка»

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7123-1418>

Popyk Bohdan, Melnyk Volodymyr

Lviv Polytechnic National University

Tuzin Oksana

«Construction–Modern Technologies»

Стаття присвячена систематизації методів прогнозування поточної ринкової ціни будівельних матеріально-технічних ресурсів за умов неповноти даних у системах моніторингу цін. Показано, що заповнення відсутніх цінових пропозицій є аналогічним до імпутації в статистичних дослідженнях, що дозволяє адаптувати апробовані методи, такі як відношення середніх, медіанного значення та найближчого сусіда, до специфіки цінових вибірок постачальників. Обґрунтовано концепції ресурсів-представників і ресурсів-аналогів як практичних інструментів прогнозного розрахунку за відсутності прямої вибірки. Розрахунковий експеримент на даних трьох постачальників будівельних цвяхів підтвердив стійку обернену залежність ціни одиниці ваги від типорозміру виробу та доцільність використання перевірених коефіцієнтів для прогнозування ціни в межах однієї товарної групи.

Ключові слова: ринкова ціна будівельних ресурсів, вартість ресурсів у будівництві, прогнозування цін на будівельні матеріали, імпутація даних, ресурс-представник, система моніторингу цін.

Construction price monitoring systems are essential tools for justifying construction costs, yet the collection of supplier price quotations inevitably produces incomplete datasets: not all suppliers provide prices for their full range of materials, sufficient quotations are not always gathered within the required timeframe, and prices themselves change during the market research period. This makes the forecasting of current market prices for construction material and technical resources a practically significant methodological challenge that remains insufficiently addressed in the existing literature. The study aims to systematize and substantiate methods for forecasting the current market price of construction resources under conditions of incomplete data in price monitoring systems. The research employs statistical imputation methods adapted from general statistical theory, including the ratio-of-means method, forward copying, median imputation, and the nearest-neighbor method, alongside the concepts of representative resources and analogue resources as dedicated forecasting tools. Machine learning-based imputation approaches, such as the



EM algorithm, association rules models, and random forests, are also reviewed and evaluated for their applicability to construction price monitoring. A computational experiment was conducted using real price data from three suppliers of construction nails collected over 2020–2021. The results confirm a stable inverse relationship between nail size and price per kilogram across all surveyed suppliers, with a correlation coefficient of -0.74 between nail weight and market price. The experiment further demonstrates that conversion coefficients derived from the physical characteristics of products within a single commodity group provide a reliable and practical basis for forecasting missing prices. The proposed methodology is directly applicable to existing construction price monitoring systems and requires no complex software infrastructure, making it suitable for practical implementation without significant organizational or technical barriers.

Keywords: market price of construction resources, cost of resources in construction, construction material price forecasting, data imputation, representative resource, price monitoring system.

Постановка проблеми. Система моніторингу цін (СМЦ) будівельних матеріально-технічних ресурсів (МТР) є невід'ємним інструментом обґрунтування вартості будівництва. Однак збір цінових пропозицій від постачальників неминуче пов'язаний з неповнотою даних: не всі постачальники надають прайси на повний асортимент МТР, не завжди вдається зібрати достатній обсяг пропозицій для кожної позиції в установлені строки, а самі ціни змінюються в процесі дослідження ринку.

Це призводить до необхідності прогнозування поточної ринкової ціни – розрахунку її розрахункового значення для позицій, по яких пряма вибірка є відсутньою або недостатньою. Під прогнозуванням у цьому контексті розуміється розрахунок поточної ринкової ціни МТР на основі наявних даних, який з достатньою точністю відповідає на запитання: якою могла б бути поточна ринкова ціна МТР, якби існували необхідні вибіркові дані? Точність та вірогідність розрахункових значень мають знаходитись у межах, встановлених для статистичного методу розрахунку.

Поточна ринкова ціна є динамічним розрахунковим значенням, до якого ми наближаємось зі збільшенням кількості отриманих цінових пропозицій від постачальників і зменшенням часу та території їх збору й обробки. Відповідно, методи прогнозування мають враховувати як просторовий, так і часовий виміри цієї динаміки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Питання ціноутворення та прогнозування цін у будівельній галузі розглядалося в роботах ряду вітчизняних науковців. Загальні підходи до формування цінової політики підприємств будівельної галузі та систем ціноутворення у будівництві досліджували Т.В. Машошина [1] та О.Є. Сичова [2], однак ці роботи зосереджені переважно на стратегічному рівні ціноутворення, а не на оперативному визначенні поточних ринкових цін окремих МТР. Окремим напрямом, безпосередньо пов'язаним із темою дослідження, є аналіз факторів, що визначають ціни на будівельні матеріали і сировину. О.В. Скрипник [3] провела факторний аналіз

цін на ключові сировинні товари для виготовлення будівельних матеріалів (цемент, гіпс, вапно) в Україні за період 2010–2018 рр. та встановила, що найбільш суттєвий вплив на них мають середня заробітна плата, валютний курс та номінальний ВВП, тоді як обсяги будівельних робіт та капітальні інвестиції виявились недостатньо значущими для прогнозування. На основі кореляційно-регресійного аналізу автором побудовані однофакторні лінійні регресійні моделі прогнозування цін, придатні для практичного застосування підприємствами будіндустрії.

У сучасних зарубіжних дослідженнях проблема прогнозування цін на будівельні матеріали активно розглядається із застосуванням методів машинного навчання. Оглядова стаття Liu та ін. [4] узагальнює підходи до прогнозування цін на будівельні матеріали на основі даних і систематизує їх за двома напрямками: каузальні моделі, що спираються на макроекономічні індикатори (множинна регресія, нейронні мережі, LSSVM), та моделі часових рядів. Автори встановлюють, що вибір між підходами визначається насамперед наявністю і якістю вхідних даних, – що безпосередньо узгоджується з проблематикою неповноти даних у вітчизняних СМЦ.

Проблему пропущених даних у будівельній галузі з позицій машинного навчання досліджували Lee та Yun [5], які порівняли методи імпутації на масиві реальних даних про вартість будівництва. За результатами їхнього дослідження, серед методів одичної імпутації найбільш придатною є медіанна імпутація, а серед множинних – імпутація на основі lasso-регресії, що підтверджує доцільність застосування статистично простих методів на етапах, коли обсяг навчальних даних є обмеженим.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Водночас методологія визначення поточної ринкової ціни МТР у системах моніторингу цін, зокрема питання

адаптації методів імпутації до цінових вибірок постачальників, застосування концепцій ресурсів-представників та ресурсів-аналогів, а також оцінки похибки, зумовленої часовим чинником, залишаються недостатньо дослідженими. Методи відновлення пропущених даних активно розвиваються у загальній статистичній теорії [6], проте їх адаптація до специфіки будівельних СМЦ потребує окремого обґрунтування, чому і присвячена дана стаття.

Формулювання цілей статті. Метою статті є систематизація та обґрунтування методів прогнозування поточної ринкової ціни матеріально-технічних ресурсів будівництва в умовах неповноти даних у системах моніторингу цін. Для досягнення мети розглядаються методологічні підходи до імпутації пропущених цінових даних – від класичних статистичних методів до алгоритмів машинного навчання, – а також концепції ресурсів-представників і ресурсів-аналогів як інструментів прогнозного розрахунку. Практична придатність запропонованих підходів перевіряється на основі розрахункового експерименту з реальними ціновими даними постачальників будівельних цвяхів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Похибка визначення поточної ринкової ціни може викликатись періодичною, зумовленою об'єктивними ринковими причинами, зміною ціни постачальниками. Така зміна відбувається в часових межах проведення аналізу ринку – до або після фіксації ціни постачальника у вибірці цін. Кількість таких змін є випадковою величиною, яка впливає на загальну похибку визначення поточної ринкової ціни.

Якщо можливо підрахувати кількість змін ціни (v) за час, коли триває дослідження ринку і визначення поточної ринкової ціни (T), тоді похибка середньої кількості таких змін буде рівною \sqrt{v} :

$$\bar{v} = v \pm \sqrt{v} \quad [7, \text{с. 48}]$$

Якщо визначити (дослідити) середнє коливання ціни, яке відбувається в результаті таких змін, тоді можливо оцінити їх вплив на точність (похибку) визначення поточної ринкової ціни.

Поточна ринкова ціна – це розрахункове значення, до якого ми наближаємось збільшуючи кількість отриманих цінових пропозицій від постачальників і зменшуючи час на їх збір і обробку та територію дослідження.

В статистичних дослідженнях широко застосовуються методи відновлення (імпута-

ції) пропущених даних. Мета імпутації – на підставі зібраного масиву статистичних даних визначити найбільш вірогідну відповідь респондента на поставлене запитання [8, с. 98; 6]. Під час збору і обробки пропозицій постачальників будівельних ресурсів постає аналогічне завдання: заповнити відсутні дані щодо ринкової ціни МТР, аналогічних або схожих до тих ресурсів, ціну яких постачальник повідомив.

Для визначення поточної ринкової ціни імпутація можлива на різних рівнях:

– На рівні вхідних даних конкретного постачальника – формування «віртуальної» вибірки для іншого МТР за встановленими правилами на основі цінових пропозицій цього ж постачальника.

– На рівні переліку МТР постачальника – формування «віртуальних» позицій у прайсі постачальника на підставі інформації про ринкову ціну інших його МТР.

– На рівні загального переліку МТР СМЦ – формування «віртуальних» МТР на підставі інформації про ринкову ціну аналогічних позицій у системі в цілому.

Перший рівень має реалізовуватись у підсистемі моніторингу, два інші – у підсистемі аналізу СМЦ. Розмежування рівнів є принципово важливим: застосування даних вищого рівня (наприклад, середніх ринкових цін по СМЦ) для заповнення пропусків нижчого рівня (конкретного постачальника) може маскувати реальну цінову диференціацію між учасниками ринку.

Розглянемо класичні методи імпутації та їх застосування до будівельних МТР.

Метод «відношення середніх». Відсутня поточна ціна ресурсу розраховується на основі даних про його ціну попереднього розрахункового періоду та коефіцієнта зміни ціни для спорідненої групи ресурсів за аналогічний проміжок часу. Метод є надійним за умови наявності реальних (не прогнозних) даних попереднього періоду – проведення розрахунку на «віртуальних» даних минулого не допускається, оскільки це призводить до накопичення похибки.

Метод «копіювання вперед». Є окремим випадком методу відношення середніх для ситуації, коли ціна в групі не змінилась: відсутня поточна ціна ресурсу переноситься з попереднього розрахункового періоду без змін. Метод прийнятний для стабільних ринків, але потребує обережного застосування в умовах інфляції або різких коливань цін на сировину.

Метод «медіанного значення». Відсутня поточна ціна ресурсу розраховується як медіана поточних цін аналогічних МТР у вибірці. Перевагою методу є стійкість до викидів у вибірці; недоліком – потреба у достатній кількості аналогічних позицій із відомими цінами. Дослідження ефективності методів імпутації на реальних будівельних даних підтверджують, що медіанна імпутація є найбільш придатним варіантом серед методів одиничного заповнення [5].

Метод «найближчого сусіда» (метод співвідношення типорозмірів). Стосовно будівельних матеріалів цей метод полягає у розрахунку відсутньої ціни з використанням пропозицій конкретного виробника (постачальника) на МТР тієї ж товарної групи, але інших типорозмірів. Метод ґрунтується на припущенні, що для аналогічних будівельних матеріалів структура собівартості є близькою: витрати матеріальних і трудових ресурсів та накладні витрати залежать переважно від фізичних характеристик виробу, а не від конкретного типорозміру.

Наочний приклад – плитні перетинки стандартного розмірного ряду: якщо у прайсі заводу залізобетонних виробів відсутні деякі позиції, їхню ціну можна розрахувати як пропорцію до ціни наявних типорозмірів тієї ж товарної групи.

З поширенням комп'ютерних технологій активно розвиваються методи автоматизованої імпутації. Для числових даних можна виділити такі підходи:

– EM-алгоритм (Expectation-Maximization) – один із найпоширеніших методів імпутації, що дозволяє знаходити оцінки максимальної правдоподібності в параметричних моделях для неповних даних.

– Моделі на основі асоціативних правил (AR) – дозволяють знаходити й описувати закономірності у великих наборах даних, що є перспективним для виявлення кореляцій між цінами різних МТР.

– Моделі на основі випадкових лісів (Random Forests, RF) – набори класифікаторів на основі дерев рішень, що демонструють стійку точність на різнорідних даних.

Зазначені методи є перспективними для СМЦ, однак потребують достатнього обсягу навчальних даних та відповідного програмного забезпечення. Огляд сучасних підходів до прогнозування цін на будівельні матеріали засвідчує, що вибір між складними моделями машинного навчання та простішими регресійними методами визначається насамперед

якістю і повнотою вхідних даних [4]; у разі обмежених вибірок перевагу слід надавати методам без надмірної параметризації [5]. Слід також зазначити, що однофакторні лінійні регресійні моделі на основі макроекономічних показників (валютний курс, середня заробітна плата, номінальний ВВП) можуть бути ефективними для прогнозування цін на сировинні ресурси будіндустрії, що підтверджується результатами кореляційно-регресійного аналізу для цементу, гіпсу та вапна [3]. На поточному етапі розвитку вітчизняних СМЦ [9; 10] пріоритетними залишаються методи, що не потребують складного математичного апарату.

Концепція ресурсів-представників та ресурсів-аналогів. В групі однотипних ресурсів, що відносяться до однієї промислової групи або підгрупи, спостерігається закономірна залежність між фізичними характеристиками МТР та його ціною, що дозволяє описати всю групу через один або кілька «еталонних» ресурсів. Така залежність є наслідком структури собівартості виробництва: дослідження факторів ціноутворення на будівельні матеріали показують, що основну роль відіграють витрати на сировину, оплату праці та загальногосподарські витрати, які безпосередньо пов'язані з фізичними параметрами виробу, а не з його конкретним типорозміром [3]. Такий ресурс називається ресурсом-представником. Для кожного МТР у групі визначається перевідний коефіцієнт до одиниць виміру ресурсу-представника.

Прикладами таких закономірностей є труби електрозварні. Вони мають значний діапазон ціни за метр залежно від діаметра та товщини стінки, але ціна однієї тони є практично однаковою для труб усіх діаметрів у переважній більшості постачальників. Ресурсом-представником може слугувати будь-який типорозмір, якщо перерахувати ціну на тону.

Ресурс-аналог може розглядатись як окремий випадок ресурсу-представника. З різних об'єктивних причин у проектній документації зустрічаються тотожні або майже тотожні ресурси з різними кодами та/або одиницями виміру.

Для перевірки можливостей прогнозування поточної ринкової ціни ми провели дослідження на прикладі будівельних цвяхів.

В КНУ РЕКН міститься три основних групи цвяхів: будівельні, тарні та толеві. Аналіз середніх ринкових цін на ці цвяхи за період з 2020-2021 роки показав, що в кожній з груп ціна 1 кг цвяхів має обернену залежність від їх розміру: чим менші цвяхи, тим вища їх ціна.

При цьому різниці ціни між групами не спостерігається або вона дуже незначна (менша статистичної похибки розрахунку). Для оцінки було використано теоретичну вагу цвяхів, передбачену відповідними стандартами на їх виробництво (кількість цвяхів відповідного типорозміру в одному кілограмі ваги). На рис. 1 показана динаміка середньої ціни на цвяхи розмірами більші, ніж 2,0x40 мм (великі цвяхи) та цвяхи розмірами рівними або меншими, ніж 2,0x40 мм (дрібні цвяхи).

Коефіцієнт кореляції між вагою цвяхів та їх середньою ринковою ціною в Україні за вказаний період склав – 0,74. Середня ціна великих цвяхів (більших ніж 2,0x40мм) в середньому на 24% була вища за середню ціну дрібних цвяхів (рівні і менші ніж 2,0x40мм).

В КНУ РЕКН міститься обмежений перелік з усього розмірного ряду цвяхів представленого на ринку, крім того середня ринкова ціна може не відображати в повній мірі цінову політику окремих постачальників та виробників. Для усунення цих обставин було обрано три різних постачальника цвяхів:

- компанія – виробник метизної продукції, в тому числі, цвяхів (в подальшому «Виробник»);
- мережа супермаркетів будівельних матеріалів (в подальшому «Мережа»);
- компанія – великий продавець металопродукції в обласному центрі (в подальшому «Продавець»).

Компанії Виробника і Продавця розташовані в різних регіонах, Мережа діє по всій Україні. Для аналізу було взято співпадаючі позиції в прайсах компаній, які були представлені протягом 2020-2021 року. В табл. 1 наведено графіки динаміки середніх цін на великі та дрібні цвяхи та залежність ціни цвяхів від їх розміру для кожної з трьох компаній.

З табл. 1 видно, що у обстежених постачальників різна ринкова політика формування ціни, але зі збільшенням кількості цвяхів на 1кг ваги (зменшенням ваги одного цвяха) їх ціна у всіх постачальників збільшується. Дуже помітне на графіках значне загальне коливання ціни на цвяхи пов'язано зі збільшенням ринкової ціни металу в 2021-му році. Табл. 1 також ілюструє, що при застосуванні такого «традиційного» методу заповнення пропусків в даних, як «метод найближчого сусіда» існує ризик значних перекосів, якщо «сусідом» обирати іншого постачальника ресурсу, а не аналогічний продукт цього ж постачальника.

Висновки. Проведене дослідження показує, що задача заповнення відсутніх цінових даних у системах моніторингу цін є структурно аналогічною до імпутації в статистичних спостереженнях, що дозволяє адаптувати апробований статистичний інструментарій – методи відношення середніх, копіювання вперед, медіанного значення та найближчого сусіда – до специфіки будівельних МТР з урахуванням принципового розмежування рівнів



Рис. 1. Динаміка середніх цін на цвяхи по регіону «Україна» у 2020-2021 роках

Джерело: сформовано авторами

Таблиця 1

Динаміка середніх цін та залежність ціни цвяхів від їх розміру

Динаміка середніх цін на великі та дрібні цвяхи	Залежність ціни цвяхів від їх розміру
<p>Виробник</p>	
<p>Мережа</p>	
<p>Продавець</p>	

Джерело: сформовано авторами

імпутації. Концепції ресурсів-представників і ресурсів-аналогів забезпечують практичний механізм прогнозного розрахунку, а розрахунковий експеримент на прикладі будівельних цвяхів підтвердив існування стійкої ціно-

вої закономірності між типорозмірами одного постачальника, яка може слугувати основою для перевідних коефіцієнтів. Водночас застосування методу найближчого сусіда з використанням даних іншого постачальника

є ризикованим через суттєві відмінності в ціновій політиці учасників ринку. Подальших досліджень потребує розробка методики формування переліку «аналогічних або схожих ресурсів» – визначення їх характеристик, допустимого діапазону подібності та проце-

дур верифікації, – а також порівняльне тестування методів імпутації на реальних масивах цінових пропозицій вітчизняних СМЦ і, в перспективі, впровадження алгоритмів машинного навчання в міру накопичення достатнього обсягу навчальних даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Машошина Т. В. Сучасний стан системи ціноутворення у будівництві та шляхи його подальшого удосконалення. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2014. № 45. С. 178–181. URL: <http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/8749/1/%D0%9Cashoshina.pdf> (дата звернення: 10.02.2026).
2. Сичова О. Є. Формування цінової політики на продукцію підприємств будівельної галузі. *Економічний простір*. 2013. № 75. С. 230–239. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&image_file_name=PDF/ecpros_2013_75_25.pdf (дата звернення: 10.02.2026).
3. Скрипник О. В. Факторний аналіз цін на ключові сировинні товари для виготовлення будівельних матеріалів та виробів в Україні. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2019. № 40. С. 119–128. DOI: <https://doi.org/10.32347/2707-501x.2019.40.119-128>
4. Liu, Q., He, P., Peng, S., Wang, T., & Ma, J. A Survey of Data-Driven Construction Materials Price Forecasting. *Buildings*. 2024. Vol. 14, No. 10. Article 3156. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings14103156>
5. Lee H., Yun S. Strategies for Imputing Missing Values and Removing Outliers in the Dataset for Machine Learning-Based Construction Cost Prediction. *Buildings*. 2024. Vol. 14, No. 4. Article 933. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings14040933>
6. Graham J. W. *Missing Data: Analysis and Design*. New York : Springer, 2012. 324 p.
7. Taylor J. R. *An Introduction to Error Analysis: The Study of Uncertainties in Physical Measurements*. 2nd ed. Sausalito : University Science Books, 1997. 327 p.
8. Січний, С. Б. Управління вартістю матеріально-технічних ресурсів підприємствами при будівництві об'єктів для державного замовника : дис....канд. екон. наук : 08.00.04. Київ, 2021. 241 с.
9. CheckPrice. Актуальні ціни будівельних матеріалів. Система моніторингу цін на будівельні матеріали в Україні. URL: <https://checkprice.com.ua> (дата звернення: 10.02.2026).
10. ДП «ДерждорНДІ». Моніторинг цін на матеріали. Інформація про ціни на основні дорожньо-будівельні матеріали. URL: <https://nidi.org.ua> (дата звернення: 10.02.2026).

REFERENCES:

1. Mashoshyna, T. V. (2014). Suchasnyi stan systemy tsinoutvorennia u budivnytstvi ta shliakhy yoho podalshoho udoskonalennia [Current state of the pricing system in construction and ways of its further improvement]. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti – Bulletin of Transport and Industry Economics*, vol. 45, pp. 178–181. Available at: <http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/8749/1/%D0%9Cashoshina.pdf> (accessed February 10, 2026).
2. Sychova, O. Ye. (2013). Formuvannia tsinovoi polityky na produktiiu pidpriemstv budivelnoi haluzi [Formation of pricing policy for construction industry enterprises]. *Ekonomichnyi prostir – Economic scope*, vol. 75, pp. 230–239. Available at: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&image_file_name=PDF/ecpros_2013_75_25.pdf (accessed February 10, 2026).
3. Skrypnyk, O. V. (2019). Faktorny analiz tsin na kliuchovi syrovynni tovary dlia vyhotovlennia budivelnykh materialiv ta vyrobiv v Ukraini [Factor analysis of prices for key raw materials for manufacturing building materials and products in Ukraine]. *Shliakhy pidvyschennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn – Ways to Improve Construction Efficiency*, vol. 40, pp. 119–128. DOI: <https://doi.org/10.32347/2707-501x.2019.40.119-128>
4. Liu, Q., He, P., Peng, S., Wang, T., & Ma, J. (2024). A survey of data-driven construction materials price forecasting. *Buildings*, vol. 14(10), 3156. <https://doi.org/10.3390/buildings14103156>
5. Lee, H., & Yun, S. (2024). Strategies for imputing missing values and removing outliers in the dataset for machine learning-based construction cost prediction. *Buildings*, vol. 14(4), 933. <https://doi.org/10.3390/buildings14040933>
6. Graham, J. W. (2012). *Missing data: Analysis and design*. New York: Springer, 324 p.

7. Taylor, J. R. (1997). An introduction to error analysis: The study of uncertainties in physical measurements (2nd ed.). Sausalito: University Science Books, 327 p.
8. Sichnyi, S. B. (2021). Upravlinnia vartistiu materialno-tekhnichnykh resursiv pidpriemstvamy pry budivnytstvi ob'ektiv dlia derzhavnoho zamovnyka [Management of the cost of material and technical resources by enterprises during the construction of facilities for the state customer]: dys....kand. ekon. nauk : 08.00.04. Kyiv, 2021. 241 p. (in Ukrainian)
9. CheckPrice. Aktualni tsiny budivelnykh materialiv. Systema monitorynhu tsin na budivelni materialy v Ukraini [CheckPrice. Actual prices of construction materials. Price monitoring system for building materials in Ukraine]. Available at: <https://checkprice.com.ua> (accessed February 10, 2026)
10. DP «DerzhdorNDI». Monitorynh tsin na materialy. Informatsiia pro tsiny na osnovni dorozhno-budivelni materialy [SE «DerzhdorNDI». Monitoring of prices for materials. Information on prices for main road construction materials]. Available at: <https://nidi.org.ua> (accessed February 10, 2026)

Дата надходження статті: 30.03.2026

Дата прийняття статті: 20.04.2026

Дата публікації статті: 24.04.2026