

DOI: [10.26565/2311-2379-2024-107-02](https://doi.org/10.26565/2311-2379-2024-107-02)
УДК 311.21:519.237]:332.146:[338.45:69]

О. С. КОРЕПАНОВ*

доктор економічних наук, професор,
професор закладу вищої освіти кафедри статистики, обліку та аудиту
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8499-0819>, e-mail: o.s.korepanov@karazin.ua

Ю. О. ЛАЗЕБНИК*

доктор економічних наук, професор,
професор закладу вищої освіти кафедри статистики, обліку та аудиту
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-2567-9764>, e-mail: y.a.lazebnyk@karazin.ua

В. С. КОВТУН*

магістр
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-4115-2361>, e-mail: vikonruk@gmail.com

* Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ БАГАТОВИМІРНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ РЕГІОНАЛЬНОГО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ: РОЛЬ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ

У статті досліджується соціально-економічний розвиток регіонів України в контексті впливу будівельної галузі, яка відіграє значну роль у формуванні економічної динаміки країни. Основна увага акцентується на аналізі факторів, що визначають розвиток регіонів, з особливим фокусом на будівельну активність, яка є одним із ключових чинників економічного зростання. Метою проведеного дослідження є моделювання факторів впливу на соціально-економічний розвиток регіонів України та оцінка ролі будівництва у цьому процесі. Використовуючи методи факторного аналізу та методу головних компонент, автори аналізують взаємозв'язки між основними економічними показниками, визначаючи ступінь впливу будівельної діяльності. Результати моделювання дозволили виділити три ключові узагальнені фактори, які мають найбільший вплив на регіональний розвиток: стан навколишнього середовища та розвиток промисловості, будівельна активність та розвиток сільського господарства. Особлива увага приділяється аналізу регіональних відмінностей у розвитку будівельної галузі та оцінці її ролі у формуванні соціальної інфраструктури. Виявлено, що будівельна активність, яка значно постраждала внаслідок бойових дій, особливо важлива для відновлення та подальшого зростання економіки регіонів України. З огляду на це, стаття надає рекомендації щодо оптимізації державної політики, спрямованої на стимулювання будівельного сектору з метою підвищення економічної стійкості та розвитку регіональної інфраструктури. Значну увагу приділено застосуванню багатовимірних методів класифікації, зокрема кластерного аналізу, для групування регіонів за рівнем будівельної активності. Це дозволило виокремити регіони з різною динамікою будівництва та виявити найбільш важливі фактори, які впливають на їх економічний розвиток. Зроблено висновки щодо нерівномірності розвитку будівництва в Україні та визначено пріоритети для спрямування ресурсів на відновлення та стимулювання будівельної галузі у постраждалих регіонах. Таким чином, стаття робить вагомий внесок у розвиток підходів до аналізу регіонального розвитку та розробки політики, орієнтованої на відновлення економіки та покращення якості життя в Україні.

Ключові слова: **соціально-економічний розвиток, регіональний розвиток, будівельна галузь, моделювання, факторний аналіз, метод головних компонент, кластерний аналіз.**

JEL Classification: C38, L74, O18, R11.

Постановка проблеми. У сучасних умовах соціально-економічного розвитку країни дедалі важливішим стає питання дослідження регіональних особливостей та чинників, які впливають на економічну динаміку. Ефективність національної економіки значною мірою залежить від збалансованого розвитку її регіонів, що обумовлює необхідність створення цілісної стратегії регіонального управління та планування. Проте в Україні спостерігається значна нерівномірність розвитку регіонів, яка зумовлена різними економічними, інфраструктурними, соціальними та демографічними факторами.



Однією з ключових галузей, що впливає на регіональний розвиток, є будівництво. Інвестиції у будівельну сферу мають потужний мультиплікативний ефект, стимулюючи економічне зростання, створення робочих місць та покращення соціальної інфраструктури. Водночас недостатньо дослідженими залишаються взаємозв'язки між будівельною активністю та основними економічними показниками регіонів, такими як валовий регіональний продукт, рівень зайнятості та доходи населення.

Актуальність проблеми загострюється у зв'язку з повномасштабною війною, яка значно змінила економічний ландшафт країни та спричинила суттєві руйнування у регіонах. У такій ситуації виникає потреба у комплексному аналізі факторів, що впливають на будівельну активність та її роль у соціально-економічному розвитку регіонів, з метою розробки ефективних управлінських рішень для відновлення та сталого розвитку країни.

Незважаючи на значний науковий інтерес до проблем регіонального розвитку, існує дефіцит досліджень, які використовують багатомірні методи статистичного аналізу для оцінки ролі будівельного сектору. Це ускладнює формування чіткої стратегії управління ресурсами та планування регіонального розвитку в умовах невизначеності та економічних викликів.

Аналіз останніх досліджень. Пританням аналізу та моделювання регіонального економічного розвитку, зокрема будівельної галузі, присвячена значна кількість наукових праць вітчизняних і зарубіжних учених. Л. Григор'єва (Григор'єва, 2012) основну увагу приділяла оцінці потенціалу будівельних підприємств з точки зору аналітичного забезпечення інвестицій, розглядала фактори, що впливають на інвестиційну привабливість. У працях В. Биби та В. Гаташа (Биба, 2013) основна увага приділяється оцінці поточного стану та аналізу перспектив розвитку будівельної галузі в Україні, зосереджуючись на основних проблемах і можливостях зростання. Фокус статей Д. Овчаренко (Овчаренко, 2015) зосереджений на аналізі стану та перспектив розвитку будівельної галузі України, зокрема вивчаються економічні фактори та можливі сценарії розвитку. У статті Л. Калініченко (Калініченко, 2017) аналізуються тенденції розвитку будівельної галузі та будівельної продукції України, приділяється увага динаміці змін у секторі. У працях О.В. Горда (Горда, 2020) робиться фокус на топології інформаційного простору в будівництві, досліджуються методи організації та управління інформацією, важливою для будівельних проектів.

В наукових працях зарубіжних авторів, таких як П. Юнга, Т. Крулицький та Я. Бартошова (Junga, 2022), аналізуються динаміка розвитку ринку будівництва протягом 2000-2020 років, зокрема розглядаються фактори впливу на розвиток галузі. Дослідження Е. Ілатова, Ю. Абрахам, Ф. Лінг та З. Чжан (Ilatova, 2022; Ling, 2022) присвячені раннім наслідкам пандемії COVID-19, у тому числі вплив на будівельну галузь у штаті Нью-Йорк, де розглядаються зміни в продуктивності та стратегіях адаптації; вплив на попит, продуктивність і результати будівельних проектів у Сінгапурі.

В роботах Сударшан Д. Коре, Н. Баладжі та Дж. Сударсан (Kore, 2023) основна увага зосереджена на дослідженні екологічно чистих матеріалів у будівництві для досягнення сталого розвитку. Д. Крупнік і Т. Стриєвський (Krupnik, 2023), які досліджували безпеку розвитку будівельної галузі в умовах макроекономічної невизначеності, робили акцент на управлінні ризиками. А в наукових працях З. Альвашах, Г. Свайс та Х. Абу Хаджар (Alwashah, 2024) аналізуються виклики, пов'язані з впровадженням цифрових технологій у будівельній галузі Йорданії, досліджуються бар'єри та мотиваційні фактори.

Також у багатьох працях проводиться економіко-статистичний аналіз із застосуванням сучасних економетричних методів аналізу та моделювання. В роботах Р. Джеймін-Санчаниа та Д. Томсон (Jaumin-Sanchaniya, 2024) робиться фокус на вивченні ефективних практик управління проектами в будівельній галузі, особливо за допомогою кількісних методів оцінки результатів. Дослідження А. Радзі та Р. Рахман (Radzi, 2022) моделює впливи COVID-19 на будівельну галузь та відповідні стратегії з використанням структурного моделювання та PLS–SEM підходу. В роботах Ю. Тан, Н. Ся та Л. Варга (Tang, 2022) аналізується стійка міжнародна конкурентоспроможність регіональної будівельної галузі Китаю з фокусом на просторово-часову еволюцію із застосуванням факторного аналізу. Застосування методу головних компонент (PCA) для аналізу сфери будівництва зустрічається в працях Р. Ромо, А. Алехо-Рейес та Ф. Ороско (Romo, 2024).

Таким чином, більшість статей фокусуються на аналізі стану та викликів у будівельній галузі за певних умов або на конкретних ринках. Проте недостатньо уваги було приділено

використанню інноваційних статистичних методів та підходів до моделювання в умовах невизначеності, а також адаптації стратегій управління проектами у нестабільних економічних середовищах. Майбутні дослідження варто спрямувати на аналіз застосування сучасних аналітичних технологій та розвиток методів прогнозування у будівництві.

Мета роботи полягає в обґрунтуванні методичних й організаційних положень аналізу та моделювання факторів впливу на соціально-економічний розвиток регіонів України та оцінка ролі будівництва у цьому процесі.

Основні результати дослідження. У сучасних умовах соціально-економічний розвиток регіонів відіграє вирішальну роль у формуванні загальної стратегії економічного зростання країни. Регіональні відмінності, пов'язані з економічними, демографічними, інфраструктурними та іншими чинниками, вимагають детального дослідження для створення ефективних управлінських рішень. Важливим елементом цього процесу є моделювання факторів, які впливають на розвиток регіонів, що дозволяє прогнозувати їх економічну динаміку та визначати ключові напрями державної політики.

Будівництво, як одна з найбільш значущих галузей економіки, має суттєвий вплив на регіональний розвиток. Інвестиції в будівельну галузь стимулюють економічне зростання, створюють нові робочі місця, покращують інфраструктуру та підвищують рівень життя населення. Важливо враховувати, що будівельна активність не лише впливає на економічні показники, але й сприяє розвитку соціальної інфраструктури, що підвищує якість життя в регіонах.

У даному дослідженні здійснено моделювання впливу узагальнених факторів на соціально-економічний розвиток регіонів. Особлива увага приділяється оцінюванню впливу будівництва на основні економічні показники, такі як валовий регіональний продукт, рівень зайнятості, доходи населення та інфраструктурний розвиток. Метою проведеного аналізу є виявлення найбільш значущих взаємозв'язків між будівельною активністю та соціально-економічним розвитком регіонів, а також розробка рекомендацій для оптимізації державної політики у сфері регіонального розвитку.

При моделюванні факторів впливу на соціально-економічний розвиток регіонів можна використовувати спеціальні економетричні методи, які допомагають виявити та узагальнити основні фактори, які мають суттєвий вплив на досліджувані процеси або системи. До основних методів, що використовуються для досягнення зазначеної мети, відносяться факторний аналіз та метод головних компонент (Єріна, 2014; Корепанов, 2022; Lazebnyk, 2022; Salem, 2019; Xiong, 2023).

Факторний аналіз і метод головних компонент є потужними інструментами для аналізу багатовимірних даних, які дозволяють виявляти основні структури та приховані зв'язки між змінними. У контексті моделювання соціально-економічного розвитку регіонів та визначення впливу будівельної активності, ці методи мають як переваги, так і певні недоліки.

Основними перевагами факторного аналізу є те, що даний метод дозволяє знаходити неочевидні кореляції між змінними, що може бути корисним для виявлення взаємозв'язків між будівельною активністю та економічними показниками різних регіонів. Факторний аналіз може застосовуватися до різноманітних типів даних, що дозволяє його використовувати у різних економічних моделях та галузях, зокрема в регіональному аналізі.

Але значними недоліками даного методу є складність інтерпретації (після проведення факторного аналізу виникає проблема інтерпретації отриманих факторів. У багатьох випадках важко чітко пояснити економічний зміст кожного фактора, особливо якщо він об'єднує багато різних змінних) та вимога до великих вибірок (для коректного виконання факторного аналізу необхідна велика кількість даних, що може бути складним завданням у контексті регіонального аналізу в Україні, де для деяких регіонів може бути обмежена доступність або повнота даних).

Основними перевагами методу головних компонент (PCA) є зниження вимірності (як і факторний аналіз, метод головних компонент допомагає зменшити кількість змінних до кількох основних компонент, що дає змогу спростити роботу з великим набором економічних даних, зберігаючи при цьому основну інформацію); оптимізація пояснювальної сили (PCA перетворює дані таким чином, що перші кілька компонент містять максимальну варіацію, що дозволяє зосередитися на найважливіших змінних, які найбільше впливають на регіональний розвиток і будівельну активність); відсутність припущень про латентні фактори (на відміну від факторного аналізу, метод головних компонент не потребує припущення про існування латентних

факторів, що спрощує застосування в різних ситуаціях і дозволяє більше уваги приділяти математичній структурі даних) та мінімізація втрат інформації (PCA намагається зберегти максимальну кількість інформації в кількох перших компонентах, що дозволяє уникнути значних втрат при зниженні вимірності даних).

Вибір конкретного методу залежить від обраного об'єкту дослідження, наявних статистичних даних і цілей дослідження. Для досягнення поставленої в даному дослідженні мети обрано метод головних компонент. Цей метод дозволив на базі існуючих зв'язків між ознаками виявити узагальнені характеристики досліджуваних явищ і процесів. Сутність даного методу полягає в переході від численної множини ознак до меншої кількості максимально інформативних узагальнених компонент.

Для виявлення компонент, склад яких легко інтерпретувати, доцільно застосовувати методи, які базуються на обертанні факторів (Єріна, 2014):

- графічний метод обертання;
- аналітичні методи: варімакс, кватримакс, еквімакс, бікватримакс.

Зазначені методи ґрунтуються на тому, що перед виділенням головних компонент потрібно задати їхню кількість (Єріна, 2014).

Для визначення оптимальної кількості компонент можна скористатися критерієм Кайзера або методом Каттелла, також відомим як метод «кам'янистого обвалу». Відповідно до критерію Кайзера, для подальшого аналізу залишають лише ті фактори, які мають власні числа більше одиниці. Метод Каттелла передбачає побудову графіка власних чисел кореляційної матриці в порядку зменшення. Виділення компонент завершується на тому моменті, коли зменшення власних чисел стає менш різким.

Якщо після того, як враховано 75% загальної варіації, наступна компонента пояснює незначну частку дисперсії, вона може бути виключена, оскільки її внесок у загальну мінливість вважається неважливим (Єріна, 2014). Для адекватної економічної інтерпретації результатів доцільно використовувати моделі, де кількість компонент становить від однієї до п'яти.

Розглянуті теоретичні засади методу головних компонент були використані з метою виявлення факторів соціально-економічного розвитку регіонів та визначення впливу будівництва на цей розвиток.

Розрахунки були здійснені з використанням ППП "Statistica" (надбудова "Factor analysis"). Інформаційною базою дослідження є статистичні дані, що відображують соціально-економічний розвиток регіонів України у 2022-2023 рр. (Державна служба статистики України, 2024).

Для моделювання факторів впливу були обрані такі показники:

1. Обсяг виробленої будівельної продукції (млн.грн) – X_1 ;
2. Обсяг виробленої будівельної продукції (будівництво будівель) (млн.грн);
3. Обсяг виробленої будівельної продукції (будівництво інженерних споруд) (млн.грн);
4. Загальна площа житлових будівель, прийнятих в експлуатацію (m_2);
5. Загальна площа нежитлових будівель, прийнятих в експлуатацію (m_2);
6. Обсяг реалізованої промислової продукції (млн.грн);
7. Продукція сільського господарства у підприємствах (млн грн);
8. Продукція рослинництва (млн грн);
9. Продукція тваринництва (млн грн);
10. Продукція сільського господарства в господарствах населення (млн грн);
11. Вартість реалізованої лісової продукції (млн.грн);
12. Капітальні інвестиції на охорону навколишнього природного середовища (тис.грн);
13. Витрати на охорону навколишнього природного середовища (млн.грн);
14. Витрати на наукові дослідження і розробки за видами робіт (млн.грн);
15. Капітальні інвестиції (млн.грн);
16. Валовий регіональний продукт (млн. грн);
17. Капітальні інвестиції за видом економічної діяльності Будівництво (тис.грн).

Для наочної оцінки виділення головних компонент застосували графічний підхід, зокрема метод «кам'янистий обвал» (рис. 1). По осі ординат відкладені значення власних чисел кореляційної матриці. Кількість головних компонент визначали за тими значеннями власних чисел, які перевищували одиницю. В результаті було виділено три основні компоненти.

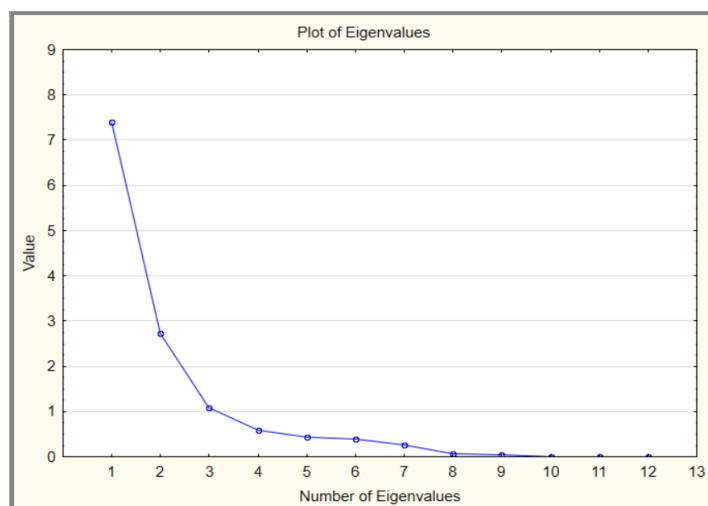


Рис. 1. Графічне зображення розрахованих власних чисел кореляційної матриці (критерій «кам'янистий обвал»)

Fig. 1. Graphical representation of the calculated eigenvalues of the correlation matrix ("scree criterion")

Джерело: побудовано автором з використанням ППП «Statistica».

За даними побудованої кореляційної матриці визначені факторні навантаження, власні числа, а також внесок окремих компонент у сумарну дисперсію. Результати проведених розрахунків представлені в табл. 1.

Таблиця 1 – Власні числа головних компонент та внесок окремих компонент у сумарну дисперсію

Table 1 – Eigenvalues of the main components and the contribution of individual components to the total variance

Eigenvalues (Spreadsheet1) Extraction: Principal components				
	Eigenvalue	% Total – variance	Cumulative – Eigenvalue	Cumulative – %
1	7,3918	56,8601	7,3918	56,8601
2	2,7277	22,9828	10,1195	77,8428
3	1,0883	8,3721	11,2079	88,2649

Джерело: побудовано автором з використанням ППП «Statistica» на основі даних (Державна служба статистики України, 2024).

Таким чином, власні числа головних компонент дорівнюють: 7,4; 2,7 та 1,1, а ступінь факторизації (сумарний внесок окремих компонент у сумарну дисперсію) – 88,3%. Це свідчить про те, що виділені три головні компоненти пояснюють 88,3% загальної варіації початкових ознак. Це є доволі високим показником та достатнім для визнання результатів моделювання адекватними.

Для виявлення більш простої факторної структури в дослідженні використано процедуру обертання факторів «варімакс нормалізований». Факторні навантаження виділених головних компонент після застосування процедури обертання методом «варімакс нормалізований» наведені в табл. 2.

Як видно з таблиці 3.4, властиві числа і внесок окремих компонент у сумарну дисперсію відрізняються від первинних, проте сумарний їх внесок після процедури обертання не змінився. Таким чином, внесок першої компоненти в сумарну дисперсію ознакової множини

склав 32,8%, другої – 25,5%, третьої – 30,0%, разом – 88,3% сумарної варіації, що свідчить про високий рівень факторизації.

Економічна інтерпретація виділених головних компонент проводилась лише для тих ознак, факторні навантаження яких більші, ніж 0,7 (Єріна, 2024).

Першу головну компоненту (узагальнений фактор) навантажують ознаки:

X_6 – Обсяг реалізованої промислової продукції;

X_{12} – Капітальні інвестиції на охорону навколишнього природного середовища;

X_{13} – Витрати на охорону навколишнього природного середовища.

Всі перелічені ознаки є значимими, але найбільший вплив мають X_{12} та X_{13} . Ці показники характеризують навколишнє природне середовище. Тому перша головна компонента може бути проінтерпретована як навколишнє природне середовище та промисловість.

Таблиця 2 – Факторні навантаження виділених головних компонент після обертання методом «варімакс нормалізований»

Table 2 – Factor loadings of selected main components after rotation by the "varimax normalized" method

Ознаки	Компонента 1	Компонента 2	Компонента 3
X_1	0,368360	0,098895	0,919992
X_2	0,223025	0,151139	0,930474
X_3	0,446535	0,055345	0,851140
X_4	0,198976	0,645629	0,257002
X_5	0,331003	0,045987	0,308401
X_6	0,813181	-0,026086	0,339345
X_7	0,058084	0,960056	0,102946
X_8	-0,014179	0,907200	0,141788
X_9	0,242373	0,810328	-0,037716
X_{10}	0,106622	0,759325	0,120274
X_{11}	0,095855	0,275059	0,052731
X_{12}	0,918430	0,156738	0,229018
X_{13}	0,919619	0,181504	0,292542
X_{14}	0,681065	0,072501	0,647376
X_{15}	0,599994	0,451085	0,481467
X_{16}	0,705586	0,195112	0,609401
X_{17}	0,182035	0,041175	0,240417
Властиві числа	4,130682	3,318605	3,758660
Ступінь факторизації	0,327745	0,255277	0,299628

Джерело: побудовано автором з використанням ППП «Statistica» на основі даних (Державна служба статистики України, 2024).

Друга головна компонента навантажена ознаками:

X_7 – Продукція сільського господарства у підприємствах;

X_8 – Продукція рослинництва;

X_9 – Продукція тваринництва;

X_{10} – Продукція сільського господарства в господарствах населення.

Вона легко інтерпретується як узагальнений фактор розвитку сільського господарства.

Третя головна компонента навантажена ознаками:

X_1 – Обсяг виробленої будівельної продукції;

X_2 – Обсяг виробленої будівельної продукції (будівництво будівель);

Х₃ – Обсяг виробленої будівельної продукції (будівництво інженерних споруд).

Ця компонента характеризується показниками розвитку будівництва.

Таким чином, в процесі проведеного дослідження побудовано модель головних компонент, яка перетворила 17-вимірний простір ознак у 3-вимірний простір узагальнених факторів.

За результатами моделювання факторів впливу виділено, оцінено за ступенем впливу на соціально-економічний розвиток (сумарний вплив – 88,3%) та ранжовано за ступенем значущості наступні узагальнені фактори:

- 1) стан навколишнього природного середовища та розвиток промисловості (вплив – 32,8%);
- 2) розвиток будівництва (вплив – 30,0%);
- 3) розвиток сільського господарства (вплив – 25,5%).

Тобто в останні роки роль будівництва в загальному соціально-економічному розвитку регіонів відіграє значну роль і за рівнем впливу стоїть одразу після екології та промисловості. Що дозволяє обґрунтовувати важливість проведення досліджень, спрямованих на аналіз цієї галузі з метою вироблення ефективних управлінських рішень щодо подальшого її розвитку.

Одним із важливих аспектів аналізу будівельного сектору є вивчення регіональних особливостей його розвитку. Ця тема є надзвичайно актуальною для аналітиків та статистиків, оскільки дозволяє глибше зрозуміти нерівномірність та закономірності будівельної діяльності в різних частинах країни. Це набуває особливого значення для України, де існує значна різниця у рівні економічного розвитку та інфраструктури між регіонами.

Дослідження регіональних відмінностей у будівництві відкриває нові перспективи для формування обґрунтованих висновків та рекомендацій, спрямованих на покращення ситуації в будівельній галузі. Такі дослідження дозволяють детальніше вивчити специфічні проблеми окремих областей, а також визначити перспективи для залучення інвестицій та стимулювання сталого розвитку.

Аналіз розвитку ринку будівництва в регіональному розрізі України набуває особливої актуальності в умовах повномасштабної війни, яка триває з моменту вторгнення російської федерації. Це вторгнення спричинило значні зміни в економічному ландшафті країни, особливо вплинувши на будівельну галузь. В таких умовах дослідження динаміки розвитку ринку будівництва в різних регіонах є не просто доцільним, але й вкрай необхідним для розуміння ситуації та визначення пріоритетів для відновлення.

Через активні бойові дії на сході та півдні країни значна частина регіонів переживає руйнування житлової та інфраструктурної забудови. Це призвело до майже повної зупинки будівництва в зонах конфлікту. Аналіз регіональних даних дозволяє виявити, які регіони зазнали найбільших збитків, а де є можливості для подальшого розвитку, відновлення або перерозподілу ресурсів.

Внаслідок військової агресії мільйони людей були змушені покинути свої домівки, що спричинило різке збільшення населення в західних та центральних регіонах. Це призвело до підвищеного попиту на житлове та інфраструктурне будівництво у відносно безпечних регіонах, таких як Львівська, Івано-Франківська, Тернопільська та інші області. Аналіз допоможе виявити, де саме виникла необхідність в інтенсивному розвитку будівництва для задоволення зростаючих потреб населення.

Бойові дії змінили інвестиційні пріоритети як внутрішніх, так і зовнішніх інвесторів. Центральні та західні області стали привабливішими для інвестицій в будівництво через їхню відносну безпеку. Аналіз ринку допоможе оцінити, які регіони мають найбільший потенціал для розвитку та залучення інвестицій у відбудову та нові проекти.

Війна спричинила масштабні руйнування інфраструктури, особливо на сході країни. Для успішного планування післявоєнного відновлення важливо мати чітке розуміння поточного стану будівельного сектору в різних регіонах. Регулярний аналіз ринку будівництва дозволить розробити ефективні державні програми для відбудови постраждалих регіонів і визначити найбільш пріоритетні напрямки відновлювальних робіт.

Таким чином, комплексне дослідження розвитку будівельної галузі в регіональному розрізі в умовах війни є не лише важливим, але й необхідним кроком для ефективного планування відновлення країни після завершення бойових дій. Це дозволяє виявити ключові тенденції,

нерівномірності та визначити пріоритети для інвестицій та державної підтримки, враховуючи поточні реалії та післявоєнні перспективи розвитку будівельного сектору України.

Попередній регіональний аналіз за окремими показниками розвитку будівництва свідчить про неоднозначність розвитку цього ринку за регіонами України відповідно до різних показників. Тож доцільно провести більш поглиблений аналіз регіонального розвитку з одночасним урахуванням кількох основних показників розвитку будівництва. Це можна зробити із застосуванням багатомірних методів класифікації об'єктів, а саме, кластерного аналізу (Єріна, 2024; Лазебник, 2023; Bieliienkova, 2024).

Кластеризація регіонів за рівнем розвитку будівельної діяльності є важливим інструментом для оцінки сильних і слабких сторін різних територій з точки зору їх будівельної активності. Вона дозволяє детально проаналізувати ключові чинники, що впливають на динаміку цього сектору в окремих частинах країни. Такий підхід допомагає не лише виявити пріоритети розвитку в кожному регіоні, але й сформулювати конкретні рекомендації щодо оптимізації будівельних процесів та раціонального розподілу ресурсів. Аналіз, проведений за окремими групами регіонів, дозволяє визначити основні тенденції та фактори, що визначають розвиток галузі, і на основі цього запропонувати шляхи для покращення ситуації.

Для виконання цього завдання були зібрані та опрацьовані дані про стан будівельної галузі в регіонах України за 2023 рік (Державна служба статистики України, 2024). Для проведення кластерного аналізу було обрано низку ключових показників, що відображають специфіку розвитку будівництва в кожному регіоні.

1. Показники завершення будівництва:

- загальна площа житлових будівель, прийнятих в експлуатацію, м²;
- загальна площа нежитлових будівель, прийнятих в експлуатацію, м²;

2. Показники обсягів виробленої будівельної продукції за видами, млн грн:

- будівлі житлові та нежитлові, млн. грн;
- інженерні споруди, млн. грн.

Обрані показники характеризуються різними одиницями виміру, тому було використано процедуру нормування з наступним розрахунком (Єріна, 2014):

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - x_i}{\sigma_i} \quad (1)$$

Для кластеризації регіонів України щодо рівня розвитку будівництва в дослідженні застосовано спеціальне програмне забезпечення «Statistica» 10.0.

Кластеризація регіонів України щодо рівня розвитку будівництва здійснювалась з використанням різних алгоритмів і методів кластерного аналізу. На основі методу Ворда було зроблено припущення щодо можливості об'єднання регіонів України в два кластери. Дендрограма одержаного об'єднання наведена на рис. 2 та табл. 3.

Таблиця 3 – Групування регіонів України за рівнем розвитку будівництва методом Ворда (2 кластера)

Table 3 – Grouping of Ukrainian regions by the level of construction development using Ward's method (2 clusters)

Групи регіонів	Регіони України	Кількість регіонів у групі
1	Дніпропетровська, Харківська, Київська, Львівська, м. Київ	5
2	Вінницька, Волинська, Донецька, Житомирська, Закарпатська, Запорізька, Івано-Франківська, Кіровоградська, Миколаївська, Одеська, Полтавська, Рівненська, Сумська, Тернопільська, Херсонська, Хмельницька, Черкаська, Чернівецька, Чернігівська	19

Джерело: побудовано автором на основі даних (Державна служба статистики України, 2024)

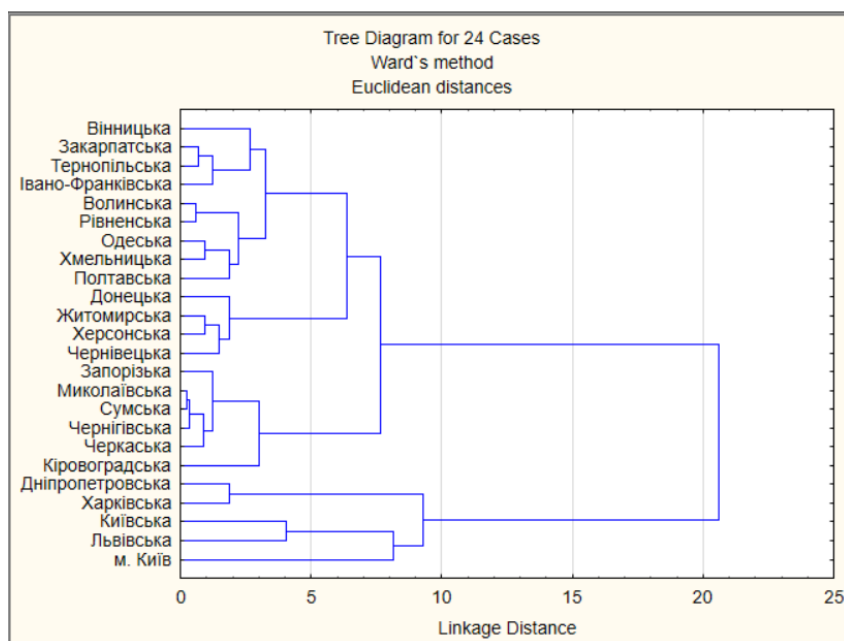


Рис. 2. Дендрограма об'єднання регіонів України методом Ворда
Fig. 2. Dendrogram of the clustering of Ukrainian regions using Ward's method

Джерело: побудовано автором на основі даних (Державна служба статистики України, 2024).

Деталізовані результати щодо інтерпретації отриманих груп регіонів були досягнуті за допомогою ітеративного кластерного аналізу, зокрема, за допомогою алгоритму k-середніх, який передбачав поділ на три кластери. В результаті застосування алгоритму k-середніх для групування регіонів у три кластери було отримано кластеризацію, що наведена у табл. 4.

Таблиця 4 – Групування регіонів України за рівнем розвитку будівництва за допомогою алгоритму k-середніх (3 кластера)
Table 4 – Grouping of Ukrainian regions by the level of construction development using the k-means algorithm (3 clusters)

Групи регіонів	Регіони	Кількість регіонів у групі
1	м. Київ, Київська, Львівська	3
2	Волинська, Запорізька, Кіровоградська, Миколаївська, Полтавська, Рівненська, Сумська, Херсонська, Черкаська, Чернігівська	10
3	Вінницька, Дніпропетровська, Донецька, Житомирська, Закарпатська, Івано-Франківська, Одеська, Тернопільська, Харківська, Хмельницька, Чернівецька	11

Джерело: побудовано автором на основі даних (Державна служба статистики України, 2024).

Для характеристики одержаних кластерів доцільно проаналізувати середні значення досліджуваних показників групування. Розраховані середні значення нормованих ознак показників розвитку ринку будівництва за регіонами України представлені графічно на рис. 3.

Аналіз середніх значень (рис. 3) дозволив зробити висновок, що регіони, які були віднесені до першої групи (м. Київ, Київська та Львівська області) мають найвищий рівень розвитку будівництва. Регіони, які віднесені до третьої групи (Вінницька, Дніпропетровська,

Донецька, Житомирська, Закарпатська, Івано-Франківська, Одеська, Тернопільська, Харківська, Хмельницька, Чернівецька), мають також досить високий рівень розвитку будівництва, але значно нижчий, ніж регіони першої групи. Регіони другої групи характеризуються доволі низьким рівнем розвитку будівництва.

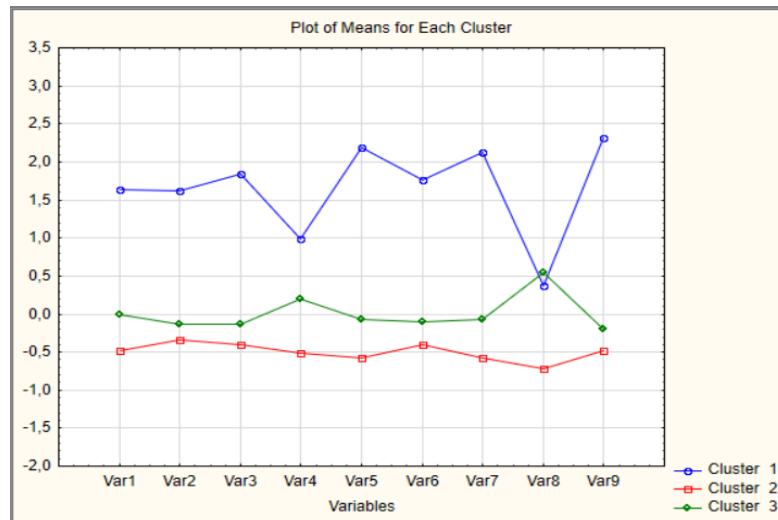


Рис. 3. Середні значення ознак щодо розвитку ринку будівництва за регіонами України (методом *k*-середніх – 3 кластера)

Fig. 3. Mean values of features related to the development of the construction market by regions of Ukraine (using the k-means method – 3 clusters)

Джерело: побудовано автором на основі даних (Державна служба статистики України, 2024).

Використання кластерного аналізу для групування регіонів України за рівнем будівельної активності виявилось ефективним, що дозволило виділити три основні групи регіонів із різною динамікою розвитку будівництва. Завдяки цьому методу вдалося впорядкувати регіони на основі їх будівельної діяльності та проаналізувати ключові чинники, які впливають на розвиток цієї галузі.

Результати класифікації відкрили нові можливості для аналізу сильних та слабких сторін кожної групи регіонів. Це допомагає сформувати стратегії для пріоритетного розвитку будівництва в різних частинах країни, а також розробити рекомендації, спрямовані на підвищення продуктивності будівельного сектору. Кластеризація також полегшує оптимізацію використання ресурсів у будівельній сфері.

Проведений аналіз будівельної активності за регіонами, що базується на кластерному підході, дозволив виявити ключові закономірності та фактори, які впливають на розвиток будівельної галузі. Це відкриває можливості для подальшої оптимізації процесів та вдосконалення умов для зростання цієї сфери.

Загалом, результати кластерного аналізу забезпечують глибше розуміння стану будівництва в різних регіонах України, що дозволить ефективніше планувати розвиток галузі та приймати обґрунтовані рішення для її покращення.

Висновки. Моделювання факторів соціально-економічного розвитку регіонів і визначення впливу будівництва дало можливість оцінити, яким чином будівельна активність впливає на загальний економічний розвиток регіонів. Було встановлено, що будівництво є важливим чинником соціально-економічного зростання, особливо в умовах післявоєнного відновлення. Моделі продемонстрували, що інвестиції у будівельну галузь стимулюють економічну активність, створюють нові робочі місця та позитивно впливають на інфраструктурний розвиток регіонів.

Комплексний регіональний аналіз розвитку ринку будівництва виявив значні відмінності у будівельній активності між різними частинами України. Завдяки кластеризації регіонів вдалося

виділити групи областей зі схожими показниками будівельної активності, що сприяло глибшому розумінню специфіки кожного регіону. Особливу увагу було приділено регіонам, що перебувають у зоні активних бойових дій, де будівництво зазнало найбільшого впливу, на відміну від більш стабільних областей у центральній та західній частинах країни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Григор'єва Л.В. Оцінка потенціалу будівельних підприємств як аналітичне забезпечення інвестування. *Ефективна економіка*. 2012. № 9. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2012_9_6
2. Биба В.В., Гаташ В.С. Стан та перспективи розвитку будівельної галузі України. Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво) ПолтНТУ. 2013. Вип. 4(39). Т. 2. С. 3–9.
3. Овчаренко Д. Стан та перспективи розвитку будівельної галузі України. *Траєкторія науки*. 2015. № 1. URL: <http://pathofscience.org/index.php/ps/article/view/6>
4. Калініченко Л.Л., Сидорова Ю.Р. Аналіз тенденцій розвитку будівельної галузі та будівельної продукції України. *Молодий вчений*. 2017. № 4.4. С. 64–68.
5. Горда О.В. Топологія інформаційного простору в будівництві. *Будівельне виробництво*. Київ, 2020. Вип. 70. С. 39–44.
6. Junga P., Krulický T., Bartošová J. Analysis of construction market in the CR in the years 2000-2020. *6th World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium, WMCAUS 2021*. Prague. 30 August 2021 - 3 September 2021. AIP Conference Proceedings. Volume 2574. 15 November 2022. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0105910>
7. Ilatova E., Abraham Y.S., Celik B.G. Exploring the Early Impacts of the COVID-19 Pandemic on the Construction Industry in New York State. (2022) *Architecture*, Vol. 2 (Issue-3), P. 457–475. DOI: <https://doi.org/10.3390/architecture2030026>
8. Ling F.Y.Y., Zhang Z., Yew A.Y.R. Impact of COVID-19 Pandemic on Demand, Output, and Outcomes of Construction Projects in Singapore. *Journal of Management in Engineering*. 2022. Vol. 38. Issue-2. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0001020](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0001020)
9. Kore Sudarshan D., Balaji N., Sudarsan J.S., Bhoyar, S. Feasibility Study of Materials on Developing Green Materials to Achieve Sustainability in Building Construction. *Advances in Science, Technology and Innovation. 2nd International Conference on Smart Sustainable Materials and Technologies, ICSSMT 2023*. Trichy. 30 August 2023 - 31 August 2023. 2024. P. 77–87. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-50024-4_8
10. Krupnik D., Stryjewski T. Security of the development of the construction industry in conditions of macroeconomic market uncertainty. *Systemy Logistyczne Wojsk*. 2023. Vol. 59, Issue-2. P. 189–208. DOI: <https://doi.org/10.37055/slww/186383>
11. Alwashah Z., Sweis G.J., Abu Hajar H., Abu-Khader W., Sweis R.J. Challenges to adopt digital construction technologies in the Jordanian construction industry. *Construction Innovation*. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1108/CI-03-2023-0056>
12. Jaymin-Sanchaniya R., Thomson D., Kundzina A., Geipele I. Effective Project Management Practices in Construction Industry: Quantitative Study. *Engineering for Rural Development*. 2024. Vol. 23. P. 85–92.. DOI: <https://doi.org/10.22616/ERDev.2024.23.TF017>
13. Radzi A.R., Rahman R.A., Almutairi S. Modeling COVID-19 Impacts and Response Strategies in the Construction Industry: PLS–SEM Approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. May-1 2022. Vol. 19, Issue-9. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph19095326>
14. Tang Y., Xia N., Varga L., Tan Y., Hua X., Li Q. Sustainable international competitiveness of regional construction industry: Spatiotemporal evolution and influential factor analysis in China. *Journal of Cleaner Production*. February 2022. Vol. 33720. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130592>
15. Romo R., Alejo-Reyes A., Orozco F. Statistical Analysis of Lean Construction Barriers to Optimize Its Implementation Using PLS-SEM and PCA. *Buildings*. February 2024. Vol. 14, Issue-2. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings14020486>
16. Єріна А.М., Єрін Д.Л. Статистичне моделювання та прогнозування: підруч. Київ: KHEU, 2014. 348 с.

17. Корепанов О.С., Лазебник Ю.О., Момотюк Л.Є., Парфенцева Н.О., Чала Т.Г., Корепанов Г.С., Черненко Д.І. Статистичне моделювання факторів формування якості зайнятості в Україні. *Бізнес Інформ*. 2022. № 1. С. 172–178. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2022-1-172-178>

18. Lazebnyk I., Korepanov O., Chala T., Korepanov G., Chernenko D., Plumite U., Komlieva M. Statistical modelling of factors influencing the agricultural land market in Ukraine. *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*. Latvia. 2022. Vol. 59. Issue 6. P. 52–67. DOI: <https://doi.org/10.2478/lpts-2022-0047>

19. Salem N., Hussein S. Data Dimensional Reduction and principal components analysis. *Procedia Computer Science*. 2019. Vol. 163. P. 292–299. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.12.111>

20. Xiong Q., Tang W., Wang Z. Factor analysis and system construction of integrated water resource management in the Xiong'an New Area. *Journal of Tsinghua University*. 2023. Vol. 63, Issue-2, P. 255–263. DOI: <https://doi.org/10.16511/j.cnki.qhdxsb.2022.22.060>

21. Державна служба статистики України. Офіційний веб-сайт. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>

22. Лазебник Ю.О., Гецько Ю.Ю. Кластеризація регіонів України за рівнем розвитку будівництва як підґрунтя для розроблення стратегії сталого розвитку регіонів // *Modern research in science and education*. Proceedings of the 4th International scientific and practical conference (Чикаго, 7-9 грудня 2023 р.). USA, Chicago: BoScience Publisher. 2023. P. 958–965.

23. Bielienskova O., Kishchenko T., Matsapura O., Abay A., Ryzhakova G., Mostovenko O. Institutional measurement of structural characteristics of residential real estate markets using the method of cluster analysis. *SIST 2024 – 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies*, Proceedings. P. 612 – 617. 2024. 4th IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies, SIST 2024. Astana. 15 May 2024 - 17 May 2024. DOI: <https://doi.org/10.1109/SIST61555.2024.10629395>

Стаття надійшла до редакції 18.10.2024

Стаття рекомендована до друку 12.12.2024

REFERENCES

1. Hryhoriiieva, L. V. (2012). Evaluation of the potential of construction enterprises as analytical support for investment. *Effective Economy*, 9. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2012_9_6 (in Ukrainian)
2. Byba, V. V., & Hatash, V. S. (2013). State and prospects of the construction industry development in Ukraine. *Collection of Scientific Works (Industrial Engineering, Construction) PolNTU*, 4(39), 2, 3-9. (in Ukrainian)
3. Ovcharenko, D. (2015). State and prospects of construction industry development in Ukraine. *Path of Science*, 1. Retrieved from <http://pathofscience.org/index.php/ps/article/view/6> (in Ukrainian)
4. Kalinichenko, L. L., & Sydorova, Y. R. (2017). Analysis of trends in the development of the construction industry and construction products of Ukraine. *Young Scientist*, 4.4, 64-68. (in Ukrainian)
5. Horda, O. V. (2020). Topology of the information space in construction. *Construction Production*, 70, 39-44. (in Ukrainian)
6. Junga, P., Krulický, T., & Bartošová, J. (2022). Analysis of the construction market in the CR in the years 2000-2020. 6th World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium, WMCAUS 2021. AIP Conference Proceedings, 2574. doi: <https://doi.org/10.1063/5.0105910>
7. Ilatova, E., Abraham, Y. S., & Celik, B. G. (2022). Exploring the early impacts of the COVID-19 pandemic on the construction industry in New York State. *Architecture*, 2(3), 457-475. doi: <https://doi.org/10.3390/architecture2030026>
8. Ling, F. Y. Y., Zhang, Z., & Yew, A. Y. R. (2022). Impact of COVID-19 pandemic on demand, output, and outcomes of construction projects in Singapore. *Journal of Management in Engineering*, 38(2). doi: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0001020](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0001020)

9. Kore, S. D., Balaji, N., Sudarsan, J. S., & Bhoyar, S. (2024). Feasibility study of materials on developing green materials to achieve sustainability in building construction. *Advances in Science, Technology and Innovation*, 2nd International Conference on Smart Sustainable Materials and Technologies, 77-87. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-031-50024-4_8
10. Krupnik, D., & Stryjewski, T. (2023). Security of the development of the construction industry in conditions of macroeconomic market uncertainty. *Systemy Logistyczne Wojsk*, 59(2), 189-208. doi: <https://doi.org/10.37055/slww/186383>
11. Alwashah, Z., Sweis, G. J., Abu Hajar, H., Abu-Khader, W., & Sweis, R. J. (2024). Challenges to adopt digital construction technologies in the Jordanian construction industry. *Construction Innovation*. doi: <https://doi.org/10.1108/CI-03-2023-0056>
12. Jaymin-Sanchaniya, R., Thomson, D., Kundzina, A., & Geipele, I. (2024). Effective project management practices in construction industry: Quantitative study. *Engineering for Rural Development*, 23, 85-92. doi: <https://doi.org/10.22616/ERDev.2024.23.TF017>
13. Radzi, A. R., Rahman, R. A., & Almutairi, S. (2022). Modeling COVID-19 impacts and response strategies in the construction industry: PLS-SEM approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9). doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph19095326>
14. Tang, Y., Xia, N., Varga, L., Tan, Y., Hua, X., & Li, Q. (2022). Sustainable international competitiveness of regional construction industry: Spatiotemporal evolution and influential factor analysis in China. *Journal of Cleaner Production*, 337. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130592>
15. Romo, R., Alejo-Reyes, A., & Orozco, F. (2024). Statistical analysis of lean construction barriers to optimize its implementation using PLS-SEM and PCA. *Buildings*, 14(2), 486. doi: <https://doi.org/10.3390/buildings14020486>
16. Yerina, A. M., & Yerin, D. L. (2014). Statistical modeling and forecasting: Textbook. Kyiv: KNEU. (in Ukrainian)
17. Korepanov, O. S., Lazebnyk, Yu. O., Momotyuk, L. Ye., Parfentseva, N. O., Chala, T. G., Korepanov, G. S., & Chernenko, D. I. (2022). Statistical modeling of factors shaping employment quality in Ukraine. *Business Inform*, 1, 172-178. doi: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2022-1-172-178> (in Ukrainian)
18. Lazebnyk, I., Korepanov, O., Chala, T., Korepanov, G., Chernenko, D., Plumite, U., & Komlieva, M. (2022). Statistical modelling of factors influencing the agricultural land market in Ukraine. *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*, 59(6), 52-67. doi: <https://doi.org/10.2478/lpts-2022-0047>
19. Salem, N., & Hussein, S. (2019). Data dimensional reduction and principal components analysis. *Procedia Computer Science*, 163, 292-299. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.12.111>
20. Xiong, Q., Tang, W., & Wang, Z. (2023). Factor analysis and system construction of integrated water resource management in the Xiong'an New Area. *Journal of Tsinghua University*, 63(2), 255-263. doi: <https://doi.org/10.16511/j.cnki.qhdxxb.2022.22.060>
21. State Statistics Service of Ukraine. (n.d.). Official website. Retrieved from <https://www.ukrstat.gov.ua>
22. Lazebnyk, Yu. O., & Hatsko, Yu. Yu. (2023). Clustering of regions of Ukraine by construction development level as a basis for developing sustainable development strategies for regions. In *Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference, Modern Research in Science and Education* (pp. 958-965). BoScience Publisher. (in Ukrainian)
23. Bielenkova, O., Kishchenko, T., Matsapura, O., Abay, A., Ryzhakova, G., & Mostovenko, O. (2024). Institutional measurement of structural characteristics of residential real estate markets using cluster analysis. In *Proceedings of the 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies, SIST 2024*, 612-617. doi: <https://doi.org/10.1109/SIST61555.2024.10629395>

The article was received by the editors 18.10.2024

The article is recommended for printing 12.12.2024

O. KOREPANOV*, D.Sc. (Economics), Professor, Professor of the Department of Statistics, Accounting and Auditing, <http://orcid.org/0000-0002-8499-0819>, o.s.korepanov@karazin.ua

I. LAZEBNYK*, D.Sc. (Economics), Professor, Professor of the Department of Statistics, Accounting and Auditing, <http://orcid.org/0000-0002-2567-9764>, y.a.lazebnyk@karazin.ua

V. KOVTUN*, Master, <https://orcid.org/0009-0002-4115-2361>, vikonruk@gmail.com

* V.N. Karazin Kharkiv National University, 4 Svobody Sq., Kharkiv, 61022, Ukraine

APPLICATION OF MULTIVARIATE ANALYSIS METHODS FOR MODELING REGIONAL ECONOMIC DEVELOPMENT: THE ROLE OF THE CONSTRUCTION INDUSTRY IN THE FACE OF CURRENT CHALLENGES

The article explores the socio-economic development of the regions of Ukraine in the context of the impact of the construction sector, which plays a significant role in shaping the country's economic dynamics. The focus is on analyzing the factors that determine regional development, with particular emphasis on construction activity, which is one of the key drivers of economic growth. The purpose of the study is to model the factors influencing the socio-economic development of the regions of Ukraine and to assess the role of construction in this process. Using factor analysis and principal component analysis methods, the authors examine the relationships between key economic indicators, determining the extent of the impact of construction activity. The modeling results identified three main aggregate factors that have the greatest influence on regional development: the state of the environment and industrial development, construction activity, and agricultural development. Particular attention is given to analyzing regional differences in the development of the construction sector and assessing its role in shaping social infrastructure. It was found that construction activity, which has been significantly affected by the conflict, is crucial for the recovery and further growth of the economy in Ukraine's regions. In this regard, the article provides recommendations for optimizing government policy aimed at stimulating the construction sector to enhance economic resilience and regional infrastructure development. Significant attention is also devoted to the application of multivariate classification methods, specifically cluster analysis, for grouping regions based on the level of construction activity. This approach made it possible to identify regions with different dynamics in the construction sector and to determine the most important factors affecting their economic development. Conclusions were drawn about the uneven development of construction across Ukraine, and priorities were established for directing resources toward the recovery and stimulation of the construction sector in affected regions. Thus, the article makes a valuable contribution to advancing approaches to regional development analysis and the formulation of policies focused on economic recovery and improving quality of life in Ukraine.

Keywords: **socio-economic development, regional development, construction industry, modeling, factor analysis, principal component analysis, cluster analysis.**

JEL Classification: C38, L74, O18, R11.

Як цитувати: Корепанов О.С., Лазебник Ю.О., & Ковтун В.С. (2024). Застосування методів багатовимірної аналізу для моделювання регіонального економічного розвитку: роль будівельної галузі в умовах сучасних викликів. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна серія «Економічна»*, (107), 19-32. <https://doi.org/10.26565/2311-2379-2024-107-02>

In cites: Korepanov O., Lazebnyk I., & Kovtun V. (2024). Application of multivariate analysis methods for modeling regional economic development: the role of the construction industry in the face of current challenges. *Bulletin of V. N. Karazin Kharkiv National University Economic Series*, (107), 19-32. <https://doi.org/10.26565/2311-2379-2024-107-02> (in Ukrainian)
