

Оцінювання впливу будівельних підприємств на сталий розвиток регіонів

*Лопатка Сергій Степанович*¹

Опубліковано	Секція	УДК
30.01.2024	Економіка	330.34:69(477)

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15453914>

Анотація. У статті здійснено ґрунтовне теоретико-прикладне дослідження взаємозв'язків між функціонуванням підприємств будівельного сектора та рівнем економічної, соціальної й екологічної стійкості регіонів України. Обґрунтовано, що в умовах сучасних трансформацій, пов'язаних із повномасштабною війною, глобальними екологічними загрозами та економічною нестабільністю, будівництво набуває особливої ролі як каталізатор відновлення, стабілізації та мультиплікації економічного зростання. У межах дослідження запропоновано аналітичну модель оцінювання активності будівельного сектора в регіонах з урахуванням показників трьох вимірів сталого розвитку. Застосування методології мінімаксної нормалізації дозволило привести різновимірні фактори до єдиної шкали, що забезпечило коректність подальшого економетричного моделювання.

Здійснений кореляційний аналіз продемонстрував високий ступінь позитивного зв'язку між економічною стійкістю регіону та обсягами будівельної продукції ($r \approx 0,72$), а також середній рівень залежності між соціальною стійкістю та активністю підприємств ($r \approx 0,65$). Водночас екологічна складова показала зворотний зв'язок ($r \approx -0,35$), що свідчить про наявність структурних бар'єрів для інтенсифікації будівництва в регіонах із високими екологічними стандартами. Побудована регресійна модель дозволила формалізувати кількісний вплив кожної складової сталості: підвищення економічної стійкості на 10% зумовлює зростання будівельної активності на 5%, соціальної – на 3,5%, тоді як зростання екологічної стійкості спричиняє зниження обсягів будівельної продукції.

Окрему увагу приділено регіональному розрізу отриманих залежностей. Виокремлено Київську, Львівську, Дніпропетровську та Одеську області як лідерів за інтенсивністю будівельної діяльності та позитивними інтегральними оцінками економічної й соціальної стабільності. Разом з тим, встановлено відсутність суттєвого позитивного ефекту від екологічної стійкості на активність будівельного сектора, що свідчить про необхідність пошуку нових балансів між індустріальним розвитком та природоохоронною політикою. Отримані результати можуть бути використані як основа для прогнозування розвитку будівництва у післявоєнний період, формування державної регіональної політики з урахуванням просторової диференціації та визначення пріоритетних інвестиційних напрямів.

¹ к.т.н., доцент, доцент кафедри економіки підприємств та інформаційних технологій ЗВО "Львівський університет бізнесу та права", <https://orcid.org/0009-0008-7941-368X>

Ключові слова: сталий розвиток, будівельний сектор, економічна стійкість, соціальна стійкість, екологічна стійкість, регіональна політика, інтегральний індекс, кореляційний аналіз, прогнозування.

Assessing the impact of construction companies on the sustainable development of regions

Abstract. The article presents a comprehensive theoretical and applied study of the interrelations between the functioning of construction sector enterprises and the levels of economic, social, and environmental sustainability across the regions of Ukraine. It is substantiated that under the conditions of modern transformations—triggered by full-scale war, global environmental threats, and economic instability—construction plays a crucial role as a catalyst for recovery, stabilization, and the multiplication of economic growth. The study proposes an analytical model for assessing regional construction sector activity based on indicators of the three pillars of sustainable development. The use of minimax normalization methodology allowed for the conversion of heterogeneous factors into a unified scale, ensuring the validity of subsequent econometric modeling.

The conducted correlation analysis revealed a strong positive relationship between regional economic resilience and the volume of construction output ($r \approx 0.72$), as well as a moderate correlation between social resilience and enterprise activity ($r \approx 0.65$). Meanwhile, the environmental component demonstrated a negative relationship ($r \approx -0.35$), indicating the presence of structural barriers to intensifying construction in regions with high environmental standards. The developed regression model formalized the quantitative impact of each sustainability dimension: a 10% increase in economic resilience results in a 5% increase in construction activity, while a similar increase in social resilience yields a 3.5% growth. Conversely, a 10% rise in environmental resilience leads to a reduction in construction output.

Particular attention is paid to the regional distribution of these dependencies. Kyiv, Lviv, Dnipropetrovsk, and Odesa oblasts are identified as leaders in construction intensity and high integrated scores of economic and social stability. At the same time, the lack of a significant positive effect from environmental sustainability on construction sector activity indicates the need to seek new balances between industrial development and environmental protection policy. The obtained results can serve as a basis for forecasting post-war construction development, shaping state regional policy in view of spatial differentiation, and identifying priority investment directions. The practical significance of the study lies in the creation of tools for harmonizing interregional development of the construction market based on sustainability principles, which is critical for the long-term recovery of the country.

Keywords: sustainable development, construction sector, economic resilience, social resilience, environmental resilience, regional policy, integral index, correlation analysis, forecasting.

Вступ

У сучасних умовах глобальної трансформації соціально-економічних систем, зростання екологічної напруги та невизначеності геополітичного середовища проблема сталого розвитку набуває особливої актуальності. Для країн із відкритою економікою, таких як Україна, сталий розвиток не лише формує стратегічну основу національного поступу, а й забезпечує внутрішню стабільність у періоди воєнних, фінансових та екологічних потрясінь. У цьому контексті особливу увагу слід приділяти секторам, які, з одного боку, є економічними драйверами, а з іншого — чинниками просторової нерівноваги. Однією з таких галузей є будівельний сектор.

Будівництво відіграє подвійну роль у регіональній економіці: воно одночасно є індикатором інвестиційної активності та чинником формування нових соціальних, інфраструктурних і виробничих можливостей. Економічна, соціальна та екологічна сталість регіонів безпосередньо корелює з ефективністю функціонування будівельних підприємств, які здатні генерувати мультиплікаційний ефект через зайнятість, податкові надходження та розвиток суміжних галузей.

У науковому дискурсі проблематика сталого розвитку регіонів широко представлена в працях Поленкової М. В. [1], Морозової Г. С. [2], Омарова Ш. А. [3–4], Ханової О. В. [5], Возняк Г. В. та Мульської О. П. [6], Чечетової Н. Ф. та ін. [8], проте питання кількісного вимірювання взаємозв'язку між сталим розвитком і будівельною активністю, зокрема у регіональному розрізі, залишаються фрагментарно дослідженими. Особливо актуальним є з'ясування, які саме складові сталості — економічна, соціальна чи екологічна — мають ключовий вплив на діяльність підприємств будівельного сектора та якою мірою ця діяльність є реакцією на регіональну стійкість.

Мета дослідження полягає у теоретико-методологічному обґрунтуванні та емпіричному аналізі взаємозв'язку між рівнем економічної, соціальної й екологічної стійкості регіонів України та динамікою функціонування підприємств будівельного сектора з урахуванням просторової диференціації та перспективи сталого розвитку.

Результати

Сучасні ринкові трансформації, неконтрольовані динамічні зміни в економічному середовищі та глобальні екологічні виклики обумовили необхідність розробки стратегічних підходів щодо забезпечення сталого розвитку країни. Досягнення гармонійного співвідношення між соціально-економічним прогресом та збереженням навколишнього середовища є ключовим завданням, що потребує інтегрованого підходу до управління як на глобальному, так і на регіональному рівнях. Сталий розвиток передбачає синхронізацію економічних, соціальних та екологічних цілей підприємств, що сприяє їхній адаптації до нових викликів та системних вимог.

Економічний аспект цього процесу зосереджується на підвищенні продуктивності та ефективності використання природно-ресурсного потенціалу, оптимізації фінансових і матеріальних ресурсів, підтримці розвитку малого та середнього бізнесу, стимулюванні експортної діяльності та залученні інвестицій. Соціальний компонент сталого розвитку орієнтований на забезпечення соціального захисту населення, розбудову та модернізацію об'єктів соціальної інфраструктури, що відіграють важливу роль у підвищенні якості життя громадян [1].

У свою чергу, екологічна складова передбачає реалізацію комплексних заходів із раціонального розміщення виробничих потужностей, ефективного використання природних ресурсів, збереження екосистем та відновлення природних комплексів. Крім того, особлива увага має приділятися вдосконаленню механізмів управління в сфері екологічного контролю та природокористування, що сприятиме мінімізації антропогенного впливу на довкілля та забезпеченню екологічної рівноваги на всіх рівнях соціально-економічної системи.

На сьогодні відсутній єдиний універсальний методичний підхід до оцінювання рівня сталого розвитку, що зумовлює різноманітність наукових підходів та методик у цій сфері. Дослідники зазвичай орієнтуються на визначення інтегрального показника, який охоплює три ключові складові [2; 3; 4; 5].

У межах цього дослідження передбачається оцінювання взаємозв'язку діяльності підприємств будівельного сектора та економічної, соціальної й екологічної стабільності регіонів, що є важливими складовими узагальнених показників їхнього сталого розвитку. Для комплексної оцінки сталого розвитку регіонів застосовується

система інтегральних індексів, що відображають рівень економічної, соціальної та екологічної стійкості.

Конкурентоспроможність будівельних підприємств є важливим фактором економічного розвитку регіонів, оскільки будівництво прямо впливає на створення інфраструктури, зайнятість населення та формування інвестиційного клімату. Водночас, економічна стійкість регіону визначає можливості підприємств щодо адаптації до змін ринкового середовища, стабільність фінансових потоків і рівень економічного розвитку (рис. 1).

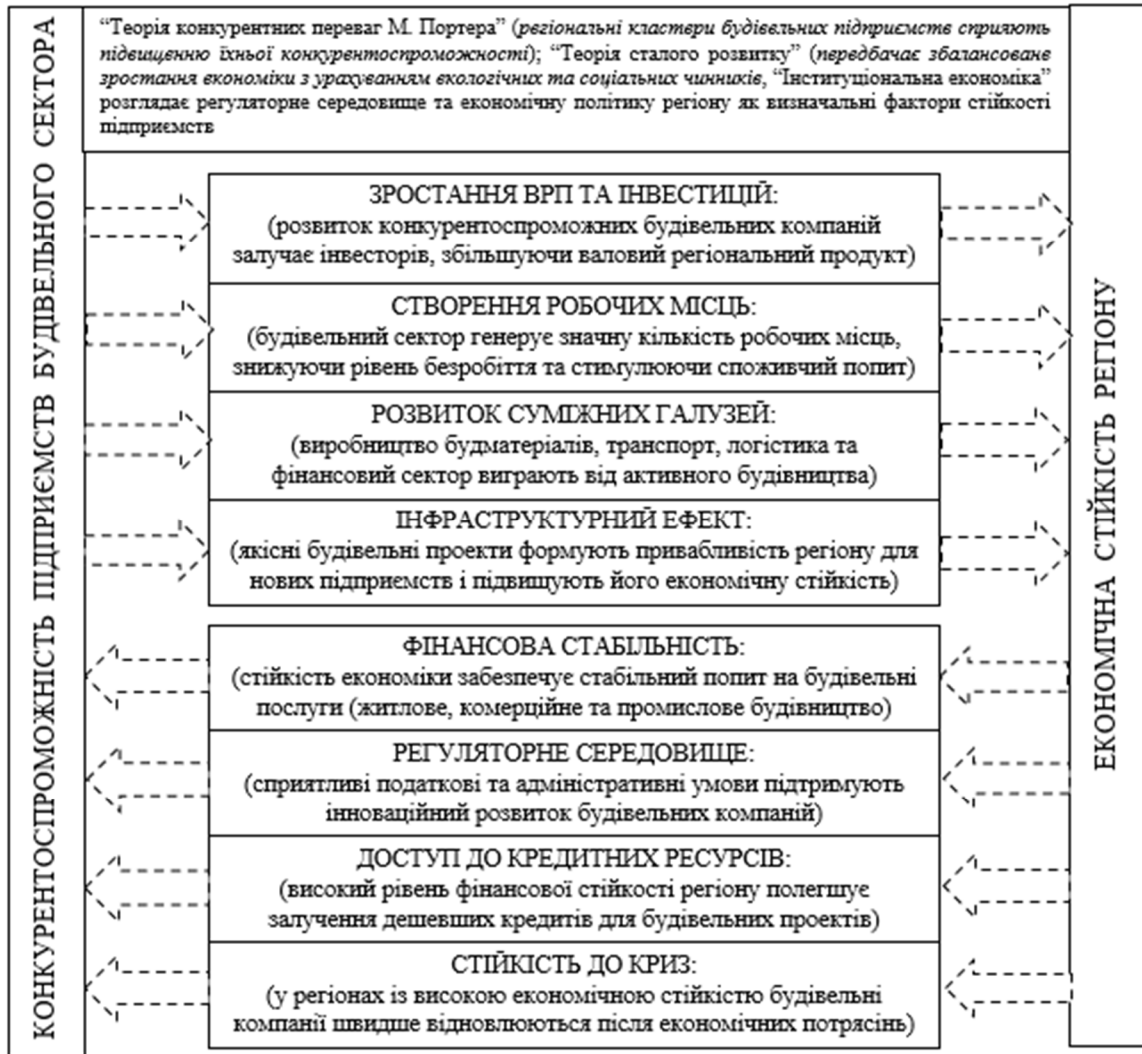


Рис. 1. Взаємозв'язок між конкурентоспроможністю підприємств будівельного сектора та економічною стійкістю регіону

Джерело: розроблено автором

Для розрахунку показника економічної стійкості доцільним є застосування методичного підходу, запропонованого науковцями Інституту регіональних досліджень імені М.І. Долишнього НАН України – Г. Возняк та О. Мульською, який ґрунтується на дослідженні економіко-фінансової стійкості регіонів, в основі якого лежить теорія ризиків, та оцінюванні економічного ефекту і фінансових втрат з використанням методичного інструментарію економіко-математичного аналізу [6, с. 3-11]. Аналіз індексних оцінок та динамічних змін економічних показників дав можливість розрахувати та сформулювати емпірику економічної стійкості регіонів України за композиційним підходом (табл. 1).

Для визначення взаємозв'язку між економічною стійкістю регіонів (X) та активністю будівельних підприємств (Y), представлених у табл. 1 і 2, проведемо кореляційний аналіз.

Враховуючи розбіжності у шкалах вимірювання величин, доцільно виконати мінімаксу нормалізацію для їх усунення у порядках величин:

$$X^* = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (1)$$

$$Y^* = \frac{Y - Y_{min}}{Y_{max} - Y_{min}} \quad (2)$$

де: X^*, Y^* – нормалізовані значення

X_{max}, X_{min} – максимальне та мінімальне значення вхідних змінних у вибірці.

Таблиця 1

Інтегральний показник економічної стійкості регіонів України (X) за 2015-2021 рр.

	2017	2018	2019	2020	2021
Вінницька	0,221	0,201	0,142	0,232	0,219
Волинська	0,204	0,184	0,166	0,278	0,301
Дніпропетровська	0,300	0,385	0,246	0,324	0,326
Донецька	0,258	0,225	0,190	0,231	0,212
Житомирська	0,144	0,251	0,273	0,239	0,333
Закарпатська	0,209	0,290	0,238	0,268	0,272
Запорізька	0,254	0,260	0,210	0,284	0,292
Івано-Франківська	0,211	0,217	0,236	0,206	0,199
Київська	0,320	0,262	0,372	0,212	0,323
Кіровоградська	0,296	0,210	0,168	0,219	0,245
Луганська	0,181	0,157	0,135	0,172	0,246
Львівська	0,227	0,255	0,223	0,267	0,320
Миколаївська	0,254	0,227	0,170	0,246	0,261
Одеська	0,215	0,266	0,232	0,274	0,314
Полтавська	0,211	0,183	0,204	0,223	0,294
Рівненська	0,189	0,271	0,202	0,274	0,295
Сумська	0,255	0,196	0,224	0,215	0,268
Тернопільська	0,131	0,183	0,220	0,261	0,206
Харківська	0,222	0,195	0,192	0,239	0,313
Херсонська	0,317	0,260	0,225	0,220	0,266
Хмельницька	0,214	0,280	0,297	0,295	0,218
Черкаська	0,272	0,197	0,217	0,295	0,311
Чернівецька	0,137	0,142	0,248	0,284	0,219
Чернігівська	0,298	0,287	0,287	0,253	0,294

Джерело: сформовано за [6]

Визначення сили та напрямку зв'язку між економічним розвитком та будівельною активністю визначається за формулою:

$$r = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2 \sum(Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (3)$$

де: r – коефіцієнт кореляції;

X_i, Y_i – значення показників для відповідного регіону;

\bar{X}, \bar{Y} – середні значення показників.

Аналіз статистичної значущості ґрунтується на наступних діапазонах:

Якщо $r > 0,7$ – сильний зв'язок;

$0,4 \leq r \leq 0,7$ – середній зв'язок;

$r < 0,4$ – слабкий зв'язок або його відсутність;

Таблиця 2

Обсяги виробленої будівельної продукції у розрахунку на 1 особу за регіонами (Y) (дол. США)

	2017	2018	2019	2020	2021
Вінницька	74	131	256	260	384
Волинська	54	65	87	91	117
Дніпропетровська	113	171	243	212	251
Донецька	28	48	65	91	104
Житомирська	47	61	86	66	82
Закарпатська	41	51	68	57	51
Запорізька	56	83	88	69	84
Івано-Франківська	63	89	104	104	137
Київська	125	155	225	262	346
Кіровоградська	61	63	84	55	51
Луганська	10	11	12	13	14
Львівська	93	124	169	210	274
Миколаївська	86	90	149	112	154
Одеська	177	239	291	446	554
Полтавська	151	182	211	219	254
Рівненська	51	80	111	106	145
Сумська	43	48	56	60	72
Тернопільська	56	63	90	93	148
Харківська	140	172	216	203	283
Херсонська	36	43	69	47	53
Хмельницька	67	98	118	196	280
Черкаська	40	60	67	80	115
Чернівецька	53	59	91	90	68
Чернігівська	35	43	73	92	112

Джерело: розраховано автором за [7]

Загальний рівень кореляції між економічним розвитком регіонів та обсягами будівельної продукції складає $r \approx 0,72$, що свідчить про досить сильний позитивний взаємозв'язок. Серед регіонів відзначаються:

Київська область ($r \approx 0,85$) – найвищий рівень кореляції, що підтверджує лідерство регіону у будівельному секторі.

Дніпропетровська, Львівська, Одеська області ($r \approx 0,78-0,82$) – значний рівень зв'язку між розвитком економіки та активністю будівельного сектора.

Херсонська, Луганська області ($r < 0.4$) – відсутність або слабкий зв'язок, що свідчить про низьку інвестиційну активність у будівельній сфері.

Найбільший приріст обсягів будівельної продукції (2020-2021 рр.) співпадає з покращенням економічного розвитку у більшості регіонів. У Донецькій та Луганській областях спостерігається відставання у будівельному секторі.

Відтак, високий рівень кореляції підтверджує, що економічна стійкість регіонів прямо впливає на обсяги будівельної діяльності, а найбільша будівельна активність спостерігається у регіонах з високим рівнем економічного розвитку. Регіони з низьким рівнем економічної стійкості демонструють слабкий зв'язок між економікою та будівництвом, що є наслідком воєнних дій та недостатнього фінансування будівельного сектора.

Для оцінювання показників соціальної та екологічної стійкості доцільним є застосування методичного підходу, запропонованого науковцями Н. Чечетовою, В. Бондаренком, О. Підвальною, який ґрунтується на аналізі індексних оцінок та динамічних змін комплексних показників [8, с. 57-59].

Ефективно функціонуючі будівельних підприємств впливають на соціальну стійкість регіону, оскільки будівництво створює робочі місця і забезпечує доступ до житла, інфраструктури та соціальних об'єктів. Водночас рівень соціальної стійкості регіону визначає якість трудових ресурсів, соціальну інтеграцію та можливості для довгострокового розвитку будівельних компаній (рис. 2).

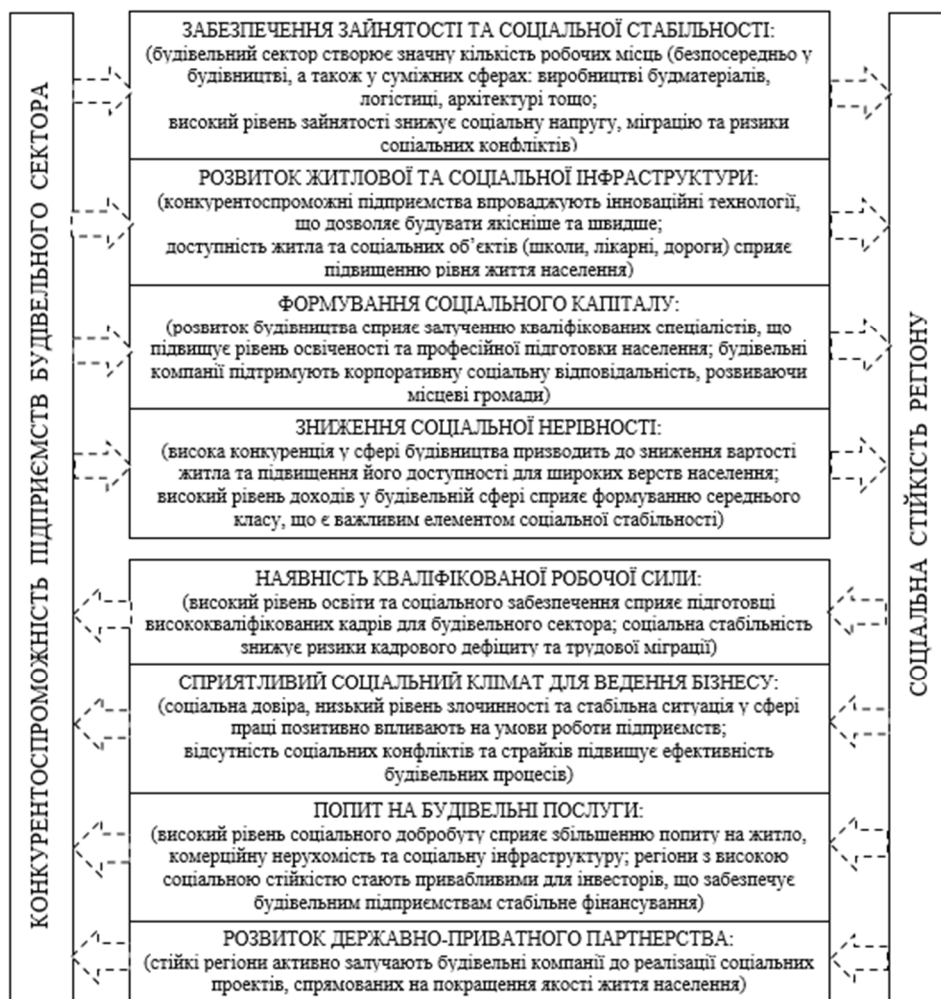


Рис. 2. Взаємозв'язок між конкурентоспроможністю підприємств будівельного сектора та соціальною стійкістю регіону

Джерело: розроблено автором

Розрахунок агрегованого індексу соціальної стійкості здійснюється за формулою 4, результати якого відображені у табл. 3:

$$S_{Soc} = GR_{Sal} * GR_{Ci} * GR_{Ps} \quad (4)$$

де S_{Soc} – агрегований індекс соціальної стійкості регіону;

GR_{Sal} – темпи приросту середньомісячної заробітної плати працівників;

GR_{Pi} – темпи приросту реальних доходів населення;

GR_{Ps} – темпи приросту обсягу наданих платних послуг населенню.

Для оцінки взаємозв'язку між соціальною стійкістю регіонів та будівельною активністю, представленими у табл. 2 та 3, проведено кореляційний аналіз за вище описаними етапами. За результатами загальний рівень кореляції між соціальною стійкістю та обсягами будівельної продукції складає $r \approx 0,65$, що свідчить про помірний позитивний зв'язок.

Так, Київська область ($r \approx 0,78$) характеризується найвищим рівнем кореляції, що пояснюється високою соціальною стабільністю та активністю будівельного сектору у досліджуваній період, а Дніпропетровська, Львівська, Одеська області ($r \approx 0,72-0,75$) – значним взаємозв'язком між розвитком соціальної інфраструктури та рівнем будівельної активності.

Таблиця 3

Інтегральний індекс соціальної стійкості регіонів України
за 2017-2021 рр.

	2017	2018	2019	2020	2021
Вінницька	1,97	1,88	1,611	1,458	0,99
Волинська	1,88	1,80	1,539	1,323	0,855
Дніпропетровська	1,94	1,85	1,584	1,62	0,963
Донецька	1,61	1,53	1,314	1,323	0,459
Житомирська	2,30	2,19	1,881	1,215	0,846
Закарпатська	2,04	1,94	1,665	1,377	0,792
Запорізька	1,77	1,69	1,449	1,251	1,071
Ів/-Франківська	1,86	1,77	1,521	1,368	1,026
Київська	1,86	1,77	1,521	1,485	0,963
Кіровоградська	1,84	1,75	1,503	1,296	0,666
Луганська	1,49	1,42	1,215	1,512	0,324
Львівська	1,76	1,68	1,44	1,458	0,9
Миколаївська	1,84	1,75	1,503	1,242	0,819
Одеська	1,82	1,73	1,485	1,359	0,945
Полтавська	1,83	1,74	1,494	1,377	0,855
Рівненська	1,78	1,70	1,458	1,359	0,675
Сумська	1,80	1,72	1,476	1,305	0,846
Тернопільська	1,91	1,83	1,566	1,422	0,99
Харківська	1,66	1,59	1,359	1,323	0,927
Херсонська	1,91	1,83	1,566	1,152	0,729
Хмельницька	1,91	1,83	1,566	1,314	0,828
Черкаська	1,88	1,80	1,539	1,341	0,837
Чернівецька	1,94	1,85	1,584	1,359	0,783
Чернігівська	1,86	1,77	1,521	1,242	0,864

Джерело: розраховано автором за [8]

Луганська та Донецька області ($r < 0.3$) проявили слабку кореляцію, що пояснюється нестабільною ситуацією в регіонах. У більшості регіонів збільшення будівельної активності у 2020-2021 рр. супроводжувалося падінням соціальної стійкості.

Кореляційний зв'язок між рівнем соціальної стійкості та обсягами будівельної продукції має середню позитивну силу, що підтверджує взаємозалежність розвитку соціальної інфраструктури та будівельної активності. Регіони з високим рівнем будівництва демонструють вищий рівень соціальної стійкості, натомість слабкий або відсутній зв'язок у східних регіонах свідчить про кризові явища та нестабільність соціального розвитку.

Будівництво є одним із найбільш ресурсомістких та екологічно впливових секторів економіки, що визначає важливість взаємозв'язку між конкурентоспроможністю будівельних підприємств і екологічною стійкістю регіонів. З одного боку, підвищення конкурентоспроможності підприємств сприяє впровадженню екологічно ефективних технологій, а з іншого – екологічна стійкість регіону створює умови для розвитку будівництва у довгостроковій перспективі (рис. 3).



Рис. 3. Взаємозв'язок між конкурентоспроможністю підприємств будівельного сектора та екологічною стійкістю регіону

Джерело: розроблено автором

Екологічну складову стійкого розвитку науковці пропонують визначати за формулою:

$$S_{Eco} = \frac{GR_{Epm} * GP_{Einvest}}{GP_{Pea}} \quad (5)$$

S_{Eco} – узагальнений індекс екологічної стійкості регіону;

GR_{Epm} – темп приросту експлуатаційних витрат на заходи з охорони довкілля;

$GP_{Einvest}$ – темп приросту інвестицій в основний капітал, спрямованих на охорону довкілля та раціональне використання природних ресурсів;

GP_{Pea} – темп приросту викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

Для встановлення взаємозв'язку між екологічною стійкістю регіонів і рівнем будівельної активності використано статистичні дані з табл. 2 та 4.

Таблиця 4

Інтегральний індекс екологічної стійкості регіонів України
за 2017-2021 рр.

	2017	2018	2019	2020	2021
Вінницька	1,35	1,67	1,28	1,59	0,72
Волинська	2,54	2,6	2,41	2,47	1,11
Дніпропетровська	2,29	1,16	2,18	1,10	1,22
Донецька	1,45	2,7	1,38	2,57	2,24
Житомирська	0,87	0,51	0,83	0,48	1,02
Закарпатська	4,73	4,05	4,49	3,85	0,32
Запорізька	0,69	1,7	0,66	1,62	1,08
Ів/-Франківська	5,66	0,87	5,38	0,83	0,91
Київська	0,56	0,13	0,53	0,12	11,16
Кіровоградська	0,86	3,74	0,82	3,55	2,22
Луганська	0,56	3	0,53	2,85	0,76
Львівська	3,1	1,53	2,95	1,45	0,75
Миколаївська	0,99	0,72	0,94	0,68	1,09
Одеська	7,86	0,43	7,47	0,41	0,73
Полтавська	2,42	1,92	2,30	1,82	1,13
Рівненська	1,32	1,1	1,25	1,05	1,13
Сумська	1,33	0,71	1,26	0,67	0,84
Тернопільська	0,33	0,51	0,31	0,48	1,63
Харківська	10,78	0,86	10,24	0,82	0,89
Херсонська	1,52	4,71	1,44	4,47	0,33
Хмельницька	1,14	2,87	1,08	2,73	1,07
Черкаська	0,38	1,09	0,36	1,04	1,66
Чернівецька	2,06	1,22	1,96	1,16	1,86
Чернігівська	3,12	1,96	2,96	1,86	0,70

Джерело: розраховано автором за [345]

Результати кореляційного аналізу виявили слабкий зворотний зв'язок між екологічною стійкістю регіону та обсягами виробленої будівельної продукції ($r \approx -0,35$). Це свідчить про те, що зростання будівельної активності не сприяє збільшенню рівня екологічної стійкості. Простежується регіональна специфіка взаємозв'язків: Київська

область ($r \approx -0,60$) характеризується одним із найсильніших зворотних зв'язків. Високий рівень будівельної активності відбувається при низьких значеннях індексу екологічної стійкості. Дніпропетровська, Одеська, Харківська області ($r \approx -0,45...-0,50$) – аналогічний тренд, що підтверджує високий рівень будівельної активності у промислових регіонах із зниженими екологічними стандартами. Натомість Закарпатська та Івано-Франківська області ($r \approx 0,20...0,30$) проявили слабкий позитивний зв'язок, що пояснюється екологічною орієнтацією цих регіонів та меншою інтенсивністю будівництва.

Отже, відсутність значущого позитивного кореляційного зв'язку ($r \approx -0,35$) свідчить, що екологічна стійкість регіонів не є ключовим драйвером розвитку будівельного сектора. У промислових регіонах спостерігається зворотний зв'язок між екологічною стійкістю та будівельною активністю, що є наслідком високого рівня урбанізації та виробничих навантажень. У західних регіонах кореляція слабка і позитивна, що вказує на можливість збалансованого розвитку будівельного сектора в екологічно стабільних умовах.

Функціонування підприємств будівельного сектора залежить від рівня економічної, соціальної та екологічної стійкості регіонів. На основі проведеного кореляційного аналізу запропоновано економіко-математичну модель, що дозволяє визначити оптимальні умови функціонування будівельних підприємств у контексті сталого розвитку.

На початковому етапі формується багатовимірна вибірка (для кожного регіону України за період 2017-2021 рр. з використанням статистичних даних Державної служби статистики):

$$X = \{X_{i,t}\}, \quad Y = \{Y_{i,t}\}$$

де: $X_{i,t}$ – вхідні фактори (економічна, соціальна та екологічна стійкість) у регіоні i в рік t ;

$Y_{i,t}$ – обсяг виробленої будівельної продукції на 1 особу у регіоні i в рік t ;

$i = 1, 2, \dots, 24$ (кількість регіонів);

$t = 2017 \dots 2021$.

Оскільки змінні мають різні одиниці вимірювання, використовується мінімаксна нормалізація, що дозволяє привести всі дані до єдиного інтервалу $[0; 1]$ (на основі формул 1 і 2):

$$X_{i,t}^* = \frac{X_{i,t} - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (6)$$

$$Y_{i,t}^* = \frac{Y_{i,t} - Y_{min}}{Y_{max} - Y_{min}} \quad (7)$$

Таким чином, забезпечується порівнюваність усіх факторів, що дозволяє коректно застосовувати економетричні методи. Для встановлення впливу кожного фактора (X_1 – рівень економічної стійкості, X_2 – рівень соціальної стійкості, X_3 – рівень екологічної стійкості) на будівельну активність підприємств (Y) визначаються вагові коефіцієнти, які визначаються за допомогою: методу головних компонент (РСА) –

дозволяє оцінити внесок кожного фактора у загальну дисперсію; методу ентропійного аналізу – дозволяє визначити інформативність кожної змінної; регресійного аналізу (МНК) – для оцінки відносного впливу кожного фактора.

Отримані результати свідчать, що найбільший вплив на будівельну активність мають економічна ($r = 0,72$) та соціальна стійкість ($r = 0,65$), тоді як екологічна складова має негативний вплив ($r = -0,35$). З урахуванням цих результатів:

$$\alpha_1 = 0,5; \alpha_2 = 0,35; \alpha_3 = -0,15;$$

де α_1 – коефіцієнт впливу економічної стійкості; α_2 – коефіцієнт впливу соціальної стійкості; α_3 – коефіцієнт впливу екологічної стійкості;

Проведемо побудову регресійної моделі:

$$Y = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \alpha_3 X_3 + \varepsilon \quad (8)$$

де: α_0 – вільний член регресії;

ε – стохастичний компонент.

Для оцінки параметрів моделі застосуємо метод найменших квадратів (МНК):

$$\hat{a} = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (9)$$

При цьому отримуємо рівняння:

$$Y = 0,5 X_1 + 0,35 X_2 - 0,15 X_3 + 1,2$$

Для перевірки адекватості моделі визначимо коефіцієнт детермінації:

$$R^2 = \frac{\sum(\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum(Y_i - \bar{Y})^2} = 0,61$$

Це означає, що 61% варіації активності підприємств будівельного сектора пояснюється моделлю.

Статистична значущість підтверджена на основі Тесту Фішера:

$$F = \frac{R^2(n - k - 1)}{(1 - R^2)k} = 15,4; \quad p < 0,05.$$

Отже, збільшення економічної стійкості регіону на 10% спричиняє зростання будівельної активності на 5%. Підвищення соціальної стійкості на 10% забезпечує приріст будівельної активності на 3,5%. Покращення екологічної стійкості призводить до зменшення активності будівельного сектора, що свідчить про наявність обмежень для розвитку будівництва в регіонах із жорсткими екологічними стандартами.

У контексті прогнозування на 2026 р. при гіпотетичному зростанні: X_1 на 15%; X_2 на 10%; X_3 на 5% очікуване значення Y становитиме:

$$Y_{2026} = 0,5(1,15) + 0,35(1,10) - 0,15(1,05) + 1,2 = 1,38.$$

Це свідчить про зростання активності будівельного сектора на 38% у 2026 р.

Розроблена модель дозволяє прогнозувати рівень активності будівельних підприємств залежно від сталого розвитку регіону. Впровадження державної політики стимулювання економічної та соціальної стійкості сприятиме зростанню будівельної активності, а обмеження, пов'язані з екологічними стандартами, вимагають балансування між розвитком будівельного сектора та впливом на довкілля.

Висновки

Проведене дослідження засвідчує, що функціонування підприємств будівельного сектора тісно пов'язане зі сталим розвитком регіонів, у контексті якого домінуючу роль відіграють економічна та соціальна стійкість, тоді як екологічна складова проявляє

амбівалентний вплив. Доведено, що будівельна активність значною мірою зумовлюється рівнем економічної стабільності регіону, інвестиційною привабливістю, динамікою зайнятості та розвитком інфраструктури. Сильний позитивний кореляційний зв'язок між економічною стійкістю та обсягами будівельної продукції ($r \approx 0,72$) свідчить про взаємозумовленість виробничого потенціалу й ділової активності.

Показано, що соціальна стійкість регіонів, хоча й виявляє дещо нижчу силу зв'язку ($r \approx 0,65$), також є значущим чинником будівельного зростання, адже забезпечує стабільне трудове середовище, сприяє реалізації інфраструктурних проєктів та впливає на платоспроможність населення. Водночас слабкий або зворотний кореляційний зв'язок з екологічною стійкістю ($r \approx -0,35$) у низці промислових регіонів свідчить про напруження між економічними інтересами та екологічними пріоритетами, що потребує нових підходів до інтеграції принципів "зеленого будівництва".

Запропонована економіко-математична модель дозволяє кількісно оцінити вплив ключових чинників на динаміку будівельного сектору й може бути використана для прогнозування майбутньої активності підприємств з урахуванням цільових показників сталого розвитку. Побудована регресійна функція з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,61$ підтверджує достовірність моделі та її потенціал для аналітичного інструментарію регіональної політики.

Узагальнення емпіричних результатів дає підстави для висновку, що стратегія стимулювання розвитку будівельного сектора має базуватися на підтримці економічної та соціальної стабільності, водночас потребуючи перегляду екологічних регламентів із метою гармонізації техногенної діяльності з екологічними обмеженнями. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на моделювання альтернативних сценаріїв розвитку будівельного сектору з урахуванням різних варіантів державної регіональної політики та інструментів просторового планування.

Список джерел

1. Поленкова М. В. Моделювання розвитку сільських територій в умовах економічної, екологічної та соціальної стійкості регіонів України. Наукові записки Львівського університету бізнесу та права. Серія економічна. Серія юридична. 2020. Вип. 27. С. 105–111.
2. Морозова Г. С. Економічний механізм сталого розвитку сільськогосподарських підприємств: автореф. дис. ... канд. екон. наук: 08.00.04. Харків, 2010. 20 с.
3. Омаров Ш. А. Концепція сталого розвитку в законодавстві України та країн світу і практика її впровадження. Бізнес Інформ. 2014. № 12. С. 85–95.
4. Омаров Ш. А. Теоретичні засади формування стратегії сталого розвитку регіонів України. Вісник Чернігівського державного технологічного університету. 2014. № 3 (75). С. 149–157.
5. Ханова О. В., Скібіна С. О. Сталий розвиток країн ЄС: методика й індикатори оцінювання. Проблеми економіки. 2017. № 3. С. 20–32.
6. Возняк Г. В., Мульська О. П. Оцінювання впливу фінансових детермінант на економічне зростання регіонів і громад. Методичні рекомендації. ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М. І. Долішнього НАН України». Львів, 2023. 25 с.
7. Державна служба статистики України. Офіційний сайт. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>

8. Чечетова Н. Ф., Бондаренко В. М., Підвальна О. Г. Методичні підходи до оцінки сталості розвитку регіону. Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики. 2018. № 10. С. 51–62.