

Л.В. Сорокіна, д.е.н., професор, ORCID: 0000-0002-9981-4615

А.Ф. Гойко, к.е.н., професор, ORCID: 0000-0002-9591-0829

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

Є.С. Коваленко, к.е.н., директор ТОВ «Концепт-груп»

ДІАГНОСТИКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВИРОБНИЧИХ ФАКТОРІВ У БУДІВНИЦТВІ ЗАСОБАМИ КАНОНІЧНОГО АНАЛІЗУ

***Анотація:** У статті обґрунтовано набір виробничих факторів, використання яких забезпечує основні результати будівельної діяльності. Доведено необхідність інтегрального оцінювання сукупного впливу факторів і обчислення узагальнюючого результативного показника методом канонічних кореляцій. Запропоновано методiku якісного оцінювання ефективності будівельної діяльності на основі результатів канонічного аналізу у поєднанні з функціями бажаності Харрінгтона, яку застосовано для аналізу підприємств будівництва за 2017 р. в регіональному розрізі.*

***Ключові слова:** фактори будівельного виробництва, результативність житлового будівництва, економічна ефективність, канонічні кореляції, функція бажаності Харрінгтона.*

Постановка проблеми. Серед основних факторів виробництва традиційно визначають чотири: капітал, праця, природні ресурси і підприємництво. З часом цей набір поповнився такими факторами, як технологія, інформація, енергія. Зокрема, фактор технології визнано вирішальним у спеціалізації національного виробництва і участі України у міжнародній торгівлі; фактор інформації набуває чільного місця у концепції «постіндустріального суспільства» [6], а у зв'язку із гострою необхідністю зменшення енергоємності національної економіки доведено доцільність включення до моделі виробничої функції показника продуктивності енергії [16].

З позицій ефективності використання факторів виробництва такими слід визнавати будь-яку групу ресурсів, що зазнає трансформації існуючих властивостей аж до повного споживання, спричиняючи зростання виробничих витрат, а отже і вартості кінцевої продукції. Частина вказаних витрат містить компенсацію втрат власників факторів виробництва [9]. В цьому зв'язку беззаперечно до факторів виробництва слід віднести інституційне середовище, в якому здійснюється виробництво, оскільки від специфіки його взаємодії з виробничою системою значною мірою залежать фінансові і часові витрати на організацію виготовлення продукту, а часто і розмір коштів, необхідних для отримання можливості виробляти взагалі. Крім того, тривалість виробничого процесу у часі також суттєво впливає на суму витрат і вартість виготовленого продукту, насамперед внаслідок безупинного зниження вартості грошей у часі. Звичайно, за економічним змістом фактори технології, інформації, інституціонального середовища і часу виконання виробничого процесу доцільно було б об'єднати із фактором підприємництва, оскільки саме завдяки правильному розподілу структури витрат на відшкодування вартості спожитих ресурсів і стає можливим не лише створити певний продукт, але й отримати від цього вигоду. Втім, пріоритет вартісного вимірника для оцінювання рівня впливу інформації, технології, інституційного середовища дає підстави для віднесення вказаних чинників до фактору - капітал. Аналогічно фактор енергії доцільно було б віднести або до природних ресурсів, або ж до капіталу. Всі перераховані виробничі фактори чинять безпосередній вплив на обсяг і вартість продукції будівельної галузі та фінансові результати суб'єктів будівництва.

Разом з тим, будівельне виробництво і досі лишається надзвичайно ресурсномістким, не лише в частині матеріальних ресурсів, тому що, по-перше, значна кількість будівельних робіт і досі виконується вручну, спричиняючи підвищену потребу у трудових ресурсах. По-друге, будівельна діяльність вимагає чималих капіталовкладень, витрат часу й коштів на задоволення інтересів інституційного оточення, урахування усього мінливого розмаїття інформації, від норм і стандартів до відомостей про конкурентну ситуацію на ринку і прогноз курсу національної валюти. Таким чином, оцінювання економічної ефективності використання виробничих факторів у будівництві вимагає обґрунтованого методичного підходу, який запропоновано у даній статті.

Аналіз публікацій. Серед наукових досліджень, присвячених оцінюванню економічної ефективності будівельної діяльності на макро- і мікрорівнях варто відзначити наступні [1 —3, 5]. Однак жодна з них не висвітлює в достатній мірі сукупний вплив величини використаних будівельних ресурсів на комплекс показників, які характеризують результати господарської діяльності підприємств будівництва. В цьому зв'язку заслуговують на увагу багатовимірні економічні дослідження, які висвітлюють різні аспекти функціонування економічних систем, суттєво відмінних за масштабами: складові міжнародної торгівлі [4], соціально-економічний розвиток агломерацій [8], управління персоналом підприємств приладобудування [14], взаємодія характеристик фінансово-економічної діяльності суб'єкта господарювання, таких, як трудомісткість одиниці продукції, оборотність оборотних коштів та фонду оплати праці виробничого персоналу [13], оцінювання інноваційної спроможності суб'єктів господарювання [7].

Однак досі **невирішеною** залишається частина **проблеми** щодо методологічного забезпечення інтегрального оцінювання ефективності будівельної діяльності на мікро-, мезо- та макрорівнях. Тому **метою статті** є удосконалення діагностичного інструментарію комплексного оцінювання економічної ефективності у житловому будівництві за допомогою методу канонічних кореляцій.

Основні результати дослідження. З метою оцінювання ефективності використання факторів

виробництва традиційно порівнюють досягнутий результат із витратами. Однак на перший погляд простий розрахунок ускладняється тим, що фактори виробництва мають неоднорідну структуру, охоплюючи різноманітні елементарні складові, які можуть мати різні одиниці виміру, а перерахунок їхніх витрат у вартісний показник неможливий без припущень, гіпотез, суб'єктивних міркувань. Зокрема, фактори капіталу, праці, інформації можна вимірювати або витратами машинного часу, праці робітників-будівельників, часу на опрацювання інформаційних потоків, або коштами на оплату експлуатації машин і механізмів, витрат на персонал разом із сумою витрат на забезпечення техніки безпеки робітників, витратами на удосконалення технології і організації будівельного виробництва. Ще складніше оцінити витрачання фактору природних ресурсів, які в будівництві опосередковано впливають на матеріальні витрати — в частині транспортно-заготівельних витрат, а також фактор підприємництва, з однієї сторони детермінуючи ціну одиниці кінцевої будівельної продукції внаслідок вдалого місця розташування об'єкта, а з іншої — збільшуючи суми трансакційних витрат на відведення земельної ділянки, проектування об'єкта з урахуванням ґрунтів, кліматичних умов. Останні, крім того, спричиняють додаткові витрати через сезонні подорожчання будівництва.

Оцінювання результатів будівництва також не позбавлене ускладнень: окрім кількісних результатів будівництва, якими є кількість або площа новозбудованих об'єктів, не слід нехтувати якісними результатами: обсягом споруджених виробничих потужностей, економічним ефектом від будівництва промислового об'єкта, або ж соціально-економічним ефектом від зведення житлових будинків чи об'єктів транспортного й цивільного будівництва. Разом з тим, беззаперечним показником ефективності виробничої діяльності є фінансовий результат будівельного бізнесу: дохід, операційний, або чистий прибуток, вхідний грошовий потік, на решті рентабельність продажів, або ж фінансова рентабельність. Вищеподаний перелік показників витрат і результатів будівельної діяльності жодним чином не є вичерпним, а враховуючи комплексний характер понять «фактори виробництва» і «результат виробничої діяльності» для діагностики ефективності використання виробничих факторів не варто обмежуватись лише одним показником щодо визначення обсягу спожитих ресурсів, навіть по кожному з основних макрофакторів, і єдиним результативним показником. Натомість доцільним є визначення узагальнюючого, інтегрального показника. З метою урахування багатопланового різноспрямованого впливу елементів кожного макрофактору і усього розмаїття оцінок результатів дослідників, чи особі, відповідальній за підготовку й прийняття управлінських рішень доводиться оперувати щонайменше двома цілісними масивами показників: з боку понесених витрат та з боку отриманих результатів. При цьому скоротити масив до єдиної змінної шляхом звичайного складання хоча б тому, що часткові показники мають різні одиниці виміру.

Значною мірою взаємозв'язок між факторами й результатами, а також всередині наборів показників на позначення спожитих ресурсів та отриманих виробничих, фінансових і соціальних досягнень,

що, зазвичай, виражені у різних вимірниках, відображають коефіцієнти парної кореляції. Їх прийнято систематизувати у вигляді кореляційних матриць, а оскільки доводиться оперувати двома наборами показників, то можна скласти дві такі матриці — окремо для сукупності факторів, окремо для комплексу результатів.

Метод статистичного аналізу, відомий під назвою **канонічний аналіз**, якраз і дає змогу вивчити залежності між двома наборами змінних [15, с.185 — 187]. При цьому кореляція встановлюється одразу за сукупністю показників, а проблема забезпечення їх зіставності вирішується шляхом стандартизації значень змінних, тобто канонічний аналіз являє собою узагальнення множинної кореляції на випадок зв'язку між множинами випадкових величин. При цьому розглядаються не звичайні суми значень змінних, а їх зважені суми, причому вагові коефіцієнти відображають вагомість мінливості окремого показника у мінливості всієї множини показників, тобто **факторне навантаження змінної**, спричинене дією агрегованого фактору. У цій частині канонічний аналіз має багато спільного із методом головних факторів: обидва методи ґрунтуються на припущенні, що значну частку варіації численної кількості факторних показників можна пояснити варіацією одного чи декількох прихованих **спільних факторів**, а тому первинний набір без значних втрат інформації можна замінити **редукованим набором спільностей**. **Спільність**, або головний фактор найчастіше являє собою лінійну комбінацію факторних навантажень і стандартизованих значень первинних показників. У канонічному аналізі термін «факторне навантаження», зазвичай, замінюють на «канонічна вага», яка, на відміну від методу головних факторів, визначається не за власним вектором узагальненої кореляційної матриці із застосуванням умови нормалізації цього вектору, а відповідно до результатів розв'язку нелінійної оптимізаційної задачі на максимум кореляції між зваженими сумами факторних і результативних показників. Розв'язанням оптимізаційної задачі є набори вагових коефіцієнтів для лівої, тобто факторної, і правої, результативної множини факторів. Втім, у наукових дослідженнях наводяться вдалі приклади визначення канонічних кореляцій аналізованих показників саме за складовими власного вектору, які відповідають умові нормалізації [13], що полягає у рівності нулевій суми квадратів елементів власного вектору. Зазначена праця містить детальний алгоритм розрахунку канонічних ваг, їх економічної інтерпретації у контексті аналізу показників господарської діяльності підприємства, а тому варта уваги як зі сторони науковців, дослідників, керівників і фахівців економічних служб, так і в навчальному процесі для підготовки студентів.

Кількість власних чисел узагальненої кореляційної матриці і, відповідно власних векторів відповідас розмірності меншої із множин факторів чи результатів, оскільки таку ж розмірність має і сама матриця. Адже узагальнена кореляційна матриця є добутком трьох кореляційних матриць, окрім зазначених вище кореляційних матриць для показників факторів і результатів (відповідно ліва, R_f , і права, R_r , матриці) обчислюють матрицю парних кореляцій між змінними факторної та результативної групи, R_{fr} . Ця матриця двічі множить на матриці, обернені до лівої і правої:

$$R_{узг} = (R_l)^{-1} \cdot R_r \cdot (R_r)^{-1} \cdot R_l.$$

Квадратний корінь із кожного власного числа матриці являє собою **канонічну кореляцію**, тобто кореляцію між двома агрегованими змінними, одержаними як зважені на канонічні ваги суми первинних змінних для лівої і правої множин. Кількість канонічних коренів, які варто брати до уваги, визначається за статистичною значимістю, що встановлюється за критерієм Хі-квадрат, котрий розраховується для кожного із власних чисел:

$$X_i^2 = (-n-1-0,5 \cdot (p+q+1)) \cdot \lg \lambda_i. \quad (1)$$

де

n – кількість спостережень, для яких аналізується канонічні кореляції, у контексті проведеного дослідження - це кількість суб'єктів будівельної діяльності, для яких досліджується ефективність використання виробничих факторів;

p – розмір лівої кореляційної матриці, тобто кількість аналізованих показників для урахування використаних виробничих факторів;

q – розмір правої кореляційної матриці, тобто кількість аналізованих результативних показників;

λ_j – j -те власне число узагальнюючої кореляційної матриці;

j – порядковий номер власного числа, причому упорядкування здійснюється за убаванням значень, так що найбільший канонічний корінь має номер 1, а номер найменшого відповідає мінімальному розміру наборів змінних.

Доцільність подальшого вивчення кожної із канонічних змінних визначається за умовою перевищення Хі-квадратом, обчисленим за вибіркою (1), відповідного табличного значення, $(X_i^2)_*$. Критичне значення критерію визначається при обраному дослідником рівневі надійності (0,05 або ж 0,01, залежно від вимог до точності висновків) та числа ступенів волі, рівному $v = (p-j+1) \cdot (q-j+1)$.

Втім, найчастіше обмежуються тільки першим канонічним коренем, оскільки він пояснює максимум мінливості та кореляції факторних наборів, а подальші, упорядковані за убаванням, дають змогу упорядкувати залишкову мінливість і встановити зв'язки між наборами факторів, не виявленими попередніми канонічними кореляціями.

Виконане дослідження ефективності використання виробничих факторів у будівництві мало на меті не лише аналіз поточного стану галузі, але й передбачало розробку методики діагностики загроз економічної безпеки підрядних підприємств. Тому взаємозв'язок факторів вивчався на рівні цілих областей, які можуть суттєво відрізнитись як за типом споруджуваних будівель, характером проектних рішень, так і за використовуваними будівельними матеріалами, технологіями, вартістю ресурсів, і звичайно, за розміром супутніх трансакційних витрат, необхідних для забезпечення можливості здійснювати будівництво взагалі. На даному етапі досліджувалась ефективність використання факторів у житловому будівництві, а тому до набору результативних показників (права множина) було включено наступні п'ять змінних, узагальнених по регіонах:

x_{r1} — кількість збудованих квартир по регіонах (одиниць)

x_{r2} — прийняття в експлуатацію загальної площі житла, кв.м на 1 000 постійного населення;

x_{r3} — прийняття в експлуатацію загальної площі житла за рахунок нового будівництва, тис.кв.м загальної площі;

x_{r4} — прийняття в експлуатацію загальної площі житла за рахунок реконструкції по регіонах тис.кв.м загальної площі;

x_{r5} — рівень рентабельності (збитковості) підприємств будівництва в цілому по регіону, виражений у %.

Серед вказаного переліку остання змінна (x_{r5}) належить до якісних, оскільки відображає економічну доцільність будівельної діяльності — вона є відношенням операційного прибутку до операційних витрат. Решту змінних на перший погляд можна визначити як кількісні, втім змінні x_{r3} та x_{r4} характеризують специфіку будівельної діяльності - відповідно нове будівництво чи реконструкція, тому більш доречним буде визначення цих двох змінних як структурні складові результативності будівництва.

Набір факторних змінних, попри розмаїття чинників, які впливають на будівельний процес, було обмежено 7-ма, що, на наш погляд максимально агрегують витрати на будівництво. Насамперед будівництво є матеріаломістким, для спорудження конструктивних елементів будівель і споруд потрібен значний обсяг будівельних матеріалів, які мають вироблятися відносно недалеко від місця будівництва, адже доставка їх на об'єкт і зберігання до моменту укладання в діло вимагають значних транспортно-заготівельних витрат. Вказані міркування зумовили включення до набору факторних змінних (ліва множина) показників виробництва по регіонах цегли, елементів конструкцій, деталей, виробів, готових до використання. На нашу думку, урахування обсягів виробництва будівельних матеріалів по регіонах дозволяє оцінити залежність підприємств будівництва від зовнішніх зв'язків із поставальниками. Одночасно відсутність даних щодо обсягів виготовлення певного виду будівельних матеріалів, яку Держслужба статистики пояснює комерційною таємницею виробника, може інтерпретуватись як дефіцит інформаційного фактору, а тому декільком регіонам по даних змінних було проставлене нульове значення (табл.1.). Високу питому вагу живої праці у будівельному виробництві у дослідженні було враховано двома змінними: кількістю зайнятих у будівництві і кількістю вакансій на будівельних підприємствах за станом на кінець року.

Решту факторів, а саме капітал, матеріальний, енергетичний, інформаційний, природні ресурси і взаємодія підприємств з інституціональним середовищем, в тому числі і в частині корупційної складової, неодмінно присутньої на всіх етапах житлового будівництва, агреговано відображають інвестиції у будівельну діяльність. Тому до лівої множини також було включено обсяги капітальних інвестицій у житлове будівництво, а також відсоток у цій сумі коштів населення. Отже, 7-ми факторна ліва множина змінних складається з наступних показників:

x_{l1} — капітальні інвестиції у житлове будівництво млн.грн;

x_{l2} — частка коштів населення у загальній сумі капітальних інвестицій у житлове будівництво, виражена у відсотках;

x_{l3} — обсяг виробництва цегли невогнетривкої керамічної будівельної, крім виробів з борошна

кам'яного кремнеземистого чи ґрунтів діатомітових на підприємствах регіону, тис. куб.м.;

x_{14} — обсяг виробництва елементів конструкцій збірних для будівництва з цементу, бетону чи каменю штучного на підприємствах регіону, тис. т.;

x_{15} — обсяг виробництва розчинів бетонних, готових для використання, виконаний заводами регіону, тис. т.;

x_{16} — кількість зайнятого населення у будівництві упродовж року, тис. осіб;

x_{17} — кількість вакансій у будівництві на кінець року, шт.

Оскільки канонічний аналіз передбачає операції не над фактичними, а над стандартизованими значеннями змінних, різноманітні одиниці виміру не були перешкодою ані для аналізу, ані для розроблення і застосування діагностичної методики. Адже внаслідок віднімання середнього по вибірці і ділення отриманої різниці на відповідне стандартне відхилення кожної із показників приводився до кількості стандартних відхилень (сигм), на яку даний регіон випереджав (чи відставав) середній по країні рівень як за обсягом спожитих факторів, так і за величиною досягнутих результатів. У тексті символ позначення стандартизованих значень буде подано із зірочкою, наприклад, x_{r1}^* — стандартизована оцінка кількості збудованих квартир у регіоні.

Дослідження було проведене за показниками будівництва за 2017 р. Вихідними даними були матеріали Державної служби статистики [10 — 11], що перебувають у відкритому доступі; у табл.1. наведено вихідні дані для канонічного аналізу ефективності використання факторів будівельного виробництва. У табл. 1. також наведено вибіркові оцінки середніх значень спожитих факторів і досягнутих результатів, а області, в яких будівельні підприємства виявили результат, вищий за середній, виділено **жирним шрифтом**. Втім, коректними для зіставлень є лише питомі показники (табл.1. виділені **підкресленням**), такі, як x_{r2} — прийняття в експлуатацію загальної площі житла, кв.м на 1 000 постійного населення і x_{r5} — рівень рентабельності (збитковості) підприємств будівництва в цілому по регіону, виражений у відсотках. Перший з них відображає виробничий результат, другий — фінансовий результат та повноту його відображення, оскільки пагубна тенденція завищення витрат є поширеною на переважній більшості будівельних підприємств. Серед факторних показників проводити порівняльний аналіз можна, хіба що за x_{12} — часткою коштів населення у загальній сумі капітальних інвестицій у житлове будівництво, яка виражена у відсотках. Крім того, табл.1. містить і результати, отримані внаслідок використання запропонованої далі діагностичної методики.

Таблиця 1. Показники діяльності підприємств будівництва і суміжних галузей за 2017 р.

(Складено авторами за даними [10 — 11].)

| Показник | Рівень рентабельності (збитковості) підприємств будівництва, % | Капітальні інвестиції у житлове будівництво млн.грн. | Частка коштів населення у капіталовкладеннях у будівництво житла, % | Виробництво цегли невогне-травивкої керамічної будівельної (крім виробів борошна кам'яного кремнеземистого чи ґрунтів діатомітових), тис. куб. м | Виробництво елементів конструкцій збірних для будівництва бетону чи каменю штучного, тис. т | Виробництво розчинів бетонних готових для використання, тис. т | Кількість зайнятого населення у будівництві на кінець року, шт. | Кількість вакансій у будівництві на кінець року, шт. | Прийняття в експлуатацію загальної площі житла на 1 000 постійного населення по регіонах (м ² загальної площі) | Кількість збудованих квартир по регіонах (одиниць) | Прийняття в експлуатацію загальної площі житла за рахунок нового будівництва по регіонах тис.м ² загальної площі | Прийняття в експлуатацію загальної площі житла за рахунок реконструкції по регіонах тис.м ² загальної площі | Ефективність роботи суб'єктів діяльності у сфері будівництва | Лінгвістична оцінка ефективності використання виробничих факторів | |
|--------------------------|--|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|--|---|--------|
| | x_{r5} | x_{11} | x_{12} | x_{13} | x_{14} | x_{15} | x_{16} | x_{17} | x_{r2} | x_{r1} | x_{r3} | x_{r4} | співвідношення витрат і результатів, аргумент формули (6) | Оцінка балансу за формулою (6) | |
| Вінницька | 9.1 | 1299 | 9.7 | 137,9 | 288,9 | 543,6 | 14,7 | 34 | 214 | 3973 | 304 | 34 | 1,317 | 0,765 | добре |
| Волинська | 3.6 | 1706 | 19 | 62,2 | 64,8 | 255,3 | 9,5 | 91 | 324 | 3176 | 308 | 28 | 0,805 | 0,639 | задов. |
| Дніпропетровська | 1.7 | 1223 | 1.6 | 65,7 | 158,9 | 673,9 | 52,4 | 296 | 113 | 3998 | 320 | 45 | 0,961 | 0,682 | задов. |
| Житомирська | 3.4 | 783 | 8.3 | 13,5 | 302,9 | 234,9 | 21,2 | 55 | 132 | 1715 | 124 | 39 | 0,996 | 0,691 | задов. |
| Закарпатська | 5.2 | 1863 | 28.6 | 62,4 | 30 | 125,9 | 28,5 | 16 | 334 | 2508 | 368 | 52 | 0,932 | 0,675 | задов. |
| Запорізька | 3.2 | 355 | 0.6 | 17 | 102,7 | 335,7 | 28 | 41 | 60 | 944 | 88 | 15 | 0,785 | 0,634 | задов. |
| Івано-Франківська | 5.7 | 2342 | 20 | 246,1 | 151,8 | 440,1 | 26,1 | 41 | 454 | 5796 | 523 | 102 | 1,110 | 0,719 | добре |
| Київська | 4.9 | 8429 | 13.3 | 240,8 | 99,6 | 1739,8 | 30,5 | 246 | 1050 | 23093 | 1719 | 106 | 1,001 | 0,692 | добре |
| Кіровоградська | 3.8 | 233 | 1.4 | 0 | 129,7 | 131,8 | 12,8 | 80 | 54 | 493 | 41 | 10 | 1,076 | 0,711 | добре |
| Львівська | -3.1 | 4632 | 14.5 | 255,7 | 203,8 | 1620,1 | 67,5 | 227 | 382 | 10481 | 889 | 70 | 1,016 | 0,696 | добре |
| Миколаївська | 1.1 | 383 | 1.5 | 0 | 155,2 | 451,2 | 16,4 | 150 | 64 | 630 | 52 | 22 | 1,015 | 0,696 | добре |
| Одеська | 0.7 | 2534 | 6.3 | 0 | 275,8 | 1368,5 | 39,5 | 105 | 304 | 11340 | 683 | 37 | 1,188 | 0,737 | добре |
| Полтавська | 3.6 | 1420 | 5.9 | 92,6 | 137 | 290,3 | 16,6 | 113 | 166 | 2910 | 206 | 29 | 1,000 | 0,692 | задов. |
| Рівненська | 2.2 | 1417 | 18.8 | 61,1 | 155 | 366,4 | 20,5 | 33 | 340 | 4037 | 360 | 34 | 0,778 | 0,632 | задов. |
| Сумська | 4.0 | 494 | 6.1 | 124,5 | 48,3 | 249,2 | 23,3 | 57 | 97 | 1226 | 91 | 15 | 0,781 | 0,632 | задов. |
| Тернопільська | 4.1 | 1540 | 19.1 | 20,8 | 178 | 222 | 12,6 | 40 | 278 | 3432 | 244 | 49 | 1,091 | 0,715 | добре |
| Харківська | 1.0 | 3393 | 8.1 | 62,4 | 158,9 | 856,2 | 57,3 | 140 | 175 | 7040 | 348 | 122 | 0,987 | 0,689 | задов. |
| Херсонська | 4.9 | 335 | 2.8 | 0 | 44,5 | 208,2 | 12,6 | 11 | 71 | 690 | 60 | 15 | 1,107 | 0,719 | добре |
| Хмельницька | 1.8 | 2934 | 25.6 | 156,7 | 490,4 | 496,5 | 14,1 | 30 | 283 | 4626 | 335 | 26 | 1,001 | 0,692 | добре |
| Черкаська | 6.6 | 1011 | 4.8 | 124 | 107,3 | 173,7 | 22,2 | 12 | 126 | 1725 | 133 | 20 | 0,689 | 0,605 | задов. |
| Чернівецька | 3.8 | 977 | 28.1 | 149 | 0 | 271,9 | 18 | 17 | 224 | 1651 | 187 | 15 | 1,037 | 0,701 | добре |
| Чернігівська | 3.8 | 540 | 4 | 75,7 | 51,1 | 0 | 8,9 | 43 | 126 | 1464 | 119 | 9 | 1,130 | 0,724 | добре |
| Київ | 0.9 | 13052 | 4.1 | 0 | 1293 | 6822,1 | 47,6 | 297 | 600 | 28190 | 1663 | 71 | 0,997 | 0,691 | задов. |
| Середнє значення | 3.1 | 2134,9 | 10.2 | 78,7 | 186,9 | 722,0 | 25,8 | 88,3 | 239,8 | 5024,4 | 368,7 | 39,6 | 0,991 | 0,688 | — |
| нижня межа середнього | 2.1 | 941,6 | 6.5 | 45,0 | 81,5 | 163,5 | 19,3 | 51,4 | 147,4 | 2180,8 | 183,1 | 26,4 | 0,687 | 0,610 | — |
| верхня межа середнього | 4.1 | 3328,2 | 13.9 | 112,5 | 292,4 | 1280,5 | 32,3 | 125,1 | 332,1 | 7868,0 | 554,3 | 52,7 | 1,296 | 0,767 | — |
| Гранична похибка | 1.0 | 1193,3 | 3.7 | 33,8 | 105,5 | 558,5 | 6,5 | 36,8 | 92,3 | 2843,6 | 185,6 | 13,1 | 0,304 | 0,079 | — |

Аналіз показників результативності по будівельній галузі дозволив зробити такі висновки: будівельники Закарпатської, Івано-Франківської та Київської областей за 2017 р. здобули найкращі показники результативності, оскільки одночасно перевищили верхню межу середнього по галузі рівня і по рентабельності, (відповідно 5,2%, 5,7% та 4,9%) і за кількістю введеного в експлуатацію житла на 1000 осіб населення (тобто 334 кв.м, 454 кв.м і 1050 кв.м), оскільки будівництво в цілому за 2017 р. показало рівень рентабельності операційної діяльності 1,6%, вказані 3 області вигідно вирізняються серед інших. Натомість занепокоєння викликають Львівська область і м.Київ, у яких, попри лідируючих показників введення житла (відповідно 382 і 600 кв.м на 1000 населення), фінансові результати операційної діяльності виявились найнижчими — відповідно 3,1% та 0,9%. Збитковість підрядних підприємств у Львівській області при порівняно високому показникові уведення об'єктів до експлуатації опосередковано свідчить ще й про непрозорість відображення грошових і матеріальних потоків в обліку та звітності. Частка коштів населення у капітальних інвестиціях у житлове будівництво становить близько 10,2%, причому із надійністю 95% вона може варіювати в межах від 6,5% до 13,9%. Тому області, в яких частка коштів населення більша за 13,9%, варто визнати ресурсомісткими за фінансовим забезпеченням, а саме: Волинська, Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська, Рівненська, Тернопільська, Хмельницька, Чернівецька. При цьому, у будівництві житла у Закарпатській та Івано-Франківській областях кошти, залучені від населення, використовують з максимальною віддачею, максимізуючи кількісні й фінансові результати. Натомість викликає занепокоєння результативність будівельної діяльності у Львівській області, яка опинилась серед лідерів по залученню грошових ресурсів населення, проте замикає рейтинг регіонів за рентабельністю будівельної діяльності і ледь перевищує нижню межу середнього рівня питомих обсягів уведення житла в експлуатацію. Більш повно сукупність взаємозв'язків між результатами будівництва і обсягами спожитих ресурсів відображають висновки канонічного аналізу, виконаному у програмному середовищі

STATISTICA 8 (табл. 2). Максимальний канонічний корінь $R=0,9915$ показує кореляцію між двома першими канонічними змінними, виділеними з правої та лівої множин. Іншими словами, якщо 7 факторних показників агрегувати до єдиного інтегрального показника споживання ресурсів у будівельному виробництві і подібним чином розрахувати зважений інтегральний показник результативності будівельної діяльності за 5-ма об'єднаними вище частковими показниками, то отримані лінійні комбінації матимуть парний коефіцієнт кореляції на рівні 0,9915. Звичайно, така кореляція між модифікованими факторами й результатами буде статистично значимою, як і перший канонічний корінь: визначений за формулою (1) критерій Хі-квадрат для першого канонічного кореня склав 143,29 при числі ступенів волі 35 $(=7 \text{ факторних змінних} - 1\text{-й номер кореню} + 1) \cdot (5 \text{ результативних змінних} - 1\text{-й номер кореню} + 1)$, при тому, що критичне значення при надійності 99,9% становить $\chi^2(0,999;35)=14,69$.

Перший канонічний корінь пояснює майже 87% дисперсії лівої, факторної множини змінних, і всі 100% дисперсії правої, результативної множини показників (табл.2). Загальна надлишковість (Total redundancy) — це величина, що показує, якою мірою мінливість однієї множини пояснюється іншою множиною. Згідно обчислень сукупність показників результативності будівництва пояснює 80,33% мінливості об'єднаного у дослідженні набору факторів. Натомість комплексний, взаємопов'язаний вплив факторів ресурсного забезпечення будівництва на 75,00% визначає варіацію кількісних та фінансових результатів діяльності будівельних підприємств. Попри високу статистичну значимість ще двох канонічних коренів з 5 обчислених, на нашу думку, для подальшого дослідження та розробки діагностичної методики достатньо зосередитися на результатах обчислення першого канонічного кореня і відповідних йому канонічних ваг (табл.2.). Ані сума канонічних ваг, ані сума їх квадратів не дорівнює одиниці і це є закономірним, оскільки канонічні ваги програмою було розраховано так, щоб максимізувати кореляцію між агрегованими показниками.

Таблиця 2. Результати канонічного аналізу ефективності будівництва по регіонах України (Авторська розробка)

| Canonical Analysis Summary (for canonic) Canonical R: ,99147 Chi?(35)=143,29 p=0,0000 | | | | |
|---|--|----------------|---|----------------|
| Показник | Ліва множина (Left – Set) — фактори | | Права множина (Right – Set) — результат | |
| Кількість змінних (No. of variables) | 7 | | 5 | |
| Пояснена варіація (Variance extracted) | 86,9727% | | 100,000% | |
| Загальна надлишковість (Total redundancy) | 75,0063% | | 80,3270% | |
| Змінні (Variables): | | | | |
| № | Назва показника | канонічна вага | Назва показника | канонічна вага |
| 1 | Капітальні інвестиції у житлове будівництво млн.грн. | 0,57 | Рівень рентабельності (збитковості) будівництва | -0,03 |
| 2 | Кошти населення на будівництво житла.% | -0,19 | Кількість збудованих квартир по регіонах (одиниць) | 0,18 |
| 3 | Виробництво цегли невогнетривкої керамічної будівельної (крім виробів з борошна кам'яного кремнеземистого чи ґрунтів діатомітових). тис. куб.м | -0,01 | Прийняття в експлуатацію загальної площі житла на 1000 постійного населення по регіонах(м2 загальної площі) | -1,21 |

| Продовження таблиці 2. | | | | |
|------------------------|--|-------|---|------|
| 4 | Виробництво елементів конструкцій збірних для будівництва з цементу, бетону чи каменю штучного. тис. т | 0,02 | Прийняття в експлуатацію загальної площі житла за рахунок нового будівництва по регіонах тис.м2 загальної площі | 1,60 |
| 5 | Виробництво розчинів бетонних, готових для використання. тис. т | 0,17 | Прийняття в експлуатацію загальної площі житла за рахунок реконструкції по регіонах тис.м2 загальної площі | 0,25 |
| 6 | Кількість зайнятого населення у будівництві. тис.осіб | 0,37 | | |
| 7 | Кількість вакансій у будівництві на кінець року. шт. | -0,01 | | |

Щоб визначити інтегральні показники ресурсомісткості та результативності будівництва потрібно виконати такі розрахункові процедури:

1. Знайти стандартизовані оцінки первинних показників будівництва (для цілого регіону або ж окремого підприємства — в такому випадку доцільно встановити вибіркові статистичні характеристики підприємств-конкурентів, що діють на регіональному ринку будівництва). Зауважимо, що набір факторів у лівій множині придатний тільки для діагностики ефективності будівництва в цілому по регіону, натомість права множина результативних показників дозволяє інтегрально оцінювати активність функціонування як окремих підприємств, так і цілих регіонів.

2. Обчислити інтегральні показники за формулами:

$$y_r = 0,57 \cdot x_{r1}^* - 0,19 \cdot x_{r2}^* - 0,01 \cdot x_{r3}^* + 0,02 \cdot x_{r4}^* + 0,17 \cdot x_{r5}^* + 0,37 \cdot x_{r6}^* - 0,01 \cdot x_{r7}^*, \quad (2)$$

$$y_r = 0,18 \cdot x_{r1}^* - 1,21 \cdot x_{r2}^* + 1,60 \cdot x_{r3}^* + 0,25 \cdot x_{r4}^* - 0,03 \cdot x_{r5} \quad (3)$$

Формулам (2), (3) можна надати економічну інтерпретацію:

— для моделі (2) інтегрального показника доходів, якщо у регіоні кількість збудованих за період квартир, а також площа прийнятого в експлуатацію житла за рахунок нового будівництва та реконструкції, виявиться більшою за середній по країні рівень, встановлений за підсумками 2017 р., на 1 стандартне відхилення, то інтегральний показник результативності (2) має зрости відповідно на 0,18, 1,60 та 0,25 бальні пункти. Коли ж на одне стандартне відхилення зросте рівень рентабельності виробництва і питомий показник введення в експлуатацію житла на 1000 населення, інтегральний показник потрібно зменшити відповідно на 0,03 і 1,21 бальні пункти. Зворотній зв'язок між підвищенням рентабельності та інтегральним показником будівництва значною мірою пояснюється спекулятивною складовою при формуванні ціни будівельних робіт і неповнотою відображення фактичних доходів й витрат в обліку та звітності підприємств будівництва;

— для моделі (3) інтегрального показника витрат — кожна сигма зростання понад середнього по країні рівня капітальних інвестицій у будівництво на підприємствах регіону, виробництва у ньому залізобетонних конструкцій і бетонних розчинів, а також кількості зайнятих у будівництві осіб сприяє підвищенню інтегрального показника ресурсомісткості відповідно на 0,57, 0,02, 0,17 та 0,37 пунктів. Натомість зростання частки коштів населення, залучених на будівництво житла, вакансій у будівництві і виробництва цегли по регіону на одне стандартне відхилення від середнього по країні рівня скорочує інтегральну оцінку ресурсомісткості відповідно на 0,19, 0,01 і 0,01 бальних пункти.

Оскільки показник ефективності будь-якої діяльності визначаються як співвідношення результатів і витрат, слід поділити інтегральний результативний показник (2) на інтегральний показник спожитих факторів (3). Втім, якщо підрядні підприємства мають нижчі за середні по регіону, або ж по вибірці, показники споживання ресурсів і досягнення результатів кожен із інтегральних показників (2) і (3) може бути від'ємним, а тому безпосередньо результат ділення для діагностики ефективності використовувати не можна. Зокрема, коли результативність, вища за середню, інтегральний показник (2) матиме додатне значення; якщо ж при цьому стандартизовані показники лівої факторної множини будуть нижчими за середні, то інтегральний показник (3) буде від'ємним. Тоді співвідношення додатного чисельника і від'ємного знаменника призведе до від'ємного значення ефективності. Щоб уникнути зазначеного викривлення висновків аналізу у розробленій діагностичній методиці, пропонуємо для кожного з інтегральних показників спочатку обчислити величину функції бажаності Харрінгтона

$$p_{рез} = \exp(-\exp(-y_r)), \quad (4)$$

$$p_{рес} = \exp(-\exp(-y_l)). \quad (5)$$

Результат формул (4), (5) завжди перебуває в межах від 0 до 1, незалежно від того, чи буде додатним, чи від'ємним аргумент, тому помножений на 100% він може інтерпретуватись як відсоткова оцінка ресурсовіддачі ($p_{рез}$), ресурсомісткості ($p_{рес}$), конкурентоспроможності, або ж взагалі ефективності ($p_{еф}$).

Остаточну визначити ефективність роботи суб'єктів діяльності у сфері будівництва пропонується шляхом ділення результату формули (4) на результат формули (5), із подальшим визначенням функції бажаності:

$$p_{еф} = \exp\left(-\exp\left(-\frac{p_{рез}}{p_{рес}}\right)\right) \quad (6)$$

Функція Харрінгтона (4), (5), (6) дає змогу не тільки оцінити корисність благ в умовних балах, але й надати обґрунтовану словесну характеристику — **лінгвістичний терм**. **Лінгвістичний терм** — це словесний вислів щодо характеристик об'єкта, тобто звичне словесне висловлювання. Так, результат функцій бажаності (4), (5), (6) відповідає 1 з 5-ти лінгвістичних термів [17]:

- «дуже погано», якщо $p_{еф}$ (або $p_{рез}$, або $p_{рес}$) < 0,2;
- «погано», якщо $0,2 < p_{еф}$ (або $p_{рез}$, або $p_{рес}$) < 0,37;
- «задовільно», якщо $0,37 < p_{еф}$ (або $p_{рез}$, або $p_{рес}$) < 0,69;
- «добре», якщо $0,69 < p_{еф}$ (або $p_{рез}$, або $p_{рес}$) < 0,8;
- «дуже добре», якщо $p_{еф}$ (або $p_{рез}$, або $p_{рес}$) > 0,8.

Межі термів «погано» (права межа), «задовільно» (обидві межі) та «добре» (ліва межа) не є круглими числами, однак значення 0,37 та 0,69 є закономірними. Вони досягаються за умов, коли u_r, u_b

або $\frac{P_{рез}}{P_{рес}}$ дорівнює нулеві чи одиниці, зокрема:

$$\exp(-\exp(-0)) = 0,3678 \approx 0,37 ;$$

$$\exp(-\exp(-1)) = \exp(-0,3678) = 0,6922 \approx 0,69$$

Формулу (6), як уже зазначалось вище, доречно використовувати для оцінювання інтегрального ефекту будівництва в цілому по регіону, оскільки інтегральний показник (5) ґрунтується на первинних оцінках складових будівництва в цілому по області. Чим вищим буде аргумент формули (6), тим вищою є ефективність. Про відсутність жодного економічного ефекту свідчить рівність витрат та результатів, тобто одиниця у дужках другої експоненти (6), що згідно із вищеподаним, забезпечить $r_{эф}$ на рівні 0,69 із лінгвістичною оцінкою «задовільно». Таким чином, результативність будівництва можна визнати прийнятною для тих областей, які матимуть лінгвістичні оцінки «добре» і «відмінно». Згідно обчислень (табл.1), за 2017 р. достатню ефективність діяльності показали підприємства Вінницької, Івано-Франківської, Київської, Кіровоградської, Львівської, Миколаївської, Одеської, Тернопільської, Хмельницької, Чернігівської та Чернівецької областей.

Стеосовно Львівської області слід зазначити, що на фоні найнижчої рентабельності досить високі показники загальної кількості введеного в експлуатацію житла за рахунок нового будівництва і реконструкції сприяли позитивній загальній оцінці віддачі факторів будівельного виробництва.

Решта ж регіонів, відповідно до сукупності показників будівництва, поданих в офіційній статистичній звітності, слід охарактеризувати як неефективні, оскільки обсяги виконаних ними будівельних робіт з урахуванням прибутковості суттєво поступаються рівневі спожитих при цьому ресурсів.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Метод канонічних кореляцій дає змогу комплексно оцінити розмаїття взаємозв'язків між складовими економічних явищ і процесів, у тому числі і тих, які супроводжують будівельну діяльність. Однак результати виконаних досліджень слід використовувати не відокремлено, а поєднуючи з іншими методами обробки інформації, зокрема, оцінюванням бажаності за шкалою Харрінгтона. Проведений аналіз показників роботи підприємств будівництва за 2017 р. виявив недостатню ефективність використання виробничих факторів у 11 регіонах України із 23 досліджених. До перспектив подальших досліджень за обраним напрямком потрібно віднести, насамперед, вивчення часової стійкості оцінок, визначених із використанням запропонованого методичного підходу, а також можливість використання методу канонічних кореляцій для інших аспектів економічного середовища будівельного бізнесу.

Література

1. Алтухова Д. В. Підвищення ефективності календарного планування житлового будівництва [Електронний ресурс] / Д. В. Алтухова // Управління розвитком складних систем. - 2018. - Вип. 33. - С. 195-200. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss_2018_33_29
2. Большаков В. І. Фактори, що здійснюють визначальний вплив на показники ефективності організаційно-технологічних рішень будівництва доступного житла [Електронний ресурс] / В. І. Большаков, Т. С. Кравчуновська, С. П. Броневіцький // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. - 2016. - № 5. - С. 61-70. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpabia_2016_5_10
3. Горин В. П. Проблеми ефективності бюджетного стимулювання житлового будівництва в Україні [Електронний ресурс] / В. П. Горин // Сталій розвиток економіки. - 2015. - № 2. - С. 26-34. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sre_2015_2_5
4. Дзюбановська Н. В. Підхід до оцінювання міжнародної торгівлі із використанням канонічного кореляційного аналізу [Електронний ресурс] / Н. В. Дзюбановська // Проблеми системного підходу в економіці. - 2017. - Вип. 1. - С. 194-198. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/PSPE_print_2017_1_33
5. Дубінін Д. В. Метод оцінювання ефективності використання ресурсів будівництва [Електронний ресурс] / Д. В. Дубінін // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. - 2015. - Вип. 33. - С. 164-173. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/shpebfrv_2015_33_19
6. Коваленко Ю. О. Інформаційний ресурс у контексті теорії факторів виробництва / Ю. О. Коваленко // Економіка промисловості. - 2011. - № 4. - С. 148-152. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/econpr_2011_4_26
7. Лабунська С. В. Використання моделей канонічного кореляційного аналізу під час оцінки інноваційної спроможності суб'єктів господарювання [Електронний ресурс] / С. В. Лабунська // Моделювання регіональної економіки. - 2014. - № 1. - С. 40-50. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Modre_2014_1_6
8. Панченко С. В. Застосування методу канонічних кореляцій в дослідженнях взаємозв'язків соціально-економічного розвитку міських комплексів [Електронний ресурс] / С. В. Панченко, Н. Г. Панченко, В. Б. Родченко // Вісник економіки транспорту і промисловості. - 2011. - № 34. - С. 411-416. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vetp_2011_34_233
9. Пінчук С. С. Класифікація факторів ефективності транспортного виробництва / С. С. Пінчук // Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту. Сер. : Економіка і управління. - 2012. - Вип. 21-22(1). - С. 89-95. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpdetut_eiu_2012_21-22\(1\)_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpdetut_eiu_2012_21-22(1)_13)

10. Статистичний збірник "Регіони України" 2018, ч.1 : [електронний ресурс] / Держкомстат України. — Режим доступу до ресурсу : <http://ukrstat.gov.ua>
11. Статистичний збірник "Регіони України" 2018, ч.2 : [електронний ресурс] / Держкомстат України. — Режим доступу до ресурсу : <http://ukrstat.gov.ua>
12. СТАН БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД НЕЗАВЕРШЕНОГО БУДІВНИЦТВА В УКРАЇНІ Державна служба статистики України. — Публікації. — Статистика інвестицій та будівництва — : [електронний ресурс] : режим доступу до ресурсу : <http://www.ukrstat.gov.ua/>
13. Терещенко Т. А. Метод канонічних кореляцій у багатовимірних економічних дослідженнях [Електронний ресурс] / Т. А. Терещенко, Т. П. Романюк, В. М. Богомазова // Науковий вісник Чернігівського державного інституту економіки і управління. Серія 1 : Економіка. - 2012. - Вип. 1. - С. 51-58. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NvChdieu_2012_1_10
14. Федотова Я. Г. Канонічні кореляції як інструмент управління підприємств приладобудування у забезпеченні соціальної відповідальності перед власними працівниками [Електронний ресурс] / Я. Г. Федотова, У. М. Плекан // Актуальні проблеми інноваційної економіки. - 2017. - № 4. - С. 73-80. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/apie_2017_4_12
15. Халафян А. А. Statistica 6. Статистический анализ данных. 3-е изд : [учебник] / А. А. Халафян. — М. : ООО "Бином-Пресс", 2008. — 512 с.
16. Ходико Д. І. Оцінка галузевих показників продуктивності енергетичного фактора виробництва у промисловості України / Д. І. Ходико // Економіка промисловості. - 2011. - № 1. - С. 112-117. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/econpr_2011_1_18.
17. Harrington, E.C. (1965) The Desirability Function. *Industrial Quality Control*, 21, 494-498

Л.В. Сорокина
А.Ф. Гойко
Е.С. Коваленко

Аннотация: В статье обоснован набор факторов производства, необходимый для получения основных результатов строительной деятельности. Доказана необходимость интегрального оценивания совокупного воздействия факторов и вычисления результативного показателя с использованием метода канонических корреляций. Предложена методика качественного оценивания эффективности строительной деятельности на основе результатов канонического анализа в сочетании функции желательности Харрингтона, которую использовано для анализа предприятий строительства за 2017 г. в региональном разрезе.

Ключевые слова: факторы строительного производства, результативность жилищного строительства, экономическая эффективность, канонические корреляции, функция желательности Харрингтона.

L.V. Sorokina
A.F. Goiko
E.S. Kovalenko

Abstract: The article substantiates a set of production factors necessary to obtain the main results of the construction activity. The necessity of the integral estimation of the cumulative effect of factors and the calculation of the effective indicator using the method of canonical correlations has been proved. A technique is proposed for the qualitative assessment of the effectiveness of construction activities based on the results of canonical analysis combined with the Harrington desirability function, which was used to analyze construction enterprises for 2017 in a regional context.

Keywords: construction production factors, housing construction efficiency, economic efficiency, canonical correlations, Harrington's desirability function.