

Фісуненко П.А.*доктор економічних наук, доцент,
професор кафедри розвитку нерухомості,
фінансів, обліку та маркетингу,**Придніпровська державна академія будівництва та архітектури***Fisunencko Pavlo***Prydniprovaska State Academy of Civil Engineering and Architecture***Герасименко О.В.***здобувач,**Придніпровська державна академія будівництва та архітектури***Herasimenko Oleksandr***Prydniprovaska State Academy of Civil Engineering and Architecture*

МОДЕЛЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ, ДІЯЛЬНІСТЬ ЯКИХ ПОВ'ЯЗАНА З ДЕВЕЛОПМЕНТОМ

SIMULATION OF THE RESULTS OF FUNCTIONING OF ENTERPRISES WHOSE ACTIVITIES ARE RELATED TO DEVELOPMENT

Анотація. Стаття присвячена моделюванню результатів функціонування підприємств, діяльність яких пов'язана з девелопментом, а саме побудові багатофакторної економіко-математичної моделі залежності результатів функціонування таких підприємств від основних макроекономічних факторів. Висвітлено актуальність практичного застосування інструментарію економіко-математичного моделювання, зокрема в сферах, пов'язаних з функціонуванням ринку нерухомості. Запропоновано використати інструменти економіко-математичного моделювання для формалізації впливу окремих факторів на результати функціонування підприємств, що активно працюють на ринку нерухомості (будівельні підприємства та підприємства, що здійснюють операції з нерухомим майном). Доведено доцільність побудови моделі залежності на підставі згладженого ряду вихідних даних, побудованого із використанням ковзної середньої, що дозволяє усунути вплив сезонності на досліджувані явища. Побудовано модель залежності результатів функціонування підприємств видів діяльності, пов'язаних з девелопментом нерухомості, від макроекономічних чинників, застосування якої дозволить прогнозувати на макрорівні загальні фінансові результати підприємств, які працюють у сфері будівництва та операцій з нерухомим майном.

Ключові слова: ринок нерухомості, девелопмент, економіко-математичне моделювання, кореляційно-регресійний аналіз, ковзна середня.

Постановка проблеми. На діяльність підприємств, що працюють у сфері нерухомості,

і безпосередньо їх результати здійснює вплив те макросередовище, у якому функціонує дане підприємство. В свою чергу, показники функціонування підприємств, що працюють на ринку нерухомості, є індикаторами стану національної соціально-економічної системи. Тому наскільки успішно керівництво такого підприємства зможе врахувати не тільки поточні ринкові умови, але й прогнозувати майбутні, реагуючи на фактори макросередовища, будуть залежати і його прогнозовані результати, сформовані під впливом макросередовища. Вивчення такого впливу є одним з найважливіших дослідницьких завдань, вирішення якого дозволить визначити прогнозовані напрямки подальшого розвитку підприємств.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Питання практичного застосування інструментів моделювання в економіці досить часто розглядаються в наукових дослідженнях різної спрямованості, в тому числі у сфері нерухомості.

Про складнощі прогнозування в умовах війни та застосування методу часткових найменших квадратів зазначено у праці М. Константінеску [1].

В роботах В. Григорківа, Н. Філіпчука, О. Ярошенко [2], В. Вороніна, М. Мамчина, Е. Лянце [3] наведено приклади застосування нейронних мереж для прогнозування цін на нерухомість. Н. Максишко в своїй праці розглядає можливість використання методів нечіткого моделювання для вибору інструментів прогнозування на ринку нерухомості [4].

В праці І. Пишнограєва та А. Коваль встановлено вплив різних факторів на вартість житла шляхом проведення регресійно-кореляційного аналізу [5]. Також в цьому напрямку працюють Е.Ковпак, В.Малець, якими було запропоновано вид множинної регресії для опису об'єкту нерухомості [6].

Мета статті полягає у побудові багатофакторної економіко-математичної моделі залежності результатів функціонування підприємств видів діяльності, пов'язаних з девелопментом нерухомості, від основних макроекономічних факторів.

Виклад основного матеріалу. Досліджуючи використання економіко-математичних методів в управлінні інноваційним розвитком економічних систем, Н. Юрчук акцентує увагу на наступних практичних завданнях, які вирішують дослідники з використанням моделювання:

- аналіз економічних об'єктів і процесів;
- економічне прогнозування, передбачення розвитку економічних процесів;
- розробка управлінських рішень на всіх рівнях господарської ієрархії управління [7].

Н. Юрчук аргументовано зазначає, що математичну модель можна розробляти стосовно конкретного об'єкта в цілому або окремих його складових елементів, з її допомогою можна відображати або існуючі властивості, функції

певних явищ та процесів, або їх розвиток на перспективу [7].

Пропонується використати інструменти економіко-математичного моделювання для формалізації впливу окремих чинників на результати функціонування підприємств, що активно працюють на ринку нерухомості.

Головним результатом, що характеризує діяльність підприємств, є чистий прибуток (збиток), який вони отримують від своєї діяльності. При цьому, зважаючи на те, що до реалізації девелоперських проєктів залучені як будівельні підприємства, так і підприємства, що здійснюють операції з нерухомістю, цікаво дослідити фінансові результати підприємств цих двох видів економічної діяльності.

На рис. 1 подано динаміку чистого прибутку (збитку) підприємств за видом економічної діяльності «Будівництво» в цілому, а також великих та середніх підприємств, що здійснюють даний вид економічної діяльності. Виокремлення великих та середніх підприємств здебільшого залучаються до реалізації девелоперських проєктів.

З даних рисунку видно, що протягом тривалого часу (2010–2017 роки) підприємства, що здійснювали діяльність за видом «Будівництво», отримували в загальному підсумку

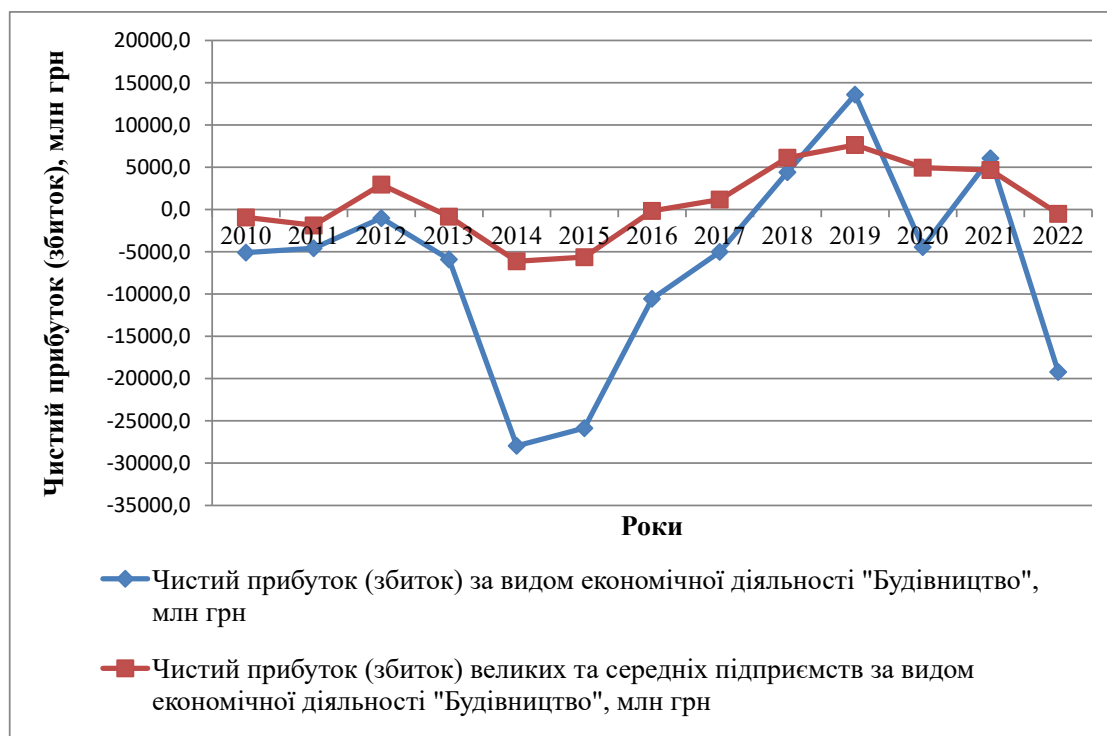


Рис. 1. Динаміка чистого прибутку (збитку) за видом економічної діяльності «Будівництво» у 2010–2022 роках

Джерело: побудовано авторами за даними [8]

чистий збиток (найбільший рівень збитковості спостерігався у 2014–2015 роках, а саме 27948,8 та 25860,0 млн грн, відповідно). Протягом 2018–2019 років за видом економічної діяльності підприємствами було отримано чистий прибуток в розмірі 4414,1 та 13590,6 млн грн, однак вже у 2020 році результат функціонування будівельних підприємств знов набув від’ємного значення. Нажаль тенденція до поліпшення ефективності функціонування будівельних підприємств, що намітилась у 2021 році (підприємствами за даним видом економічної діяльності за рік було отримано чистий прибуток в розмірі 6068,3 млн грн), було перервано через військове вторгнення росії у лютому 2022 році. Як наслідок, 2022 рік характеризувався низькими показниками ефективності діяльності будівельних підприємств: чистий збиток склав 19216,3 млн грн, що у 3,2 рази перевищує рівень чистого прибутку попереднього року.

Незважаючи на наявність хвилеподібних змін протягом досліджуваного періоду, в цілому чистий прибуток (збиток) середніх та великих підприємств за видом економічної діяльності «Будівництво» значною мірою був менш схильним до коливань, порівняно з величиною чистого прибутку (збитку) за даним видом економічної діяльності в цілому. З 2017 року і до 2021 року включно великі та середні будівельні

підприємства отримували чистий прибуток (1182,1 млн грн у 2017 році, 4674,9 млн грн у 2021 році), однак і для цих підприємств події 2022 року стали переломними: цього року великі та середні підприємства за видом економічної діяльності «Будівництво» отримали від’ємний фінансовий результат – чистий збиток в розмірі 500,5 млн грн.

На рис. 2 подано динаміку чистого прибутку (збитку) підприємств за видом економічної діяльності «Операції з нерухомим майном» в цілому, а також великих та середніх підприємств, що здійснюють даний вид економічної діяльності.

Як видно з даних рис. 2, підприємства, що здійснювали операції з нерухомим майном в цілому вирізнялись отриманням від’ємних фінансових результатів: найбільшою величиною чистого збитку була у період з 2014 по 2017 роки (хоча чистий збиток за цей період зменшився з 105425,7 млн грн у до 17551,2 млн грн). Чистий прибуток сформувався за підприємствами даного виду економічної діяльності лише у 2019 та 2021 роках (44953,5 та 14544,2 млн грн, відповідно). У 2022 році чистий збиток підприємств даного виду економічної діяльності склав більш ніж 61096,3 млн грн.

Як і по виду економічної діяльності «Будівництво», великі та середні підприємства, що здій-

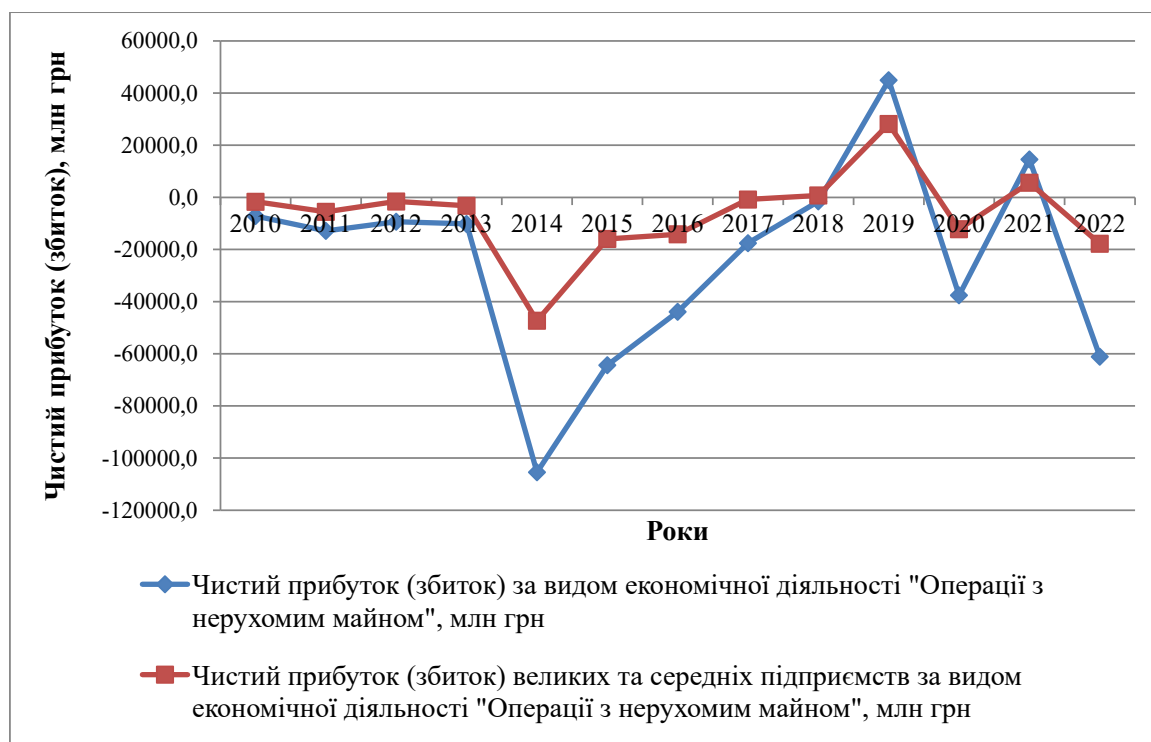


Рис. 2. Динаміка чистого прибутку (збитку) за видом економічної діяльності «Операції з нерухомим майном» у 2010–2022 роках

Джерело: побудовано автором за даними [8]

снювали операції з нерухомим майном, більш стійко реагували на зміни зовнішнього середовища. Це знайшло відображення у згладжуванні ступеня коливань показника фінансових результатів даних підприємств порівняно з коливаннями даного показника за видом економічної діяльності «Операції з нерухомим майном» в цілому. Водночас, характер змін даного показника по великих та середніх підприємствах подібний до характеру змін чистого прибутку (збитку) по виду економічної діяльності. Так, позитивний фінансовий результат спостерігався лише у 2019 та у 2021 роках (28151,8 млн грн та 5615,4 млн грн, відповідно), а в інші роки досліджуваного періоду по великих та середніх підприємствах сформувався чистий збиток.

Для визначення тісноти зв'язку між окремими показниками найчастіше застосовується коефіцієнт парної кореляції. Як зазначено в роботі Чичуліної К., кореляційний аналіз є методом обробки статистичних даних, який полягає у вивченні коефіцієнтів кореляції між змінними. При цьому порівнюються коефіцієнти кореляції між однією парою або численними парами ознак для встановлення між ними статистичних взаємозв'язків [9].

В роботі вченої було розглянуто питання практичного застосування в рамках побудови економіко-математичних моделей коефіцієнта кореляції між двома рядами змінних x_i та x_j , для обчислення якого використовують формулу:

$$r_{ij} = \frac{\text{cov}(x_i, x_j)}{\sigma_i \sigma_j} = \frac{M[(x_i - m_{xi})(x_j - m_{xj})]}{\sigma_i \sigma_j}, \quad (1)$$

де m_{xi} , m_{xj} – математичне очікування координати x_i і відповідно x_j ; σ_i , σ_j – стандарт координати x_i і відповідно x_j ; $\text{cov}(x_i, x_j)$ – математичне очікування добутку центрованих координат x_i, x_j [9].

Розрахунок коефіцієнта парної кореляції між показниками фінансових результатів великих та середніх підприємств за даними видами економічної діяльності свідчить про наявність між ними зв'язку, тіснота якого за шкалою Чеддока є високою (коефіцієнт кореляції складає 0,762). Зважаючи на високу тісноту зв'язку, пропонуємо досліджувати вплив факторів на показник сумарного чистого прибутку (збитку) за двома видами економічної діяльності.

Для дослідження впливу чинників на досліджуване явище, найчастіше використовуються методи економіко-математичного моделювання.

Як зазначають С. Щербініна, О. Климко, Т. Марочко, економіко-математичне моделювання – математичний опис закономірностей,

притаманних якому-небудь об'єкту, системі, процесу, виражених за допомогою економічного показника [10].

Послідовність здійснення побудови економіко-математичної моделі може бути подано у вигляді ряду етапів:

- попередній аналіз досліджуваного явища та факторів, що на нього впливають, збір даних та обробка інформації;

- вивчення на підставі кореляційного аналізу залежності між результативною та факторною ознакою;

- відбір факторів для їх включення до моделі, перевірка на можливість появи мультиколінеарності та виключення факторів, що призводять до неї;

- побудова моделі із застосуванням інструментарію регресійного аналізу, розрахунок параметрів і значень змінних;

- перевірка моделі на адекватність та значущість;

- прийняття моделі в якості базової для подальшого використання або її корегування (за умови недостатньої адекватності моделі чи незадовільного рівня значущості її параметрів).

З метою виявлення показників, що впливають на ефективність функціонування підприємств, які здійснюють будівництво та операції з нерухомим майном, які можуть залучатися до реалізації девелоперських проектів, було зібрано статистичні дані за 2019–2022 роки з поквартальною розбивкою за наступними показниками:

- кількість посвідчених договорів з купівлі-продажу житла;

- індекс будівельної продукції;

- індекс цін у будівництві;

- індекс цін на житло;

- наявний дохід в розрахунку на 1 особу, скоригований на індекс споживчих цін;

- індикатор економічних настроїв.

Перш за все, було досліджено тісноту зв'язку між чистим прибутком (збитком) великих та середніх підприємств за видами економічної діяльності «Будівництво» та «Операції з нерухомим майном» та зазначеними показниками. Результати розрахунку наведено в табл. 1.

Як видно з даних таблиці, помітний зв'язок спостерігається між чистим прибутком підприємств та наступними показниками: кількість посвідчених договорів з купівлі-продажу та індекс цін в будівництві. Водночас, вплив кількості посвідчених договорів з купівлі-продажу житла на чистий прибуток великих та середніх підприємств є прямим, тоді як вплив індексу цін у будівництві є оберненим.

Результати оцінки тісноти зв'язку між результативною та факторною ознаками

Ознака	Позначення	Коефіцієнт кореляції	Напрямок зв'язку	Характеристика тісноти зв'язку
Результативна ознака	Y	чистий прибуток (збиток) великих та середніх підприємств за видами економічної діяльності «Будівництво» та «Операції з нерухомим майном»		
Факторні ознаки				
Кількість посвідчених договорів з купівлі-продажу житла	X_1	0,653	прямий	помітна
Індекс будівельної продукції	X_2	0,271	прямий	слабка
Індекс цін у будівництві	X_3	-0,572	обернений	помітна
Індекс цін на житло	X_4	-0,164	обернений	слабка
Наявний дохід в розрахунку на 1 особу, скоригований на індекс споживчих цін	X_5	0,488	прямий	помірна
Індикатор економічних настроїв	X_6	0,387	прямий	помірна

Джерело: розраховано авторами

Такий характер впливу є закономірним, адже, зважаючи на те, що традиційно на ринку нерухомості склалась ситуація переважання пропозиції над попитом, зростання кількості укладених договорів є свідченням збільшення попиту, обсягів діяльності як будівельних підприємств, так і для підприємств, що надають послуги з купівлі-продажу, оренди нерухомого майна та інші послуги в сфері нерухомості.

Щодо цін у будівництві, то вони є показником, збільшення якого впливає на витратну складову формування чистого прибутку будівельних підприємств та призводить до подорожчання нерухомості, що може спричинити негативний вплив на результати функціонування підприємств в досліджуваній сфері.

Помірним є зв'язок між результативним показником та наступними показниками: наявний дохід в розрахунку на 1 особу, скоригований на індекс споживчих цін та індикатор економічних настроїв. При цьому, вплив даних факторів є прямим, адже поліпшення економічних настроїв в національній економіці підвищує активність суб'єктів господарювання, в тому числі і на ринку нерухомості, а зростання реальних наявних доходів населення обумовлює зростання платоспроможного попиту населення.

Індекс будівельної продукції має прямий, але слабкий вплив на чистий прибуток підприємств за видами економічної діяльності «Будівництво» та «Операції з нерухомим майном», тоді як індекс цін на житло має слабкий, але обернений вплив на результативний показник. Слабкий вплив цих фактором обумовлений дуалістичним та різноспрямованим впливом, який ці фактори чинять на попит та пропо-

зицію на ринку нерухомості (первинному та вторинному).

При побудові багатофакторної моделі важливо перевірити фактори на наявність між ними тісного зв'язку з метою недопущення виникнення мультиколінеарності.

Застосовуючи методику кореляційно-регресійного аналізу для побудови моделі з метою прогнозування інвестиційної діяльності підприємств, Р. Лопатюк наголошує на тому, що у економічних моделях мультиколінеарність, як правило, проявляється у стохастичній формі. За його твердженням, коли між факторами моделі існує тісний кореляційний зв'язок, який не досягає рівня функціонального ($r_{ij} > 0.6$ при прямому зв'язку та $r_{ij} < -0.6$ при оберненому зв'язку) [11].

На необхідності врахування явища мультиколінеарності при доборі факторів для їх включення в модель множинної регресії наголошують і інші науковці, зокрема І. Пишнограєв та А. Коваль, в процесі економіко-математичне моделювання впливу макроекономічних факторів на ціноутворення ринку нерухомості було виключено ряд змінних з моделі саме для збільшення точності результатів і уникнення мультиколінеарності [5]. Автори наголошують, що тісна лінійна залежність між змінними не дає змогу реально оцінити вплив кожного із факторів на результативний показник і може стати причиною не точної інтерпретації моделі.

Таким чином, з моделі доцільно виключити показники, які значною мірою корелюють між собою (абсолютне значення коефіцієнта кореляції між якими перевищує 0,6), залишивши лише фактор, що має найістотніший вплив на результативну ознаку.

Матриця парних коефіцієнтів кореляції між факторними ознаками наведена в табл. 2.

Як видно з даних таблиці, між кількістю посвідчених договорів з купівлі-продажу житла (X_1) та показниками індекс цін у будівництві (X_3), наявний дохід в розрахунку на 1 особу (X_5), індикатор економічних настроїв (X_6) спостерігається помітний зв'язок. Крім того, помітним є зв'язок між факторами індекс цін у будівництві та наявний дохід в розрахунку на одну особу (фактори X_3 та X_5). Серед усіх цих факторів для включення до моделі доцільно залишити показник, що має найвищу тісноту зв'язку з результативним показником, а саме показник кількості посвідчених договорів купівлі-продажу житла (фактор X_1). Крім того, до моделі включено показники індекс будівельної продукції (X_2) та індекс цін на житло (X_4).

Таким чином, пропонується побудувати модель залежності результативної ознаки від показників кількості посвідчених договорів купівлі-продажу житла (фактор X_1), індексу будівельної продукції (X_2) та індексу цін на житло (X_4).

Із застосування програмних пакетів аналізу даних, що спираються на використання методу найменших квадратів, було побудовано початкову функцію залежності між результативним та факторними показниками. Побудована функція залежності має вигляд:

$$Y = 79503,53 + 0,15X_1 + 25,37X_2 - 875,69X_4, \quad (2)$$

де Y – чистий прибуток (збиток) великих та середніх підприємств за видами економічної діяльності «Будівництво» та «Операції з нерухомим майном», кварталні дані;

X_1 – кількість посвідчених договорів купівлі-продажу житла, кварталні дані;

X_2 – індекс будівельної продукції, кварталні дані;

X_4 – індекс цін на житло, кварталні дані.

Коефіцієнт множинної кореляції за моделлю складає 0,582, що свідчить про помітний вплив обраних чинників на чистий прибуток підприємств. Дана модель була перевірена на адекватність із застосуванням критерію Фішера: встановлено, що розрахункове значення 2,05, менше табличного (3,49 при $k_1=3, k_2=16-3-1=12$). Враховуючи недостатню надійність побудованої моделі, можна дійти висновку щодо необхідності її корегування (або шляхом перегляду факторів, включених до моделі, або ж шляхом перетворенням рядів даних, притаманних даним факторам, з врахуванням закономірностей, які для них характерні).

Зважаючи, що за вихідну базу для побудови моделі взято поквартальні дані, доцільно розглянути можливість побудови моделі на основі значень згладженого ряду даних, побудованого із застосування методики розрахунку ковзної середньої з метою усунення впливу на зміну результативного та факторного показників чинника сезонності. При цьому, розглянуто варіанти розрахунку ковзної середньої по два, три чи чотири точки ряду.

Було побудовано моделі залежності за умови різних варіантів згладжування даних, параметри яких наведено в табл. 3.

Як видно з табл. 3, навіть при попарному згладжуванні значень часових рядів модель

Таблиця 2

Матриця парних коефіцієнтів кореляції між факторними ознаками

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
X_1	1,000	0,269	-0,629	0,000	0,655	0,605
X_2	0,269	1,000	-0,408	-0,307	-0,117	-0,349
X_3	-0,629	-0,408	1,000	0,411	-0,704	-0,313
X_4	0,000	-0,307	0,411	1,000	-0,268	-0,005
X_5	0,655	-0,117	-0,704	-0,268	1,000	0,569
X_6	0,605	-0,349	-0,313	-0,005	0,569	1,000

Джерело: розраховано авторами

Таблиця 3

Моделі залежності результативного показника за умови різних варіантів згладжування даних

Варіант побудови моделі	Коефіцієнт детермінації	Коефіцієнт множинної кореляції	Числа ступенів вільності	Критерій Фішера	
				розрахункове значення	табличне значення
Без згладжування даних	0,338	0,582	3, 12	2,046	3,490
Згладжування по два періоди	0,564	0,751	3, 11	4,743	3,587
Згладжування по три періоди	0,638	0,799	3, 10	5,873	3,708
Згладжування по чотири періоди	0,657	0,810	3, 9	5,743	3,863

Джерело: розраховано авторами

можна вважати адекватною, однак більш точною є модель, побудована на підставі згладжених рядів даних по три періоди.

Така модель має вигляд:

$$Y' = 150111 + 0,17Y'_1 + 2,77Y'_2 - 1551,38Y'_4, \quad (3)$$

де Y' – чистий прибуток (збиток) великих та середніх підприємств за видами економічної діяльності «Будівництво» та «Операції з нерухомим майном», згладжені квартальні дані;

Y'_1 – кількість посвідчених договорів купівлі-продажу житла, згладжені квартальні дані;

Y'_2 – індекс будівельної продукції, згладжені квартальні дані;

Y'_4 – індекс цін на житло, згладжені квартальні дані.

Висновки. Таким чином, обґрунтовано застосування методів економіко-математичного моделювання для побудови моделі залежності результатів функціонування підприємств видів діяльності, пов'язаних з девелопментом нерухомості, від основних макроекономічних факторів. Побудована модель залежності дозволить в подальшому прогнозувати на макрорівні загальні фінансові результати підприємств, що працюють у сфері будівництва та операцій з нерухомим майном. Таке прогнозування може дати орієнтири для подальшого розвитку ринку нерухомості, націленого на покращення ефективності функціонування забудовників та девелоперів.

Література:

- Constantinescu, M. Sparse Warcasting. *NBU Working Papers*. 2023. № 1. URL: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/WP_2023-01_Constantinescu.pdf
- Григорків В.С., Ярошенко О.І., Філіпчук Н.В. Нейронні мережі та їх використання для прогнозування тенденцій ринку нерухомості. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2012. Вип. 22.5. С. 324–330.
- Воронін В.О., Мамчин М.М., Лянце Е.В. Прогнозне моделювання тенденцій розвитку ринку нерухомості. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. 2012. № 735. С. 38–46.
- Макшишко Н.К., Шаповалова В.О. Нечітка модель ідентифікації фаз на ринку нерухомості. *Нейро-нечіткі технології моделювання в економіці*. 2014. № 3. С. 94–119.
- Пишнограєв І., Коваль А. Економіко-математичне моделювання впливу макроекономічних факторів на ціноутворення ринку нерухомості. *Економіка та суспільство*, 2022. Вип. 43 URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/1742>
- Ковпак Е.О., Малець В.В. Моделювання цін на квартири в множинній регресії. *Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці*. 2016. № 3. С. 560–564. URL: https://economyandsociety.in.ua/journals/3_ukr/96.pdf
- Юрчук Н. П. Використання економіко-математичних методів в управлінні інноваційним розвитком економічних систем.

Інвестиції: практика та досвід. 2015. № 18. С. 28–32. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ipd_2015_18_7

- Статистична інформація. *Державна служба статистики України*. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/oper_new.html
- Чичуліна К.В. Кореляційний зв'язок в економіко-математичних моделях. *Наукові праці Полтавської державної аграрної академії*. 2012. Вип. 1(4). Т. 3. С. 250–255.
- Щербініна С.А., Климко О.Г., Марочко Т.Р. Застосування економіко-математичного моделювання для аналізу діяльності промислового підприємства. *Ефективна економіка*. 2019. № 6. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/6_2019/61.pdf
- Лопатюк Р.І. Прогнозування рівня інвестиційної діяльності підприємств аграрної сфери. *Ефективна економіка*. 2013. № 4. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2013_4_52

References:

- Constantinescu M. (2023) Sparse Warcasting. *NBU Working Papers*, vol. 1. Available at: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/WP_2023-01_Constantinescu.pdf
- Hryhorkiv V. S., Yaroshenko O. I., Filipchuk N. V. (2012) Neironni merezhi ta yikh vykorystannia dlia prohnuzuvannia tendentsii rynku nerukhomosti [Neural networks and their use for forecasting real estate market trends]. *Scientific bulletin of NLTU of Ukraine*, vol. 22.5, pp. 324–330.
- Voronin V. O., Mamchyn M. M., Liantse E. V. (2012) Prohnodne modeliuвання tendentsii rozvytku rynku nerukhomosti [Predictive modeling of real estate market development trends]. *Bulletin of the Lviv Polytechnic National University*, vol. 735, pp. 38–46.
- Maksyshko N. K., Shapovalova V. O. (2014) Nечitka model identyfikatsii faz na rynku nerukhomosti [Fuzzy phase identification model in the real estate market]. *Neuro-fuzzy modeling technologies in economics*, vol. 3, pp. 94–119.
- Pyshnohraiev I., Koval A. (2022) Ekonomiko-matematychne modeliuвання vplyvu makroekonomichnykh faktoriv na tsinoutvorennia rynku nerukhomosti [Economic-mathematical modeling of the influence of macroeconomic factors on real estate market pricing]. *Economy and society*, vol. 43. Available at: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/1742>
- Kovpak E. O., Malets V. V. (2016) Modeliuвання tsin na kvartyry v mnozhynni rehresii. Matematychni metody, modeli ta informatsiini [Modeling apartment prices in multiple regression]. *Mathematical methods, models and information technologies in economics*, vol. 3, pp. 560–564. Available at: https://economyandsociety.in.ua/journals/3_ukr/96.pdf
- Yurchuk N. P. (2015) Vykorystannia ekonomiko-matematychnykh metodiv v upravlinni innovatsiynym rozvytkom ekonomichnykh system [The use of economic and mathematical methods in the management of innovative development of economic systems]. *Investments: practice and experience*, vol. 18, pp. 28–32. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ipd_2015_18_7
- Statystychna informatsiia [Statistical information] *Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy* [State Statistics Service of Ukraine]. Available at: http://visnuk.kl.com.ua/joom/images/archive/bud/19_2018/Arch-19-2018-42.pdf https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/oper_new.html
- Chychulina K. V. (2012) Koreliatsiyni zviazok v ekonomiko-matematychnykh modeliakh [Correlation in economic and mathematical models]. *Scientific works of the Poltava State Agrarian Academy*, vol. 1(4), no. 3, pp. 250–255.
- Shcherbinina S. A., Klymko O. H., Marochko T. R. (2019) Zastosuvannia ekonomiko-matematychnoho modeliuвання dlia

analizu diialnosti promyslovoho pidpriemstva [Application of economic-mathematical modeling to analyze the activity of an industrial enterprise]. *Efficient economy*, vol. 6. Available at: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/6_2019/61.pdf

11. Lopatiuk R. I. (2013) Prohnozuvannia rivnia investytsiinoi diialnosti pidpriemstv ahrarnoi sfery [Forecasting the level of investment activity of agrarian enterprises]. *Efficient economy*, vol. 4. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek2013_4_52

Summary. The article is devoted to the construction of a multifactorial economic-mathematical model of the dependence of the results of the functioning of enterprises of activities related to real estate development on the main macroeconomic factors. The relevance of studying the influence of factors influencing the results of the functioning of enterprises operating on the real estate market is substantiated. The relevance of the practical application of economic-mathematical modeling tools, in particular in areas related to the functioning of the real estate market, is highlighted. It is proposed to use the tools of economic and mathematical modeling to formalize the influence of individual factors on the results of the functioning of enterprises actively working in the real estate market (construction enterprises and enterprises carrying out transactions with real estate). The dynamics of changes in the net profit (loss) of enterprises by types of economic activity "Construction" and "Operations with real estate" were analyzed. Based on the results of the correlation analysis, the factors included in the dependence model were determined. The expediency of building a dependence model on the basis of a smoothed series of initial data, constructed using a three-point moving average, has been proven, which allows to eliminate the influence of seasonality on the studied phenomena. A model of the dependence of the results of the functioning of enterprises of types of activities related to real estate development on changes in the number of certified contracts for the purchase and sale of housing, the index of construction products and the index of housing prices was built. The model was checked for adequacy and reliability using generally accepted criteria. The application of the built model will allow further forecasting at the macro level the general financial results of enterprises working in the field of construction and real estate operations. Such forecasting can provide guidelines for the further development of the real estate market, aimed at improving the efficiency of the functioning of builders and developers.

Key words: real estate market, development, economic-mathematical modeling, correlation-regression analysis, moving average.