

4. Агапова К. Методы экологического управления строительной площадкой. UNIT, Киев. Февраль 2017. COPYRIGHT © JONES LANG LASALLE IP, INC. 2014.
5. Зайка М. Акредитований спеціаліст LEED, DGNB, BREEAM. TOB Дельта Проектконсалт Україна. 2017 р.
6. Держкомстат України. http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2014/bud/ovb/ovb_u/ovb_rik_u_bez.htm

К.В. Измайлова

Экологическое сопровождение запасов как фактор эффективности использования оборотных средств строительного предприятия.

Рассмотрены основные направления востребованного в настоящее время экологического сопровождения запасов материалов на строительной площадке. Анализируется влияние экологического сопровождения запасов на их потребность, то есть на отвлечение средств предприятия на одну из существенных составляющих оборотных средств.

Ключевые слова: *строительные материалы, сортировка и утилизация строительных отходов, управление отходами, оборотные средства, запасы.*

K.V. Izmaylova

Ecological support of reserves as a factor in the efficiency of using the circulating assets of a construction enterprise.

The main directions of the currently required environmental maintenance of building material stocks at the construction site have been considered.

The impact of measures on the environmental maintenance of stocks on their requirement, i.e. on the reallocation of the enterprise's means for one of the most significant components of the working capital, has been analyzed.

Keywords: *building materials, sorting and utilization of construction waste, waste control, workingcapital, stocks.*

УДК 69.003: 334

Л.В. Сорокіна

докт. екон. наук, професор

А.Ф. Гойко

канд. екон. наук, професор

Є.С. Коваленко

канд. екон. наук, доцент

Київський національний університет будівництва і архітектури

ПРОСТОРОВА МОДЕЛЬ ЦІНОУТВОРЕННЯ У ЖИТЛОВОМУ БУДІВНИЦТВІ

У статті досліджено вплив просторового чинника на опосередковану вартість будівництва житла та динаміку її змін в часі. Побудовано ступеневі залежності вартості будівництва квадратного метра житла у регіоні для апроксимації закономірності «ранг — розмір» у 2015 — 2017 рр. Запропоновано авторську

методику прогнозування витрат на спорудження квадратного метра житла для об'єктів, розташованих у різних областях України. Отримані результати можуть бути використані розпорядниками бюджетних коштів, забудовниками та інвесторами для обґрунтування доцільності і можливості реалізації проектів житлових будівель, проектувальниками, та підрядними підприємствами для підготовки техніко-економічних розрахунків і пропозицій щодо договірних цін на виконання робіт.

Ключові слова: *правило Ципфа, рейтинг подорожчання вартості будівництва, ранг регіону, просторова модель вартості будівництва, середньорічний темп інфляції.*

Постановка проблеми. Тривалий строк спорудження будівельних об'єктів, складність технічних умов та проектних рішень спричиняють значну невизначеність щодо вартості майбутніх будівель на всіх стадіях інвестиційно-будівельного процесу. Під час обґрунтування доцільності будівельних інвестиційних проектів, розробки техніко-економічних розрахунків, визначення вартості будівництва для інвестора, або підготовки ціни пропозиції учасника конкурсних торгів доводиться вдаватись до різних припущень щодо вартості спорудження об'єктів та враховувати усереднений показник витрат на будівництво. На стадіях ТЕО, ТЕР, ЕП вартість будівництва багатоповерхових житлових будівель, які характеризуються подібністю проектних рішень, чинні стандарти з ціноутворення дозволяють визначати за допомогою аналогового методу. Аналоговий метод використовується і при визначенні обсягів державних інвестицій, спрямованих на реалізацію цільових програм щодо житлового будівництва. Адже згідно розділу 3 Порядку визначення та застосування показників опосередкованої вартості спорудження житла по регіонах [13], розпорядники бюджетних коштів приймають рішення щодо можливості та доцільності реалізації проектів будівництва житлових будинків на основі обґрунтованих розрахунків. Основу таких розрахунків складають показники опосередкованої вартості спорудження житла по регіонах України, які шоквартально розраховуються та оприлюднюються Мінрегіонбудом. Показники опосередкованої вартості спорудження житла обчислюються для деякого об'єкта-представника, причому у різних регіонах об'єкти можуть розрізнятись за техніко-економічними, архітектурно-планувальними, конструктивними характеристиками. Крім того, на різних територіях суттєво відрізняється рівень цін ресурсів, за якими обчислюється вартість будівництва. Зазначені розбіжності зумовлено різною чисельністю населення областей України, а також суттєвими відмінностями у рівнях їх економічного благополуччя. Вказані обставини зумовлюють доцільність поглибленого вивчення впливу просторового чинника на ціни будівельної продукції і подальшого вдосконалення методів визначення економічно обґрунтованої суми витрат на зведення житлових будівель.

Аналіз публікацій. Зв'язок розподілу економічної активності із розподілом населення переважною більшістю країн світу становить предмет наукових інтересів багатьох вчених. Втім, останні публікації, присвячені покращенню регіональної економічної політики, спрямовані на розробку теоретичних інституціональних, або організаційно-концептуальних положень. Тому особливої уваги заслуговують праці

[1, 2, 5, 18], що передбачають застосування кількісних методів дослідження ефективності управління економічним розвитком окремих областей. У них запропоновано ефективні шляхи поліпшення вибору пріоритетних економічних цілей в умовах окремого регіонального кластеру [2], кількість одиниць систем масового обслуговування, розташованих у тому чи іншому регіоні [1], відмінності показників ринку праці окремого регіону від аналогічних показників, усереднених по Україні. Ще у 1949 році Георгом Ципфом було сформульовано закономірність «ранг - розмір». Згідно неї розмір міста, рівень добробуту його мешканців, обсяги реалізації продукції підприємствами цього міста обернено залежать від рангу, який даний населений пункт має в упорядкованому переліку всіх міст країни. «Закон Ципфа» зберігається і в динаміці, що проявляється через зміну людності міст внаслідок природного приросту населення та міграційних потоків. Разом з тим, обґрунтовано непридатність закону Ципфа для економічних систем із плановою економікою та держав-імперій [14 — 17], зокрема для Великобританії, Росії, Китаю.

Частина проблеми, яка не вирішена до цього часу, полягає в тому, що наразі не досліджується вплив «закону Ципфа» на вартісні показники будівництва, попри той факт, що зазначене правило досить часто використовують у містобудівних розрахунках, розробці перспективних планів розвитку населених пунктів. Крім того, закономірність «ранг–розмір» активно використовується для оцінювання цінності інформації, зокрема і в мережі Інтернет [4, 6], прийнятності певної кандидатури на ту чи іншу вибірну посаду [20]. Оскільки закономірність Ципфа прямо пов'язана із поняттями цінності та вартості, доцільно більш детально вивчити її прояви для варіації економічних показників будівництва у просторі і часі. Таким чином, **метою статті** є дослідження та кількісний вимір впливу просторового чинника на показники вартості будівництва житла у поточному та прогнозованому періодах з урахуванням тривалості будівельного виробництва.

Основні результати дослідження. В результаті аналізу розбіжностей показників ефективності інвестування житлового будівництва по регіонах України [19] нами було доведено придатність закону «ранг — розмір» для пояснення нерівномірності розподілу віддачі капітальних інвестицій по регіонах України. Модель, що адекватно пояснює мінливість цього показника, підтвердила наступну гіпотезу: по мірі віддаленості від центральних регіонів, що характеризуються найвищим по країні рівнем попиту на будівельну продукцію та цін на новозбудоване житло й будівельні ресурси, рівень питомої капіталомісткості житлового будівництва зменшується, причому зниження капіталомісткості житлового будівництва у периферійних областях відбувається не за гіперболічним законом, а з деяким гальмуванням. Аналогічну гіпотезу ми сформулювали і у даному дослідженні, проте вона стосувалась показників опосередкованої вартості житла по регіонах. Оскільки окремі області України суттєво відрізняються за чисельністю населення, його густоті, швидкістю зміни цін виробничих ресурсів та динамікою доходів населення, а отже і платоспроможного попиту, варто припустити, що по мірі зменшення економічного добробуту регіону спадатимуть і показники вартості будівництва житла на його території. Темп зменшення вартості будівельної продукції має залежати від номера області у впорядкованому переліку областей за критерієм розміру витрат на будівництво 1 квадратного метра житла, причому здешевлення вартості будівництва відбуватиметься не пропорційно рангу

регіону, а з певним уповільненням. Інформаційну базу дослідження склали показники опосередкованої вартості будівництва житла за регіонами, які були оприлюднені Мінрегіонбудом для 4-го кварталу 2015 — 2017 років і для 1-го кварталу 2017 — 2018 років, причому показники кожного кварталу розглядалися як окремі вибірки. Аналогічно до попереднього дослідження, нами вивчалась ступенева залежність вартості будівництва квадратного метра житла у регіоні (1):

$$B_i = B_{\max} \cdot K_B \cdot i^a, \quad (1)$$

де B_i, B_{\max} — відповідно опосередкована вартість будівництва 1 квадратного метра житла у i -му регіоні та регіоні із максимальним показником вартості;

K_B — коефіцієнт інтенсивності здешевлення витрат на будівництво житла в i -му регіоні, порівняно із найдорожчим. Для цілей моделювання даний коефіцієнт встановлювався як співвідношення опосередкованого розміру вартості i -го регіону для конкретної вибірки, до показника найбільшої вартості у цій вибірці. В усіх досліджуваних вибірках ціновим лідером виявився Київ;

a — коефіцієнт контрастності або коефіцієнт здешевлення собівартості будівництва, оскільки по мірі зменшення чисельності населення, або економічної активності території зменшуються і вартісні показники, зокрема: дохід, прибуток, рівень цін, витрати. Тому закономірним є від'ємне значення показника ступеню;

i — ранг регіону за рівнем вартості будівництва житла.

Для обчислення параметрів моделі (1) було застосовано метод найменших квадратів, причому залежність (1) було лінеаризовано за допомогою логарифмування. Подібну процедуру ми застосовували й раніше, під час аналізу ефективності інвестицій у будівництво житла, її доцільність для економічних досліджень обґрунтовано у праці Б. Джейнг та Т. Джія [21] і навіть у навчальній літературі [3]. Для спрощення економетричного моделювання та економічної інтерпретації його результатів перед логарифмуванням залежність (1) було дещо видозмінено, зокрема, і ліву і праву її частину було поділено на максимальну вартість будівництва житла, яка повсякчасно спостерігалась у м. Києві. Остаточо лінеаризована модель впливу просторового фактора на вартість будівництва має такий вигляд (2):

$$\ln\left(\frac{B_i}{B_{\max}}\right) = \ln(K_B) + a \cdot \ln(i) \Leftrightarrow S_{K_B} = k_v + a \cdot v_B, \quad (2)$$

де S_{K_B} — інтенсивність здешевлення вартості житлового будівництва, перерахована на неперервний темп змін. Тобто нашу інтерпретацію лівої частини рівності (2) здійснено по аналогії із показником «сили росту», що, як відомо, є логарифмом індексу зміни вартості активу чи іншого економічного показника.

$k_v, v_B = \ln(K_B)$ — інтенсивність втрати регіоном першості у рейтингу вартості спорудження житлових об'єктів. Даний фактор, поряд із інтенсивністю здешевлення витрат на будівництво житла в i -му регіоні проти найдорожчого, враховує вплив на собівартість квадратного метра інших факторів, ніж розбіжності у розмірах або рівні комерційної активності суб'єктів i -го регіону та «найдорожчого» регіону країни.

$v_B, v_B = \ln(i)$ — показник швидкості здешевлення собівартості будівництва регіону, адже він визначається на основі номера (i) певного регіону у переліку, упорядкованому за рівнем опосередкованої вартості новозбудованого житла.

Моделі (1) — (2) носять «статичний» характер, оскільки фіксують вплив просторового чинника на собівартість житла тільки за певний квартал. Адже в силу нерівномірності темпів економічного розвитку, насамперед динаміки цін матеріально-технічних ресурсів та зарплат робітників, рейтинг дорожчезі будівництва всіх регіонів не є постійним. Тобто значення рангу (і) для певної області на момент дослідження, та на момент, для якого прогнозується вартість будівництва може суттєво відрізнятись, а тому застосування формули (1) для прогнозування опосередкованої вартості житла може призвести до хибних результатів. Також прогноз за формулою (1) вимагає обов'язкової індексації, адже з часом зростатиме вартість будівництва у найдорожчому регіоні. Щоб кількісно оцінити параметри ступеневої залежності (1), визначити стійкість такої моделі у часі і уточнити межі індексу цін, було досліджено залежність собівартості квадратного метра по областях України за 3 останні роки.

Насамперед варто зазначити, що модель Ципфа (1) передбачає використання максимального рівня економічного показника, тому для пристосування зазначеної залежності для цілей прогнозування варто передбачити індексацію саме показника вартості будівництва найдорожчого регіону. Упродовж 2015 — 2018 рр. беззаперечним лідером по собівартості спорудження житла залишається місто Київ, при цьому у 4-му кварталі опосередкована вартість 1 квадратного метра житла у столиці склала 8848 грн., у 4-му квартал 2016 — 10409 грн., а за цей же період 2017 — вже 12586 грн. На основі наведених показників можна обчислити середньорічний темп зростання собівартості будівництва столичного житла як середню геометричну індексів вартості, обчислених четвертих кварталів різних років (3):

$$I_B = T \cdot \sqrt[4]{\frac{B_T}{B_0}} = \sqrt[4]{\frac{B_{4 \text{ кв.}, 2017}}{B_{4 \text{ кв.}, 2015}}} = \sqrt[4]{\frac{12586}{8848}} = 1,193 \approx 1,2. \quad (3)$$

Тобто з року в рік вартість зведення житла у місті Києві збільшується на 20% від значення визначеного за аналогічний квартал попереднього року. Однак якщо розглядати динаміку цін не по м. Києву, а в цілому по Україні, результат (3) майже б не змінився. При цьому показник собівартості не є повним, оскільки враховує прямі, загальновиробничі, адміністративні витрати підрядників, утримання служби замовника, витрати з проектування, експертизи, але не враховує низку витрат, пов'язаних з додатковими технічними та економічними умовами розвитку регіонів, а саме: звільнення й інженерна підготовка майданчика, компенсація витрат попереднім власникам земельної ділянки, спорудження позамайданчикових інженерних мереж, відрахування на розвиток соціальної та інженерно-транспортної інфраструктури населених пунктів, відрахування на розвиток пожежної служби, передання місцевим органам самоврядування частки споруджуваного житла тощо. Оскільки показники опосередкованої вартості будівництва житла оновлюються щоквартально, коригування прогнозного розрахунків за допомогою моделей Ципфа має враховувати строк прогнозу виражений у роках. Тому середньорічний темп зростання вартості будівництва кївського житла потрібно піднести до ступеня, рівного кількості років з моменту складання моделі (1) до періоду, на яку складається прогноз, і цей показник ступеня може бути вираженим десятковим дробом. Наприклад, якщо прогнозування

вартості будівництва житла здійснюється для 3 кварталу 2018 року, а прогнозу модель типу (1) було отримано для вибірки вартісних показників 4 кварталу 2016 року, індексаційний множник має становити

$$1,256 \left(= 1,2^{1\frac{1}{4}} \right).$$

Для встановлення придатності моделі (1) для середньострокового прогнозування, зокрема в частині чутливості похибки розрахунків до зміни позицій регіону у рейтингу здороження вартості будівництва, було проаналізовано зміни рангу кожної з областей за даних 1-го кварталу 2017р. і 4-го кварталу 2015 — 2017 рр. (табл. 1)

Таблиця 1. Результати аналізу рангів областей України за рівнем опосередкованої вартості будівництва житла у 2015 — 2017 рр. (обчислено авторами за даними [7—12])

| Регіон | Економічний район | Ранг подорожчання будівництва | | | |
|-------------------------------|--------------------|-------------------------------|-------------|--------------|----------------------|
| | | середній | мінімальний | максимальний | у 4 кварталі 2015 р. |
| Вінницька | центральний | 11,2 | 4 | 14 | 14 |
| Волинська | західний | 14,2 | 13 | 15 | 15 |
| Дніпропетровська | східний | 10,8 | 10 | 15 | 10 |
| Донецька | східний | 3,7 | 2 | 11 | 2 |
| Житомирська | північний | 19,3 | 2 | 23 | 23 |
| Закарпатська | західний | 23,8 | 23 | 25 | 24 |
| Запорізька | східний | 14,7 | 11 | 24 | 12 |
| Івано-Франківська | західний | 19,7 | 12 | 22 | 22 |
| Київська (без м.Києва) | північний | 7,2 | 4 | 21 | 5 |
| Кіровоградська | центральний | 21,3 | 5 | 25 | 25 |
| Луганська | східний | 18,3 | 14 | 25 | 16 |
| Львівська | західний | 8,5 | 6 | 17 | 6 |
| Миколаївська | південний | 7,0 | 6 | 9 | 8 |
| Одеська | південний | 12,8 | 7 | 16 | 13 |
| Полтавська | центральний | 20,5 | 16 | 22 | 21 |
| Рівненська | західний | 8,7 | 4 | 22 | 4 |
| Сумська | північний | 16,0 | 8 | 18 | 18 |
| Тернопільська | західний | 17,0 | 16 | 18 | 17 |
| Харківська | східний | 2,7 | 2 | 3 | 3 |
| Херсонська | південний | 19,8 | 19 | 20 | 20 |
| Хмельницька | західний | 11,5 | 7 | 13 | 11 |
| Черкаська | центральний | 9,7 | 6 | 19 | 7 |
| Чернівецька | західний | 17,2 | 9 | 19 | 19 |
| Чернігівська | північний | 8,5 | 4 | 15 | 9 |
| м.Київ | північний | 1,0 | 1 | 1 | 1 |

Виходячи із діапазону змін рангів вартості будівництва житла певної області (табл.1.), з усієї сукупності регіонів можна виділити верхній та нижній квартали. Нижній кuartил охоплює ті територіальні одиниці України, в яких за останні 2 роки рангова позиція собівартості житла залишалась усталеною. Це Волинська, Дніпропетровська, Миколаївська, Тернопільська, Харківська, Херсонська області та м. Київ, які у табл.1. виділено **жирним шрифтом**. Якщо просторову модель (1) застосувати для прогнозування опосередкованої вартості житла у таких регіонах у середньостроковій перспективі, варто сподіватись на порівняно незначну помилку розрахункової собівартості. Адже зміни рангу зазначених регіонів не перевищували 5 позиції, тобто 25% від усього діапазону змін (тобто 24 позиції для крайнього випадку переміщення з 1 місця на останнє). Регіони із порівняно стабільним рангом сильно поляризовані за показником опосередкованої вартості будівництва житла, оскільки, поряд із лідерами за показниками густоти населення, економічного розвитку та індексу цін, якими є м. Київ, Дніпропетровська та Харківська області, до першої кuartильної групи потрапили і традиційно депресивні області, такі як Волинська, Закарпатська, Тернопільська, Хмельницька, Миколаївська. Натомість регіони, які потрапили до верхньої кuartильної групи виявили значну нестабільність рейтингової позиції за показником вартості будівництва житла. Зміна рангу Житомирської, Запорізької, Київської (без м. Києва), Кіровоградської, Рівненської, Тернопільської областей у 2015 — 2017 рр. перевищували 50% усього діапазону змін (тобто 12 позицій, оскільки найбільша кількість переміщень — 24 позицій для крайнього випадку переміщення з 1 місця на останнє і навпаки). Отже, для перерахованих областей, які в табл.1 виділено **жирним, похилим, підкресленим шрифтом**, використання просторової моделі вартості будівництва (1) може призвести до серйозних помилок під час обґрунтування прогнозованої собівартості спорудження житла. Особливо небезпечним використання рівняння просторової моделі (1) виявляється для Житомирської та Кіровоградської областей, ранг яких втрачає понад 20 позицій. На відміну від першої, остання кuartильна група об'єднує регіони, приблизно однакові за рівнем економічної активності та добробуту населення.

У результаті застосування методу найменших квадратів для лінеаризованих даних вибірок було отримано 4 варіанти просторової моделі усередненої вартості квадратного метра новозбудованого житла (табл.2.).

У відповідності із розрахунками (табл.2.) просторові моделі собівартості спорудження нового житла виявились статистично значимими, оскільки критерій Фішера кожної з них значно більший за $F^*_{(0,05,1,23)}=3,032$, тобто критичне значення F-критерію при рівні імовірності помилки 0,05 та числах ступенів волі 1 (кількість пояснюючих змінних) та 23 (=25 спостережень у вибірці — 1 пояснююча змінна — 1). Оскільки коефіцієнт детермінації R-квадрат моделей 2015 та 2017 рр. (табл.2.) перевищував 0,85, варто відзначити високу достовірність апроксимації фактичного впливу просторового чинника при допомозі моделей Ципфа. Щодо 4 кварталу 2016 р., просторова модель якого має R-квадрат на рівні 0,6, теж слід зробити висновок про суттєву, понад 60%, частину загальної варіації, пояснену теоретичною залежністю. Коефіцієнт здешевлення собівартості будівництва (табл.2.) для моделей всіх, без винятку, вибірок виявився статистично значимим за t-критерієм на рівні значимості 0,95. Адже модуль співвідношення оцінки коефіцієнта контрастності та

його стандартного відхилення значно вищий за $t_{(0,05,23)}=2,068$. Разом з тим, показник t -критерію для перевірки гіпотез щодо рівності точкових оцінок параметрів просторових моделей (табл.2.) вартості будівництва не перевищив зазначене критичне значення. Виняток склав коефіцієнт інтенсивності втрати регіоном першості у рейтингу вартості спорудження житлових об'єктів для моделі по вибірці за 4-й квартал 2016 р., однак його значення відрізняється від критичного несуттєво: 2,33 проти 2,068. Тобто побудовані у дослідженні просторові моделі вартості будівництва виявились стійкими у часі. На підтвердження цього висновку нами було обчислено прогнозні показники опосередкованої вартості будівництва на 1 квартал 2018 р. (рис. 1) за допомогою моделей (табл.2.) із подальшою поправкою на індекс зростання собівартості будівництва для м. Києва (4) та строк прогнозу, обґрунтованою вище.

Як видно з графіка, фактичні і теоретичні значення, визначені за допомогою просторових моделей по вибірках 2015 — 2017 рр. (табл.2.), відрізняються несуттєво. Для встановлення точності прогнозних розрахунків для показників вартості будівництва, обчислених за допомогою кожної з формул (табл.2.) було визначено середнє значення модулю помилки, вираженого у відсотках (MAPE), зокрема: ряд теоретичних показників вартості будівництва за моделлю 1-го кварталу 2017 р. мав максимальну усереднену відсоткову помилку у 6,25, у той час, як решта моделей, складених за 4-ми кварталами, забезпечила значно менші помилки: 2,43%; 2,68% і 2,14% відповідно для 2015, 2016 й 2017 рр. Як показали розрахунки, модель за вибіркою 4-го кварталу 2015 року виявилась цілком придатною для прогнозування вартості зведення житла у 1 кварталі 2018 року, тобто на 2,5-річну перспективу.

Таким чином, для визначення вартості будівництва житла у середньостроковому періоді доцільно дотримуватись такої послідовності процедур:

1. Відповідно до даних наказу Мінрегіонбуду встановити: ранг регіону будівництва (i) за рівнем подорожчання вартості квадратного метра (табл.1).

2. Показники п.1 підставити у формулу $B_i=8848 \cdot 0,98 \cdot i^{-0,735}$.

3. Отриманий результат про індексувати для прогнозного періоду, тобто помножити на $1,2^T$, де показник ступеня T — це кількість років з початку 4 кварталу 2015 р. до завершення прогнозного періоду, або кількість кварталів, поділена на 4.

Застосування п. 1 — 3 для Житомирської та Кіровоградської областей з використанням їх рангу подорожчання житла у 4-му кварталі 2015 р. (табл.1.) призвело до таких прогнозних показників опосередкованої вартості ицтва квадратного метра у 1-му кварталі 2018 р.: 10293 грн. і 10229 грн. Фактичні показники собівартості спорудження житла у 1-му кварталі 2018 для цих нестійких щодо економічної динаміки територій склали 9802 грн. і 9500 грн. Тобто помилка розрахунків не перевищила 10% (відповідно становила 5,9% та 7,7%).

Таким чином, просторова модель прогнозування собівартості будівництва житла дає змогу виконувати процедури підготовки техніко-економічних обґрунтувань вартості об'єктів, споруджуваних у різних місцевостях нашої країни. Вона може бути корисною як для проєктувальників, так і для підрядників та для розпорядників бюджетних коштів. будівництва квадратного метра у 1-му кварталі 2018 р.: 10293 грн. і 10229 грн. Фактичні показники собівартості спорудження житла у 1-му

кварталі 2018 для цих нестійких щодо економічної динаміки територій склали 9802 грн. і 9500 грн. Тобто помилка розрахунків не перевищила 10% (відповідно становила 5,9% та 7,7%).

Таблиця 2. Характеристики ступеневих моделей «ранг — розмір» для обчислення опосередкованої вартості будівництва житла у регіонах України у 2015 — 2017 рр. (обчислено авторами за даними [7 —12])

| Вибірка | Формула ступеневої моделі | Показники значимості | | t-критерій для гіпотези рівності середніх | | |
|-----------------|---|---|-------------------|---|---|---|
| | | коефіцієнт детермінації, R ² | F-критерій Фішера | модель для порівняння | t коефіцієнта контрастності (а, показник ступеня) | t коефіцієнт інтенсивності здешевлення витрат (співмножник K _B) |
| 4 квартал, 2015 | $B_i = 8848 \cdot 0,98 \cdot i^{-0,075}$ | 0,885 | 176,64 | 4 квартал, 2016 | 1,313 | -2,037 |
| | | | | 4 квартал, 2017 | -0,273 | 0,637 |
| | | | | 1 квартал, 2017 | 0,153 | -0,966 |
| 4 квартал, 2016 | $B_i = 10409 \cdot 1,01 \cdot i^{-0,094}$ | 0,601 | 34,66 | 4 квартал, 2017 | -1,438 | 2,332 |
| | | | | 1 квартал, 2017 | -1,231 | 1,559 |
| 4 квартал, 2017 | $B_i = 12586 \cdot 0,97 \cdot i^{-0,073}$ | 0,877 | 163,32 | 1 квартал, 2017 | 0,415 | -1,564 |
| 1 квартал, 2017 | $B_i = 13523 \cdot 0,98 \cdot i^{-0,076}$ | 0,8761 | 162,58 | — | — | — |

Таким чином, просторова модель прогнозування собівартості будівництва житла дає змогу виконувати процедури підготовки техніко-економічних обґрунтувань вартості об'єктів, споруджуваних у різних місцевостях нашої країни. Вона може бути корисною як для проектувальників, так і для підрядників та для розпорядників бюджетних коштів.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Правило Ципфа «ранг — розмір» виявилось цілком придатним для пояснення впливу просторового фактора на собівартість квадратного метра житла у новобудовах. Параметри ступеневої залежності вартості житлового будівництва виявились стійкими у часі, що дає змогу полегшити техніко-економічні розрахунки в частині прогнозування собівартості будівництва на після проектних стадіях і навіть на момент введення об'єкта в експлуатацію. Запропонована модель буде корисною, якщо споруджуваний об'єкт і проектувальник, забудовник, або майбутній підрядник знаходяться в різних областях України.



Рис. 1. Результати прогнозування собівартості будівництва житла у 1 кварталі 2018 р. за допомогою просторової моделі (Авторська розробка)

В процесі розрахунків за допомогою ступеневої моделі слід враховувати інфляційний фактор в цілому по країні, або ж усереднений в часі темп зміни витрат на будівництво у найдорожчому регіоні. Перспективами подальших досліджень у даному напрямку є розробка подібних моделей для обчислення майбутніх показників питомої собівартості будівництва промислових і офісних будівель, рівня цін будівельних матеріалів, виробів конструкції у різних областях і населених пунктах України.

Список літератури:

1. Бондар О. С. Модель системного аналізу розвитку економіки регіону [Електронний ресурс] / О. С. Бондар // Економіка та управління АПК. - 2017. - № 1. - С. 103-110. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecupapk_2017_1_17
2. Бузько І. Р. Інституціональна модель стратегічної координації взаємодії підприємств в регіональних кластерах [Електронний ресурс] / І. Р. Бузько, Р. А. Галгаш // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. - 2017. - № 6. - С. 45-51. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VISUNU_2017_6_10
3. Голиков А.П. Економіко-математичне моделювання світогосподарських процесів. : [Текст] // А. П. Голиков. – Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2006. – 144 с.
4. Закон Ципфа – естествознательность текста // Web-сайт О редактуре и контент-маркетинге : [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://lifel85.ru/copywhiting/seo-copywriting/zakon_tcipfa_estesvennost
5. Кондіус І. С. Застосування апарату напівмарковських моделей в реальних умовах функціонування регіонів України [Електронний ресурс] / І. С. Кондіус // Економічний форум. - 2017. - № 4. - С. 93-102. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecfor_2017_4_16
6. Кудряшова Э.Е. Фрактальная модель информационного пространства/ Э.Е. Кудряшова, М.Ю. Копылова, Д.А. Чистов // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 10. – С. 96-97: [Електронний ресурс].—Режим доступу: <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=11717> (дата звернення: 17.03.2018)

7. Наказ Мінрегіонбуду № 46 від 01.03.2018 Про показники опосередкованої вартості спорудження житла станом на 1 січня 2018 року. — : [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/building/pricing/tsinoutvorenniya/pro-pokazniki-oposeredkovanoyi-vartosti-sporudzhennya-zhitla-stanom-na-1-sichnya-2018-roku/>

8. Наказ Мінрегіону № 46 від 01.03.2018 Про показники опосередкованої вартості спорудження житла станом на 1 січня 2018 року. — : [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/building/pricing/tsinoutvorenniya/pro-pokazniki-oposeredkovanoyi-vartosti-sporudzhennya-zhitla-stanom-na-1-sichnya-2018-roku/>

9. Наказ Мінрегіонбуду № 291 від 06.11.2017 Про показники опосередкованої вартості спорудження житла станом на 1 жовтня 2017 року. — : [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/building/pricing/tsinoutvorenniya/pro-pokazniki-oposeredkovanoyi-vartosti-sporudzhennya-zhitla-stanom-na-1-zhovtnya-2017-roku/>

10. Наказ Мінрегіону № 14 від 01.02.2017 Про показники опосередкованої вартості спорудження житла станом на 1 січня 2017 року. — : [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/building/pricing/tsinoutvorenniya/pr>

11. Наказ Мінрегіону № 283 від 24.10.2016 Про показники опосередкованої вартості спорудження житла станом на 1 жовтня 2016 року. — : [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/building/pricing/tsinoutvorenniya/pro-pokazniki-oposeredkovanoyi-vartosti>

12. Наказ Мінрегіону № 273 від 27.10.2015 Про показники опосередкованої вартості спорудження житла станом на 1 жовтня 2015 року. — : [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/building/pricing/tsinoutvorenniya/pro-pokazniki-oposeredkovanoyi-vartosti-sporudzhennya-zhitla-stanom-na-1-zhovtnya-2015-roku/>

13. Порядок визначення та застосування показників опосередкованої вартості спорудження житла за регіонами України, затверджений наказом Держбуду № 174 від 27.09.2008. : [електронний ресурс]. – Режим доступу <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z1185-05>

14. Почему «закон Ципфа» в России не работает : [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://masterok.livejournal.com/3484264.html>

15. Почему по "закону Ципфа" в России нет третьего мегаполиса // Толкователь. — архив за 2017/03/09 : [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://ttolk.ru/articles/pochemu_po_zakonu_tsipfa_v_rossii_net_tretego_megapolisa

16. Растворцева С.Н. Анализ проявления закона Ципфа в городах России/ С.Н. Растворцева, И.В. Манаева// Экономический анализ: теория и практика. — 2015. — № 46. — С. 56 — 66. : [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/v/analiz-proyavleniya-zakona-tsipfa-v-gorodah-rossii>

17. Ричард Флорида. Креативный класс. Люди, которые создают будущее / Пер. с англ.: Яцко Наталья. — : Манн, Иванов и Фербер, 2016. — 384 с.

18. Рядно О. А. Економічні моделі у дослідженні ринку праці в промислово-розвинутому регіоні [Електронний ресурс] / О. А. Рядно, Л. Л.

Кондрус, Я. В. Хрущ. // Эффективная экономика. - 2014. - № 6. - Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2014_6_50

19. Сорокіна Л. В. Дослідження ефективності інвестування житлового будівництва: регіональний аспект / Л. В. Сорокіна, А. Ф. Гойко, О. В. Рєгіда // Будівельне виробництво. - 2014. - № 57. - С. 56-63. : [Електронний ресурс] – Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/UJRN/buvu_2014_57_18.

20. Хлебопрос Р. Г. Модели катастроф. Закон Ципфа – Парето / Р. Г. Хлебопрос, А. И. Фет // в кн. Природа и общество : [Електронний ресурс]. — Режим доступа: [https://www.e-reading.club/chapter.php/1023104/69/Fet - Priroda i obschestvo. Modeli katastrof.html](https://www.e-reading.club/chapter.php/1023104/69/Fet_-_Priroda_i_obschestvo._Modeli_katastrof.html)

21. Jiang B., Jia T. Zipf's law for all the natural cities in the United States: a geospatial perspective // International Journal of Geographical Information Science. 2011. Vol. 25. № 8. P. 1269–1281

Л.В. Сорокіна, А. Ф. Гойко, Е.С. Коваленко

Пространственная модель ценообразования в строительстве

В статье исследовано влияние пространственного фактора на усредненную стоимость строительства жилья и динамику её изменения во времени. Построены степенные зависимости стоимости строительства квадратного метра жилья в регионе для аппроксимации закономерности «ранг — размер» в 2015 — 2017 гг. Предложено авторскую методику прогнозирования затрат на сооружение квадратного метра жилья для объектов, расположенных в разных областях Украины. Полученные результаты могут использоваться распорядителями бюджетных средств, застройщиками и инвесторами для обоснования целесообразности и возможности реализации проектов жилых зданий, проектировщиками и подрядными организациями для подготовки технико-экономических расчетов и предложений по составлению договорных цен на выполнение работ.

Ключевые слова: *правило Ципфа, рейтинг удорожания стоимости строительства, ранг региона, пространственная модель стоимости строительства, среднегодовой темп инфляции.*

L.V. Sorokina, A.F. Gojko, Y.S. Kovalenko

Prostorova model tsinotvorennya u budivnitvi

The influence of the spatial factor on the average cost of housing construction and the dynamics of its change in time is investigated in the article. Power dependences of the cost of building a square meter of housing in the region have been constructed to approximate the regularity "rank-size" in 2015 - 2017. The obtained results can be used by the managers of budget funds, developers and investors to justify the feasibility and feasibility of housing projects, designers and contractors for the preparation of technical and economic calculations and proposals for the preparation of contractual prices for the performance of work.

Key words: *Zipf's rule, the appreciation of the cost of construction, the rank of the region, the spatial model of the cost of construction, the average annual rate of inflation.*

АРА:

Sorokina, Lesia, Hoiko, Anatolii & Kovalenko, Yevhen (2018). Prostorova model tsinoutvorennia u budivnytstvi. Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn, 36, 7 – 18.

ДСТУ:

Сорокіна Л. В. Просторова модель ціноутворення у будівництві [Текст] / Л. В. Сорокіна, А. Ф. Гойко, Є. С. Коваленко // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин, 2018. – Вип. 36. – С. 7 – 18.