

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМУ ВИБІРКИ ПЕРСПЕКТИВНОЇ ВИСОТИ ПОВЕРХОВСТІ БУДІВЕЛЬ

Віталій Черненко¹, Костянтин Черненко¹, Віктор Гавалешко²

¹Київський національний університет будівництва та архітектури,
Повітрофлотський проспект, 31, Київ-037, 03680, Україна, e-mail: cntp-vitaliy@ukr.net

²Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича,
вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, Україна, e-mail: v.gavaleshko@chnu.edu.ua

METHOD FOR DETERMINING THE SAMPLE SIZE PERSPECTIVE STOREY BUILDING HEIGHT

Vitalij Chernenko¹, Kostjantyn Chernenko¹, Viktor Gavaleshko²

¹Kyiv National University of Construction and Architecture,
31, Povitroflotsky Avenue, Kyiv-037, 03680 Ukraine, e-mail: cntp-vitaliy@ukr.net

²Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University,
Kotsubinsky Str., 2, Chernivtsi, 58012, Ukraine, e-mail: v.gavaleshko@chnu.edu.ua

АНОТАЦІЯ: У статті запропонована методика визначення обсягу вибірки при оцінці кількості багатопверхових будівель в Україні з використанням статистичних методів вибіркового контролю. Дана методика розроблена для перевірки обґрунтування перспективи зведення багатопверхових будівель. Як приклад проведено перевірку вибірки по м. Києв.

Ключові слова: методика; обсяг вибірки; будівля; статистичні методи; статистичний вибіркового контролю.

АННОТАЦИЯ: В статье предложена методика определения объема выборки при оценке количества многоэтажных зданий в Украине с использованием статистических методов выборочного контроля. Даная методика разработана для проверки обоснования перспективы строительства многоэтажных зданий. В качестве примера произведено проверку выборки по г. Киев.

Ключевые слова: методика; объем выборки; здание; статистические методы; статистический выборочный контроль.

ABSTRACT: Purpose. Determine the required sample size for assessing the number of tall buildings in the city Kiev and estimated its reliability. **Methodology/approach.** Researchers in this work are of analytical character. **Findings.** Was conducted the analysis of the number of storeys among the buildings in Kyiv. **Research limitations/implications.** Proven construction of multi-storey buildings prospects considering its development over time. **Originality/value.** The work has scientific and practical interest.

Key words: study of sample size, statistical analysis of the sample; multistoried building; interval time of dynamics, promising number of the buildings storeys.

ВСТУП

Кількість зведених багатопверхових будівель залежить від багатьох різнопланових факторів, що характеризують розвиток технологічних рішень у будівельній галузі та їх перспективу. Для систематизації досліджуваних даних та їх аналізу виділяємо ряд кількісних показників: кількість побудованих об'єктів, поверховість побудованих об'єктів, місце будівництва та рік введення в експлуатацію. Опрацьовуючи ці дані за допомогою статистичних методів, отримуємо інтервальний динамічний ряд [1], що характеризує тенденцію розвитку багатопверхового будівництва у вибраному регіоні.

АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Застосування сучасних статистичних методів має важливе значення для визначення взаємозв'язку показників на всіх стадіях життєвого циклу дослідження, що здійснюються у рамках наукової роботи. При цьому слід забезпечувати розробку та реалізацію документованих процедур з вибору і застосування статистичних методів [1 – 3] при:

- визначенні вимог надійності інтервалу, прогнозуванні поверховості і локалізації багатопверхових будівель;
- вивченні засобів регулювання процесів вибору;
- визначенні рівня достовірності при вибі-

- рковому контролю;
- аналізі даних, оцінці їх характеристик та аналізі невідповідностей;
- покращенні якості процесів вибору.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Серед опрацьованих джерел інформації про кількість багатоповерхових та висотних будівель та їх поверховість найбільш повна інформація відображена у інтернет-джерелах [5]. Це надало можливість отримати для аналізу інформацію про багатоповерхові будівлі по Україні у кількості 2213 шт., із них у м. Київ – 1103 шт. На основі викладеного, для прикладу дослідження контролю вибірки багатоповерхового та висотного будівництва, використаємо дані по будівництву м. Київ.

З метою покращення аналітичного опрацювання найбільш зручною одиницею обліку часового проміжку вибираємо п'ятирічку (табл. 1).

Таблиця 1. Розподіл зведених багатоповерхових будівель у м. Київ по п'ятирічкам

Table 1. Distribution of the erected multistory building in Kyiv for five-year

П'ятирічка (рік закінчення)	Кільк. будівель, шт.	Загальна кількість поверхів у будівлях, шт.	Середня поверховість будівель, шт./один.
1965	2	28	14
1970	22	341	15,5
1975	91	1382	15,2
1980	160	2468	15,4
1985	171	2700	15,8
1990	136	2283	16,8
1995	99	1640	16,6
2000	39	658	16,9
2005	89	1861	20,9
2010	101	2359	23,4
2015	40	1006	25,2

Дані табл. 1 відображені на рис. 1.

На графіку спостерігаємо різкий спад кількості зведених будівель і споруд, що пов'язано із загальним різким спадом економіки України (майже на 60%), який відбувся під час проведення першого етапу

ліберальних реформ 1991–1999 рр. при посилення інфляції, що набула форми гіперінфляції на фоні різкого зменшення рівня життя населення [6]. Таким чином, кількість введених в експлуатацію багатоповерхових та висотних будівель суттєво знизилась.

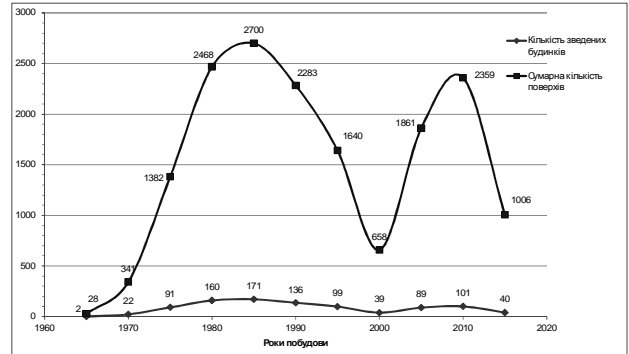


Рис. 1. Взаємозв'язок кількості зведених багатоповерхових та висотних будинків та сумарної кількості поверхів у м. Київ

Fig 1. Intercommunication of amount of the erected multistoried and pitch building and total amount of floors is in Kyiv

З метою усунення впливу різної кількості будівель по часовому ряду визначимо питому середню поверховість будівлі.

Із аналізу графіка на рис. 1 неможливо оцінити тенденцію будівництва багатоповерхових будівель, оскільки на його коливання мають суттєвий вплив різні чинники: від стабільності роботи будівельних організацій до зростання/спадання попиту населення внаслідок різного економічного стану країни. Графік (рис. 2) дає можливість відзначити різке зростання середньої (зведеної) поверховості будівель після 2000 року. Крім інших чинників, це обумовлено також зміцненням позитивних тенденцій етапу розвитку економіки, що проявилися в 2000–2001 рр. [6].

При виконанні аналізу рядів динаміки обчислимо на абсолютному та відносному зіставленні ряду наступні аналітичні показники: абсолютний приріст поверховості будівництва, темп зростання, темп приросту та абсолютне значення одного проценту приросту.

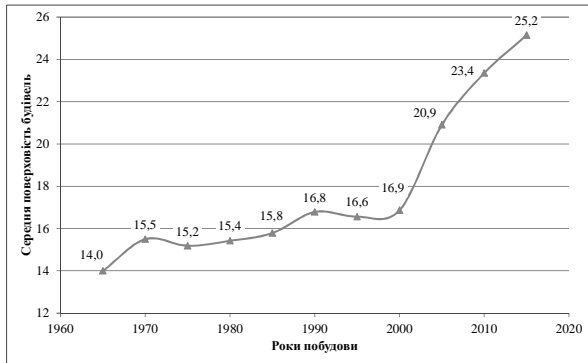


Рис. 2. Середня поверховість споруджених будівель по роках

Fig. 2. Middle superficiality of the built building for to the years

За базу порівняння приймемо значення даних по будівництву п’ятирічки станом на кінець 1965 р. коли були зведені перші 14-поверхові будівлі, враховані у нашому наборі даних.

Абсолютний приріст визначимо за наступними формулами:

$$D_y^{\delta} = y_i - y_1 \text{ та } D_y^{\lambda} = y_i - y_{i-1}, \quad (1)$$

де D_y^{δ} – базисний абсолютний приріст, D_y^{λ} – ланцюговий абсолютний приріст.

Абсолютний приріст середньої поверховості будівель м. Київ виражає абсолютну швидкість зміни рівнів ряду динаміки. За результатами аналізу (табл. 2) можемо побачити нерівномірність зростання середньої поверховості будівель і навіть спад до від’ємного значення по відношенню до попередньої п’ятирічки у 1975 році та 1995 році. Зазначена тенденція характерна для економічного спаду, що спостерігалась у нашій країні [6].

Для більш глибокого дослідження явища абсолютні величини доповнимо відносними: темпом зростання

$$T_3^{\delta} = \frac{Y_i}{Y_1}, \text{ та } T_3^{\lambda} = \frac{Y_i}{Y_{i-1}} \quad (2)$$

та темпом приросту

$$T_{пр}^{\delta} = \frac{D_y^{\delta}}{Y_1}, \text{ та } T_3^{\lambda} = \frac{D_y^{\lambda}}{Y_{i-1}}. \quad (3)$$

Абсолютне значення 1-го проценту приросту отримаємо за формулою

$$A = \frac{D_y^{\delta}}{T_{пр}^{\delta}}. \quad (4)$$

Динамічні ряди, як будь-яка статистична сукупність, потребують узагальнюючих характеристик. Для нашого ряду з рівними інтервалами обчислимо середній рівень ряду за формулою середньої арифметичної простої:

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = \frac{41,7}{10} = 4,17, \quad (5)$$

де $\sum Y$ – сума рівнів ряду; n – число рівнів.

Відповідно до розрахунків, середній рівень ряду для базисного абсолютного приросту за весь досліджуваний період складає величину 4,17 пов./буд., а для ланцюгового абсолютного приросту 1,12.

У середньому за досліджуваний період відбувалося постійне зростання поверховості будівель, яке вираховуємо за формулою

$$T_3 = \sqrt[n]{T_{31}^{\lambda} T_{32}^{\lambda} T_{33}^{\lambda} \dots T_{3n}^{\lambda}} \quad T_{3n}^{\lambda} = \sqrt[10]{1,107 \cdot 1,07 \cdot 0,981 \cdot 1,013 \cdot 1,026 \cdot 1,063 \cdot 0,988 \cdot 1,237 \cdot 1,207} = 1,1238, \quad (6)$$

де $T_{31}^{\lambda} T_{32}^{\lambda} T_{33}^{\lambda} \dots T_{3n}^{\lambda}$ – ланцюгові темпи зростання; n – число темпів.

Таблиця 2. Дані по розрахунку динаміки показників середньої поверховості будівель м. Київ

Table 2. The dynamics of indexes of middle superficiality of building given upon settlement is Kyiv

Рік	Сер. поверх. будів., шт./о.д.	Абсолютний приріст		Темп зростання		Темп приросту		Абсолютне знач. 1-го % приросту у шт./од. (A)
		базисний	ланцюговий	базисний	ланцюговий	базисний	ланцюговий	
1965	14	–	–	1,000	–	–	–	–
1970	15,5	1,5	1,5	1,107	1,107	0,107	0,107	0,14
1975	15,2	1,2	-0,3	1,086	0,981	0,086	-0,019	0,155
1980	15,4	1,4	0,2	1,100	1,013	0,100	0,013	0,152
1985	15,8	1,8	0,4	1,129	1,026	0,129	0,026	0,154
1990	16,8	2,8	1	1,200	1,063	0,200	0,063	0,158
1995	16,6	2,6	-0,2	1,186	0,988	0,186	-0,012	0,168
2000	16,9	2,9	0,3	1,207	1,018	0,207	0,018	0,166
2005	20,9	6,9	4	1,493	1,237	0,493	0,237	0,169
2010	23,4	9,4	2,5	1,671	1,120	0,671	0,120	0,209
2015	25,2	11,2	1,8	1,800	1,077	0,800	0,077	0,234

У результаті отримуємо значення середньої геометричної простої 3,0496 та середнім темпом зростання 0,1638 (16%). Це зростання доводить перспективність зведення багатоповерхових будівель із урахуванням її розвитку в часі.

Важливим напрямком у дослідженні закономірностей динаміки процесів зведення багатоповерхових будівель і споруд є вивчення загальної тенденції розвитку (тренду). В основі побудови тренду лежить застосування методу регресійного аналізу, який дозволяє підібрати аналітичну функцію, що максимально точно описує зміну ряду динаміки в часі.

Передбачається, що явище, яке спостерігається протягом ряду місяців, досить точно описується деякою аналітичною функцією. Такий підхід не вимагає розгляду впливу окремих факторів на динамічний ряд. Візуально лінія тренду становить певну криву – графік вибраної функції [1].

До числа найбільш придатних для встановлення тенденцій та наступного прогнозування належать: лінійний, логарифмічний, поліноміальний, ступеневий, експоненціальний [1].

Завдання полягає в тому, щоб для динамічного ряду показників розрахувати коефіцієнт детермінації, що є формальним критерієм відповідності вибраного тренду аналізованому динамічному ряду, а, отже, визначає величину достовірності апроксимації (від латинського approximate – наближення).

Дане явище можна описати за допомогою поліноміальної лінії тренду:

$$y(t) = at^2 + bt + c, \quad (7)$$

де a , b і c – константи.

Для дослідження перспективи поверховості будівель по м. Київ у прогнозі до 2035 р. використовуємо дані, що відображені у табл. 1, до яких застосуємо апроксимацію даних та їх доповнення за допомогою поліноміальної лінії тренду.

Коефіцієнт детермінації показує частку зміни (варіації) результативної ознаки під дією факторної ознаки і розраховується за формулою

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_j - \hat{y}_j)^2}{(\sum y_j^2) - \frac{1}{n}(\sum y_j)^2}. \quad (8)$$

Коефіцієнт детермінації може варіюватися від 0 до 1. Чим він ближче до 1, тим адекватніше встановлена тенденція, і, відповідно, тіснішим є зв'язок вибраного тренду та динамічного ряду. Виходячи з величини коефіцієнта детермінації, в статистичній практиці прийнято застосовувати таку градацію відповідності тренду динамічному ряду: 0 – відсутність зв'язку; до 0,3 – слабка; від 0,3 до 0,6 – середня; від 0,7 до 0,9 – висока; від 0,9 до 1 – вибраний тренд повністю відповідає динамічному ряду.

Поліноміальна лінія тренду застосовуються при змінності аналізованих даних. Наведена на рис. 3 поліноміальна лінія тренду 2-го порядку (із однією вершиною) ілюструє залежність між середньою поверховістю будівель, розподіленою по п'ятирічкам зведення. Величина ймовірності апроксимації становить $R^2 = 0,9403$, а, згідно [7], чим ближче значення R^2 до одиниці, тим точніше обрана модель відображає тенденцію розвитку. Вибраний тренд повністю відповідає динамічному ряду.

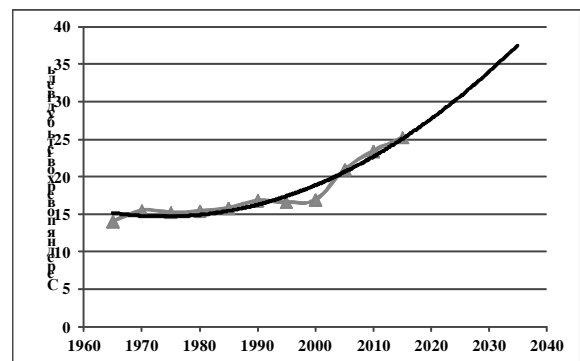


Рис. 3. Тренд середньої поверховості будівель по м. Київ до 2035 р.

Fig. 3. Trend of middle superficiality of building on Kyiv 2035

Значень коефіцієнтів детермінації та відповідних графіків функцій достатньо для того, щоб вибрати адекватну теоретичну функцію для представлення емпіричних даних. У нашому прикладі це поліноміальна функція $0,93 < R^2=0,9403 < 1,0$, що забезпечує повну відповідність емпіричним даним і дозволяє будувати обґрунтовані прогнози.

Після побудови ліній тренду на базі теоретично залежностей кожний результат необхідно оцінити шляхом ранжування за кількома критеріями, які характеризують достовірність, відповідність, надійність та інші параметри прогнозу.

Крім цього, при виконанні аналізу вибірки та її формуванні було використано дані інтернет-ресурсу. У цьому випадку ми використовуємо неповторну несучільну вибірку і тому доцільно виконати оцінку похибки репрезентативності, яка може виникнути у зв'язку з тим, що відібрана у вибірку частина сукупності ймовірно має трохи відмінну структуру ніж генеральна сукупність.

Для підтвердження нашого вибору проведемо визначення середньої похибки репрезентативності μ та граничну похибку вибірки [8]:

$$\begin{aligned} m &= \sqrt{\frac{s^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)} = \\ &= \sqrt{\frac{4}{1103} \left(1 - \frac{1103}{52674}\right)} = 0,06, \end{aligned} \quad (9)$$

де s^2 – середній квадрат відхилень у вибірці; n – чисельність вибіркової сукупності (1103 шт. [4]); N – чисельність генеральної сукупності (52674 шт. [9]).

$$\begin{aligned} \Delta_x &= t \sqrt{\frac{s^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)} = \\ &= 3,3 \sqrt{\frac{4}{1103} \left(1 - \frac{1103}{52674}\right)} = 0,197, \end{aligned} \quad (10)$$

де t – довірчий коефіцієнт, який залежить від імовірності, з якою гарантується значення граничної похибки ($t=3,3$ для $P(\Delta \leq \mu) = 0,997$); s^2 – середній квадрат відхилень у вибірці; n – чисельність вибіркової сукупності (1103 шт. [5]); N – чисельність генеральної сукупності (52674 шт. [9]).

ВИСНОВКИ

За результатами аналізу бачимо нерівномірність зростання середньої поверховості будівель і навіть спад у 1975 та 1995 роках, що характерно для економічного спаду, який спостерігався у нашій країні в ці роки. Середній рівень ряду для базисного абсолютного приросту за весь досліджува-

ний період складає величину 4,17 пов./буд., а для ланцюгового абсолютного приросту 1,12. В результаті розрахунків отримане значення середньої геометричної простої 3,0496 та середнім темпом зростання 0,1638 (16%). Значень коефіцієнтів детермінації та відповідних графіки функцій достатньо для того, щоб вибрати адекватну теоретичну функцію для представлення емпіричних даних. У нашому прикладі це поліноміальна функція. Коефіцієнт детермінації $0,93 < R^2 = 0,9403 < 1,0$, що забезпечує повну відповідність емпіричним даним і дозволяє будувати обґрунтовані прогнози. З забезпеченням ймовірності 99,3% можна стверджувати, що середня похибка прогнозу буде дорівнювати 0,06 з відхиленням від середнього на 0,197.

Ці розрахунки доводять перспективність зведення багатоповерхових будівель із урахуванням її розвитку в часі.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Теорія статистики: Навчальний посібник /* Вашків П. Г., Пастер П. І., Сторожук В. П., Ткач Є. І. – К.: Либідь, 2001. – 320 с.
2. *Технологія монтажу будівельних конструкцій: Навчальний посібник/* В. К. Черненко, О. Ф. Осипов, Г. М. Тонкачев та інші; За ред. В. К. Черненка. – Вид. 2-ге. – К.: Горобець Г. С., 2011. – 372 с.:
3. *ИСО/ТО 13425. Руководящие указания по* выбору статистических технических требований методов при стандартизации и разработки. Статистические методы. –1989.
4. *ГОСТ 16493-70. Качество продукции. Статистический приемочный контроль по альтернативному признаку. Случай недопустимости дефектных изделий в выборке.* – М.: Издательство стандартов, 1970. – 44 с.
5. *Ukraine [Електронний ресурс]:* сторінка на сайті Skyscraperpage // Skyscraper Source Media. – 2015. – Режим доступу до сторінки: <http://skyscraperpage.com/database/country/131>.
6. *Національна економіка: навч. посібник /* за заг. ред. В. П. Решетило; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2009 – 386 с.
7. *Структурні зрушення в економіці України.* Шинкоренко Т.П., канд. екон. наук [Електронний ресурс]: сторінка на сайті Наукового журналу «Економіка та прогнозування» Інституту економічного прогнозування

- НАН України – Режим доступу до сторінки: http://eip.org.ua/docs/EP_01_4_52_uk.pdf.
8. Про оцінку прогнозної моделі на основі ліній тренду. [Електронний ресурс]: Карімов Г.І., Муравйова О. О. // Дніпродзержинський державний технічний університет. – 2015. – Режим доступу до сторінки: www.rusnauka.com/21_NNP_2010/Economics/70435.doc.htm
 9. *OpenStreetMap* Data Extracts [Електронний ресурс]: сторінка на сайті Geofabrik. – 2015. – Режим доступу до сторінки: <http://download.geofabrik.de/europe/ukraine>
 4. *GOST 16493-70, 1970*. Kachestvo produkcii. Statisticheskij priemochnyj kontrol' po al'ternativnomu priznaku. Sluchaj nedopustimosti defektnyh izdelij v vyborke. Moscow, Izdatel'stvo standartov, 44.
 5. *Ukraine, 2015*. Available at: <http://skyscraperpage.com/database/country/131>.
 6. *Reshetilo V.P., 2009*. Nacional'na ekonomika: navch. Posibnik [The national economy]. Hark. nac. akad. mis'k. gosp-va. Kharkov: HNAMEG Publ., 386.
 7. *Shinkorenko T.P.* Strukturni zrushennja v ekonomici Ukraïni. Available at: http://eip.org.ua/docs/EP_01_4_52_uk.pdf.
 8. *Karimov G.I., Muravjova O.O., 2015*. Pro ocinku prognosnoi modeli na osnovi linij trendu. Dniprodzerzhins'kij derzhavnij tehničnij universitet. Available at: www.rusnauka.com/21_NNP_2010/Economics/70435.doc.htm
 9. *OpenStreetMap* Data Extracts. 2015. Available at: <http://download.geofabrik.de/europe/ukraine>

REFERENCES

1. *Vashkiv P.G., Paster P.I., Storozhuk V.P., Tkach C.I., 2001*. Teorija statistiki: Navchal'nij posibnik. Kyiv, Libid', 320.
2. *Chernenko V.K., Osipov O. F., Tonkacheev G.M. ta inshi, 2011*. Tehnologija montazhu budivel'nih konstrukcij: Navchal'nij posibnik, Vid. 2-ge, Kyiv, Gorobec' G.S., 372.
3. *ISO/TO 13425, 1989*. Rukovodjashhie ukazaniya po vyboru statisticheskikh tehničeskikh trebovanij metodov pri standartizacii i razrobotki. Statisticheskie metody.