



Корнило І. М.



Ткачук В. С.

Корнило І. М., к.е.н., доц.,
доцент кафедри організації будівництва та охорони праці,
✉ irina_kornylo@ukr.net ☎ +38 (048) 686 54 09;
Ткачук В. С., магістр архітектури,
✉ vlad.tk.1400@gmail.com ☎ +38 (067) 754 42 72;
Одеська державна академія будівництва та архітектури,
65029 м. Одеса, вул. Дидрихсона, 4.

Iryna Korniylo, PhD, Economics, Associate Professor
at the Department of organization of construction and safety,
✉ irina_kornylo@ukr.net ☎ +38 (048) 686 54 09;
Tkachuk Vladyslav, magistr architecture,
0677544272, e-mail: vlad.tk.1400@gmail.com;
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture,
4, Didrihsona st., Odessa, 65029, Ukraine.

ОРГАНІЗАЦІЙНА СИСТЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ В ПРОЕКТУВАННІ І БУДІВНИЦТВІ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

ORGANIZATIONAL SYSTEM FOR FORECASTING INDICATORS IN DESIGN AND CONSTRUCTION USING MATHEMATICAL MODELS

Анотація. У статті наведений локальний прогноз, структура якого не є єдиним варіантом, представляється найбільш завершеною частиною системи прогнозування. Функціонування даних моделей не тільки експериментально випробувано, вони неодноразово використовувалися для багатьох практичних розрахунків на перспективу. Однак, враховані методи прогнозування передбачають використання експертних оцінок, способи отримання яких, проблематичні. Тому даний матеріал зможе розширити і доповнити методики отримання та обробки експертних оцінок.

Ключові слова. Прогнозування показників, економічний процес, кореляційна і регресивна функція, часовий ряд.

Abstract. The local forecast presented in the article, the structure of which is not the only option, is the most complete part of the forecasting system. The functioning of these models was not only tested experimentally, they were repeatedly used for many practical calculations for the future. However, the considered forecasting methods involve the use of expert assessments, the methods of obtaining which are problematic. Therefore, this material will be able to expand and complement the method of obtaining and processing expert assessments.

Keywords. Forecasting indicators, economic process, correlation and regression function, time series.

Постановка проблеми

При аналізі організаційно-економічних явищ на основі економіко-математичних методів особливе місце займають моделі, що виявляють кількісні зв'язки між досліджуваними показниками і чинниками, які впливають на них. Кореляційні та регресійні моделі використовуються для прогнозування тих показників, для яких практично неможливо виділити стабільні відношення відносно часу.

Аналіз досліджень і публікацій

Нові потреби сучасності ставлять перед системою організацією в проектуванні і будівництві складні завдання, що потребують ретельного розгляду. Зміни особливо необхідні, тому що значного спаду зазнала галузь, орієнтована на проектування і виробництво будівельної продукції. Ця галузь, будучи основною матеріальною базою для будівельного комплексу, істотно впливає на темпи зростання в інших галузях і соціально-економічний стан суспільства в цілому, тому існуючі методи і моделі прогнозування, які можуть складати основу інформаційних систем, а також формулювання пропозицій щодо підвищення ефективності управління процесом прогнозування вимагають перегляду та відповідного корегування.

Сучасний період соціально-економічного розвитку України, реформування економічних відносин, посилення глобальної конкуренції, перспектив та переваг процесу інтеграції України у світову спільноту потребує передбачення майбутнього, прогнозування перспектив розвитку. Активну роботу в цих напрямках проводили В.М. Геєць, Н.А. Дубровіна, В.В. Іванов, О.О.Карагодова, Т.С. Клебанова, Н.І. Костіна, О.О.Карагодова, О.В.Комашко, А.В.Ставицький, О.І. Черняк, Г.О.Чорноус та інші. Наразі консолідація усіх вчених України в напрямку прогнозування економічного розвитку держави має першочергове значення [1].

Головна ідея цих методів полягає в тому, що подальші значення часового ряду не можуть довільно відхилитися в більшу

або меншу сторону від попередніх значень часового ряду, якими б причинами не були спричинені ці відхилення. У тимчасових рядах економічних показників існує зв'язок між нещодавно реалізованими значеннями і значеннями, що реалізуються в майбутньому. Сенс цього зв'язку такий, що якщо між близькими значеннями часового ряду існує кореляція, то, знаючи коефіцієнт кореляції, можна побудувати прогноз економічного показника. Прогноз подальших значень часового ряду можна отримати не тільки на основі минулих реалізацій кореляційної і регресивної функції, а й з урахуванням відхилень від попередніх прогнозів.

Для застосування методу прогнозування, а саме процесу прогнозування економічних показників за допомогою кореляційних функцій, необхідно, щоб вихідний часовий ряд був стаціонарний. Проте важливою особливістю часових рядів економічних показників є їх досить суттєва еволюційність, що перешкоджає реалізації методу кореляційної функції.

Для перевірки стаціонарності часового ряду в блоці локальних прогнозів використовуються певні методи. Якщо виявляється, що ряд не стаціонарний, еволюційність вихідного процесу може бути знівельована, наприклад, шляхом оперування з рядом λ_t , утвореним з різниць першого (Δu_t) або другого ($\Delta^2 \lambda_t$) порядку, який потім знову наводиться до вихідного ряду u_t [2].

Отриманий часовий ряд λ_t центрується, тобто обчислюється ряд $\lambda_t^0 = \lambda_t - \bar{\lambda}$, для якого виконуються дві основні умови стаціонарності імовірнісних процесів:

$m_\lambda(t) = \mu(\lambda_t^0) = const$ — математичне очікування постійне;
 $k_\lambda(t, t+\tau) = k_\lambda(\tau)$ — кореляційна функція залежить тільки від інтервалу часу τ .

Подальший процес розрахунків звичайно триває обчисленням ненормованих коефіцієнтів кореляційної функції:

$$k_\lambda(t) = \frac{1}{n-1} \sum_{\tau=1}^{n-t} \lambda_t^0 \lambda_{t+\tau}^0$$

де $\tau = 0, 1, \dots, n-1$.

В блоці локальних прогнозів використовуються нормовані коефіцієнти кореляційної функції $r_\lambda(\tau)$, які більш придатні для прогнозування економічних процесів.

Вони визначаються на основі виразу:

$$r_\lambda(\tau) = \frac{k_\lambda(\tau)}{k_\lambda(0)} = \frac{\sum_{i=1}^{n-i+1} \lambda_i^2 \lambda_{i+\tau}^0 + i - 1}{\sum_{i=1}^n (\lambda_i^0)^2}$$

де $0 \leq r_\lambda(\tau) \leq 1$; $\tau = 0, 1, \dots, n - 1$.

Коефіцієнти $r_\lambda(\tau)$ добре відображають тенденції вихідного економічного процесу і характеризують тісноту зв'язку між окремими періодами розвитку цього процесу. Як показує аналіз рядів $r_\lambda(\tau)$ вони мають властивість ергодичності, тому для їх прогнозування на їх перспективний період можна використовувати одну з функцій виділених класів трендових моделей. Після отримання прогнозу нормованих коефіцієнтів кореляції $r_\lambda(\tau)$ на період L подальші розрахунки проводяться за методикою, запропонованою А.Д. Смирновим і Б.М. Широковим [3, 4]:

вирішується система рівнянь щодо a_λ :

$$R_\lambda(\tau) a_\lambda = r_\lambda(\tau + L), \quad (1)$$

де a_λ — ваги зосереджених значень вихідного часового ряду, $\tau = 0, 1, \dots, n - 1$;

оскільки $R_\lambda(\tau)$ — симетрична квадратна матриця, шукані ваги $\tau = 0, 1, \dots, n - 1$ визначаються наступним чином:

$$a_\lambda = R_\lambda^{-1} r_\lambda(\tau + L);$$

на основі отриманих ваг визначаються прогнозовані оцінки зосереджених часових рядів, для цього використовується формула:

$$\lambda_{t+i}^{op} = \sum_{j=1}^L a_j \lambda_{t+i-j}^0; \quad t = 1, 2, \dots, n; \quad i = 1, 2, \dots, L; \quad (2)$$

складаючи отримані оцінки з математичним очікуванням вихідного процесу, визначаємо прогнозні оцінки показника: $\lambda_{t+i}^p = \lambda_{t+i}^{op} + m$.

Тут можуть бути два випадки: якщо прогнозування проводилося за центровані часові ряди перших різниць $\Delta \lambda_t^i$, перехід до прогнозних оцінок $\Delta \lambda_t^i$ здійснюється за формулою:

$$\Delta \lambda_t^i = \Delta \lambda_t^{op} + \Delta \bar{\lambda}$$

або $\lambda_{t+i}^p = \Delta \lambda_t^i + \Delta \lambda_t^{op} + \Delta \bar{\lambda}$,
де $t = 0, 1, \dots, n$ та $\lambda_0^i = \lambda_0$;

у разі прогнозування за центрованими часовими рядами других різниць перехід до прогнозних оцінок здійснюється за формулою:

$$\Delta^2 \lambda_t^i = \Delta^2 \lambda_t^{op} + \Delta^2 \bar{\lambda}$$

або $\lambda_{t+2}^p = 2 \lambda_{t+1}^p - \lambda_t^i + \Delta^2 \lambda_t^{op} + \Delta^2 \bar{\lambda}$,
де $t = 0, 1, \dots, n$ та $\lambda_0^i = \lambda_0, \lambda_1^i = \lambda_1$.

Як показує досвід по кореляційному прогнозуванню економічних показників, використання різниць більш ніж другого порядку призводить до нівелювання кореляції, що знижує якість прогнозу. У блоці локальних прогнозів обмежуємося взяттям різниць другого порядку. Цього, ймовірно, буде достатньо, щоб позбутися від еволюційності вихідних часових рядів економічних показників.

При прогнозуванні по кореляційній функції в прогнозі беруть участь всі спостереження з убутними вагами. Проте в системі комплексного планування є такі економічні показники, для яких прогнозування по кореляційній функції доцільно через великі стрибки у тимчасових рядах. Якщо часовий ряд нестійкий, тобто маються стрибкоподібні зміни, то достатньо, щоб в прогнозі брали участь від одного до п'яти попередніх спостережень часового ряду [5].

Такий прогноз проводиться наступним чином: спочатку встановлюється тіснота зв'язку окремих членів часового ряду один з одним за допомогою коефіцієнта кореляції:

$$r_{Y_T Y_{T-L}} = \frac{Y_T Y_{T-L} - \bar{Y}_T \bar{Y}_{T-L}}{\sigma_{Y_T} \sigma_{Y_{T-L}}}$$

де L — період прогнозування.

Потім будується рівняння регресії, причому вид зв'язку передбачається лінійним, що достатньо при прогнозуванні на короткострокову і середньострокову перспективу. Рівняння регресії можна записати у вигляді:

$$\bar{Y}_T = a + b_{Y_{T-L}} \quad (3)$$

де коефіцієнти a і b знаходяться за допомогою формул:

$$a = \bar{Y}_T - b_{Y_{T-L}}; \quad b = r_{Y_T Y_{T-L}} \frac{\sigma_{Y_T}}{\sigma_{Y_{T-L}}}$$

Рівняння регресії можна зробити більш точним, якщо в нього ввести вираз для поглинення відхилень, передбачаються від емпіричних значень. Нехай $\bar{Y}_T - Y_T = \Delta Y_T$, тоді рівняння регресії набуде вигляду:

$$\bar{Y}_T = a + b_{Y_{T-L}} + c \Delta \lambda_{T-L} \quad (4)$$

а коефіцієнти a, b і c визначатимуться за формулами:

$$b = \frac{r_{Y_T Y_{T-L}} - r_{Y_T \Delta \lambda_{T-L}} \times r_{Y_{T-L} \Delta \lambda_{T-L}}}{1 - r_{Y_T \Delta \lambda_{T-L}}^2} \times \frac{\sigma_{Y_T}}{\sigma_{Y_{T-L}}},$$

$$c = \frac{r_{Y_T \Delta \lambda_{T-L}} - r_{Y_T Y_{T-L}} \times r_{Y_{T-L} \Delta \lambda_{T-L}}}{1 - r_{Y_T \Delta \lambda_{T-L}}^2} \times \frac{\sigma_{Y_T}}{\sigma_{Y_{T-L}}},$$

$$a = \bar{Y}_T - b_{Y_{T-L}} - c \Delta \lambda_{T-L}.$$

Рівняння дозволяє здійснити прогноз з подвійним коригуванням згідно попереднього рівня і за попереднім відхиленням дійсного рівня від передбачення рівнянням регресії. Аналогічно можна провести коригування і більш високого порядку. Більше того, процес коригування можна зробити рекурентним, тобто, це коли об'єкт є частиною самого себе.

Проблеми створення систем прогнозування в першу чергу стосуються побудови такого комплексу моделей, який би характеризувався необхідною точністю, простотою, гнучкістю в застосуванні і прозорістю в оцінці параметрів [2].

Висновки

Отже, необхідно диференційовано підходити до кожного тимчасовому ряду. Тільки всебічний аналіз може підказати, на скільки років, з якою надійністю і достовірністю можна прогнозувати той чи інший економічний показник.

Із раніше сказаного випливає, що коефіцієнти кореляційних і регресивних функцій відображають найбільш істотні тенденції базового періоду, тому їх можна використовувати в сьогоденні і майбутньому. Причому зважування проводиться таким чином, що більш пізні спостереження надають на майбутнє більший вплив, ніж ранні спостереження, що має велике значення для часових рядів зі стрибкоподібною тенденцією.

Література:

1. Геєць В.М. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування / В.М. Геєць, Т.С. Клебанова, О.І. Черняк, В.В. Іванов, Н.А. Дубровіна, А.В. Ставицький – Харків: ВД "ІНЖЕК", 2005, 396 с.
2. Берзлев О.Ю. Сучасний стан інформаційних систем прогнозування часових рядів / О.Ю. Берзлев // Зб.наук.пр. «Управління розвитком складних систем». – Вип.13. – Київ: КНУБА. 2013, с. 78–82.
3. Елементи класифікації економіко-математичних моделей [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://fingal.com.ua/content/view/full/889/39/1/3/2.2.4>. 63
4. Поняття модель. Види моделей [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.djerelo.com/index.php?option=com_content&task=view&id=8622&Itemid=72
5. Методи і моделі економічного прогнозування : навч. посібник / В.П. Кічор, Р.В. Фещур, А.І. Якимів, Д.І. Скворцов, А.Л. Висоцький; за ред. В.П. Кічора. – Львів: 2019, 272 с.