

6. МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ І МОДЕЛІ В УПРАВЛІННІ ПІДПРИЄМСТВОМ

Янковий О.Г.

д.е.н., професор

Одеський національний економічний університет (Україна)

КОМПЛЕКСНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ВЗАЄМОПОВ'ЯЗАНИХ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПІДПРИЄМСТВА

У сучасній науці розроблено ряд методів (графічний аналіз, розрахунок перших різниць), які часто дають цілком задовільні результати при виборі трендової моделі в ході прогнозування економічних показників підприємства, що розглядаються ізольовано. Однак, ситуація принципово змінюється, коли здійснюється одночасний прогноз декількох взаємозалежних змінних, наприклад, витрат на виробництво та їх складових. В дослідженнях економічної динаміки такі випадки зустрічаються достатньо часто, оскільки різні сторони процесу відтворення тісно взаємопов'язані, утворюють єдиний комплекс, що розвивається в процесі функціонування підприємства.

У цій ситуації вказані методи вибору моделі (системи прогнозних рівнянь, трендів тощо) не виключають небезпеку отримання помилкового результату, що «розходиться», порушуючи фундаментальні співвідношення і взаємозв'язки. Як би не були глибоко і ретельно розроблені прийоми екстраполяції окремих ізольованих рядів динаміки, вони не можуть застрахувати від отримання «віяла» прогнозів, що вирізняється абсурдністю передбачених значень прогнозних ознак з точки зору їх внутрішньої залежності.

Щоб уникнути зазначених недоліків при комплексному дослідженні економічних показників, між якими спостерігаються об'єктивні взаємозв'язки, ми пропонуємо застосовувати принцип балансу змінних. Він може бути сформульований наступним чином: остаточний висновок про придатність тих чи інших методів і систем рівнянь визначається ступенем виконання для прогнозованих значень взаємозв'язаних змінних деякого балансового співвідношення, справедливого для них у періоді передісторії [1, с.163-168].

Принцип балансу змінних уперше був висунутий в теорії самоорганізації як один із напрямів технічної кібернетики, очолюваний академіком О.Г. Івахненком, при моделюванні складних імовірнісних систем за допомогою метода групового обліку аргументів. За своїм змістом він є головним у всій сукупності принципів математико-статистичного моделювання і прогнозування, так як він базується на абсолютно достовірній інформації про майбутній стан економічної системи: які б не були окремі значення змінних, для них має дотримуватися певний баланс, що впливає із сутності досліджуваних ознак. Тому критерії, побудовані на основі принципу балансу змінних, повинні займати пріоритетне становище в ієрархії критеріїв методів відбору форм моделей при прогнозуванні. Задоволення їм є необхідною і достатньою умовою отримання найбільш точних і достовірних прогнозів.

Розглянемо побудову та використання критерію балансу змінних на прикладі наступного взаємозв'язку між економічними показниками підприємства:

$$Y_1 = Y_2 + Y_3. \quad (1)$$

Нехай завдання полягає в отриманні найкращого комплексного прогнозу змінних Y_1, Y_2, Y_3 на деякий період упередження L на основі відомих досліджуваних показників за певний період передісторії N . Процес прогнозування з застосуванням критерію балансу змінних в цьому випадку складається з таких головних етапів.

1. *Визначення можливих функцій-кандидатів, які найбільш точно описують досліджувані ряди динаміки.*

На цьому етапі широко застосовуються традиційні методи статистичного моделювання: якісний теоретичний аналіз, візуальне вивчення графіків, розрахунок послідовних різниць, характеристик приросту та інших параметрів, включаючи критерії математичної статистики. У результаті на першому етапі з усього переліку опорних функцій, число яких може бути досить великим, відбираються декілька головних ($n_i, i = 1, 2, 3$), які найбільш адекватно описують взаємозв'язані процеси, що вивчаються.

Ряди динаміки кожного показника, взяті за період передісторії, можна представити за допомогою трендових моделей типу

$$Y_i = f_i(X) + \varepsilon_i, \quad (2)$$

де X – фактор часу;

ε_i – випадкова компонента.

За методом найменших квадратів визначаються параметри кожної з відібраних функцій (2), здійснюється екстраполяція і розраховуються прогнозні значення показників на заданий період упередження $L = X1 - X2$.

2. *Послідовний перебір обмеженого числа головних функцій, виділених на попередньому етапі.*

В якості оцінки кожної комбінації виступає ступінь дотримання вихідного балансового співвідношення для всіх точок періоду упередження $L = X1 - X2$. Число всіх можливих комбінацій визначається добутком $n_1 \times n_2 \times n_3$ (n_i – кількість початкових функцій, виділених для відповідного взаємопов'язаного показника).

Найкраща комбінація відповідає мінімальному значенню критерію балансу змінних:

$$B_j = \frac{\sum_{X1}^{X2} (\hat{Y}_{1X} - \hat{Y}_{2X} - \hat{Y}_{3X})^2}{\sum_{X1}^{X2} \hat{Y}_{1X}^2} \Rightarrow \min. \quad (3)$$

Величина B_j характеризує сумарний відносний розбаланс комплексного прогнозу досліджуваних показників. Чим ближче він до нуля, тим правильніше обрана система трендових моделей і, навпаки. Отже, критерій (3) дозволяє

здійснити оптимізацію визначення прогнозних значень декількох взаємозалежних економічних змінних на множині виділених вихідних функцій.

3. *Вибір оптимальної довжини періоду передісторії.* Відомо, що динаміка економічних показників підприємства схильна до коливань, обумовлених дією суб'єктивних, природно-кліматичних та інших чинників, що відображені в випадковій компоненті ε_i . Тому дуже важливо правильно визначити довжину періоду передісторії, вловити сучасні тенденції, щоб прогнозоване значення не суперечило логіці сучасного розвитку досліджуваного процесу.

З цією метою застосовується ітеративний підхід. Його суть полягає в утворенні нових усічених з початку рядів динаміки шляхом виключення з вихідних рядів G ($G = 1, 2, \dots, N/2$) перших рівнів. По кожному усіченому ряду будуються трендові моделі, визначаються прогнозні значення і знаходяться величини (3). Іншими словами, досліджується поведінка критерію балансу змінних при поступовому скороченні довжини періоду передісторії N .

Такий підхід дозволяє здійснити адаптацію трендового предиктора до нових умов економічного процесу, звільнитися від впливу «старих» спостережень, посилити роль останніх точок ряду динаміки, що вкрай важливо при короткостроковому і середньостроковому прогнозуванні досліджуваних взаємопов'язаних показників.

4. *Визначення точкових та інтервальних значень прогнозу.* Цей етап завершує процес комплексного прогнозування взаємопов'язаних економічних показників і являє собою звичайну екстраполяцію побудованих трендів і розрахунок довірчих інтервалів за відомими формулами.

Точкові прогнози знаходяться на базі рівнянь тренда, які відповідають найкращому предиктору за критерієм балансу змінних $B_j(G)$. З цією метою в моделі трендів підставляють замість X майбутні значення фактору часу $X = N + L$, які відповідають цільовим періодам упередження $L = X_1 - X_2$.

Отриманий точковий прогноз \hat{Y}_{N+L} вирізняється максимальною точністю і мінімальною достовірністю. Тому в практиці прогнозування соціально-економічних показників, зазвичай, йдуть на компроміс: на основі точкового прогнозу будують інтервальний прогноз у вигляді двох чисел – нижньої і верхньої меж довірчого інтервалу із заздалегідь заданою вірогідністю потрапляння в нього фактичного значення Y_{N+L} . Межі довірчого інтервалу прогнозу розраховуються за схемою $\hat{Y}_{N+L} \pm \Delta$.

Слід мати на увазі, що автоматичний розрахунок Δ в стандартних програмах кореляційно-регресійного аналізу редактора Excel не передбачений. Тому в реальних економічних дослідженнях з цією метою користуються системою програм STATISTICA [2], модуль «Multiple Regression».

Література

1. Янковий О. Г. Латентні ознаки в економіці : монографія / О. Г. Янковий. – Одеса : Атлант, 2015. – 169 с.
2. Боровиков В. П. Популярное введение в программу STATISTICA / В. П. Боровиков – М. : КомпьютерПресс, 1998. – 267 с.