

УДК 658.8.031:338.28

МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ЦІНИ НА ПРОДУКЦІЮ

М. Говор

Львівський національний університет імені Івана Франка
79000 м. Львів, просп. Свободи 18

Пропонується математична модель прогнозування ціни на продукцію на основі нечіткої логіки, яка дозволяє врахувати основні фактори впливу на ціну і може бути адаптованою до різних підприємств.

Ключові слова: ціна, прогнозування, нечітка логіка.

Ціна є одним з основних елементів конкурентної політики та значно впливає на ринкове становище і прибуток підприємства і тому актуальним є аналіз і прогнозування цін на продукцію підприємства.

Відомі моделі прогнозування цін побудовані, як правило, на базі класичного економетричного апарату. Проте їх використання потребує значної кількості чіткої вхідної статистичної інформації. Крім того в економетричних моделях попередньо визначається якою повинна бути залежність вихідної змінної від вхідних параметрів.

В статті для прогнозування цін пропонується використовувати теорію нечітких множин. Зокрема було виділено основні зовнішні та внутрішні чинники, які впливають на формування ціни та побудовано модель прогнозування ціни на продукцію на основі нечіткої логіки.

Розглянемо основні чинники, які впливають на формування ціни (див. табл. 1):

I. внутрішні чинники:

- стан цінової політики;
- рівень (якість) маркетингових дій;

II. зовнішні чинники:

1. рівень економічного сприяння:
 - а) попит на товар;
 - б) рівень інфляції;
 - в) обсяг експорту в регіоні;
 - г) обсяг імпорту в регіоні;
2. рівень політичного сприяння;
3. рівень природного сприяння;
- III. рівень глибини прогнозу.

Таблиця 1.

Чинники, що впливають на формування цін

№ п/п	Змінна	Опис змінної
1.	x_1	Стан цінової політики
2.	x_2	Рівень (якість) маркетингових дій
3.	x_3	Попит на товар
4.	x_4	Рівень інфляції
5.	x_5	Обсяг експорту в регіоні
6.	x_6	Обсяг імпорту в регіоні
7.	x_7	Рівень політичного сприяння
8.	x_8	Рівень природного сприяння
9.	x_9	Рівень глибини прогнозу

Зупинимось тепер більш детально на характеристичі описаних чинників, які впливають на формування цін.

Найбільший вплив на формування ціни на продукцію підприємства має стан цінової політики (виживання, максимізація поточних прибутків, максимізація частки ринку, лідерство за показниками якості товару) та рівень (якість) маркетингових дій (популярність товару, обізнаність про товар; програми стимулювання продавців);

Крім того, при встановленні ціни необхідно орієнтуватися на ринок, точніше на потенційних споживачів продукції підприємства. При дослідженні структури попиту важливо визначитися в розмірі та типології груп споживачів, сукупному попиту та його еластичності, особливостях впливу попиту на процес реалізації продукції. При зміні попиту певним чином змінюється рівень ціни. При цьому граничні витрати виробництва на одиницю продукції залишаються тими самими, а змінюється лише норма прибутку.

Оцінка попиту на продукцію є досить складною справою, значною мірою через відсутність необхідних статистичних даних за попередні роки. Певним чином це можна компенсувати, використовуючи методи оцінки попиту, основними з яких є експеримент, пряме інтерв'ю та експертні методи.

Інфляція – це перевищення сукупного попиту на гроші над їх пропозицією. Інфляція характеризується переповненням каналів грошового обігу масою надлишкових паперових грошей, що викликає їх знецінення та зростання роздрібних цін. Помірні темпи інфляції 10..12% і нижче допускаються і приносять позитивні результати. Це пояснюється тим, що невелике перевищення попиту над пропозицією, тобто незначна інфляція, пожвавлює виробництво, стимулює виробників до розширення виробництва, залучення додаткової робочої сили, що забезпечує ріст ВВП, стабільність національної валюти та життєвий рівень населення. Якщо ж інфляція виходить з-під контролю, то вона руйнує економіку, призводить до краху всієї економічної системи.

Обсяг експорту в регіоні є показником ефективності функціонування цього регіону, певною оцінкою його конкурентоспроможності. Рівень експорту знаходить під впливом відносного рівня внутрішніх і міжнародних цін. Обсяг імпорту в регіоні залежить від відносного рівня цін і уподобань громадян певного регіону. З іншого боку обсяг експорту і імпорту в регіоні впливає на загальний рівень цін в даному регіоні і на рівень цін на конкретну продукцію зокрема.

Важливий вплив на рівень цін має також політична стабільність, рівень реальної демократії. Даний фактор позитивно відбивається на стійкості загального рівня цін. В Україні цей фактор відіграє дуже велику роль, адже нестабільність політичної ситуації може спричинити економічну кризу, яка в свою чергу негативно вплине на загальний рівень цін і на ціни на конкретну продукцію зокрема.

Такий чинник, як рівень природного сприяння теж відіграє важливу роль у зміні ціни на продукцію. Від стану природи залежить сільське господарство, у деяких випадках промисловість, робота енергетичних станцій, переробний комплекс, тощо. Негативні погодні умови (зливи, буревії, повені) можуть спричинити ріст цін на конкретні види продукції та ріст рівня цін загалом.

Невраховані в описі моделі чинники вважатимемо несуттєвими.

Для раціоналізації вхідних параметрів у моделі впроваджені додаткові лінгвістичні змінні:

- Z – рівень сприяння внутрішніх чинників, який залежить від параметрів $\{x_1, x_2\}$;
- y – рівень сприяння зовнішніх чинників, який залежить від m , $\{x_7, x_8\}$;
- m – рівень економічного сприяння, який залежить від параметрів $\{x_3, x_4, x_5, x_6\}$;
- t – рівень глибини (періоду) прогнозу $\{x_9\}$.

Причинно-наслідкові зв'язки між вхідними та вихідними змінними показані у вигляді дерев виведення:

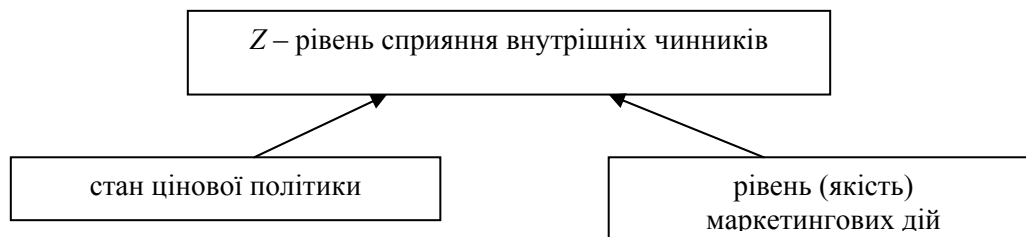


Рис. 1. Дерево виведення для параметра Z

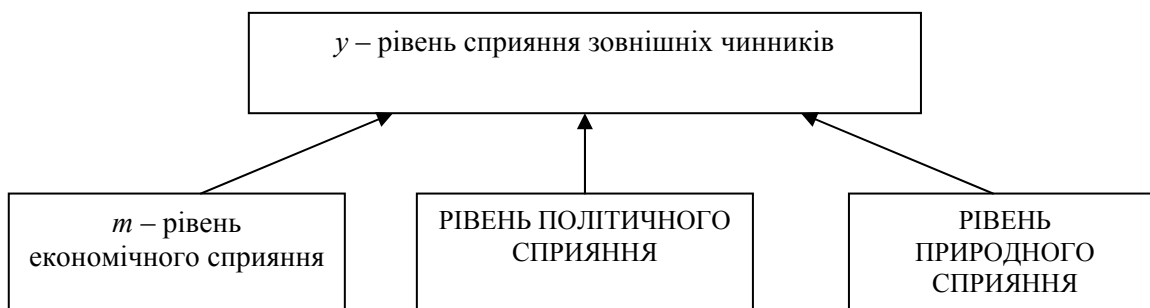


Рис. 2. Дерево виведення для параметра y

Рис. 3. Дерево виведення для параметра m

Структура моделі прогнозування цін на товар відповідає співвідношенням (1-5):

$$p = f_p(Z, y, t) \quad (1)$$

$$Z = f_Z(x_1, x_2) \quad (2)$$

$$y = f_y(m, x_7, x_8) \quad (3)$$

$$m = f_m(x_3, x_4, x_5, x_6) \quad (4)$$

$$t = f_t(x_9) \quad (5)$$

Таким чином представлена структурна модель фактично містить у собі 3 моделі: модель рівня сприяння внутрішніх факторів, модель рівня сприяння зовнішніх факторів та модель рівня економічного сприяння в Україні.

Вхідні змінні моделі та їх лінгвістична оцінка представлені в таблиці 2.

В моделі прогнозування ціни на товар змінні x_1, x_2, x_3, x_7, x_8 – якісні і для їхнього опису використовуємо умовну шкалу від 0...100, а змінні x_4, x_5, x_6 – кількісні і для їхнього опису використовуємо реальні економічні дані.

Для змінної x_9 – час прогнозування введемо терми, що відповідають діапазонам упорядкування прогнозу: 1...3 місяць.

Для оцінки лінгвістичних змінних Z, m, y будемо використовувати єдину шкалу якісних термів із діапазоном від 0...100, де: Н – низький; НС – нижчий за середній; С – середній; ВС – вищий за середній; В – високий.

Ціну будемо визначати на таких рівнях (термах):

p_1 – сильно зросте (+10...+20%);

p_2 – середньо зросте (+5...+10%);

p_3 – суттєво не зміниться (-2...+5%);

p_4 – середньо впаде (-2...-10%);

p_5 – сильно впаде (-10...-20%).

Отже, вихідним параметром буде відсоткова зміна ціни від -20% до +20%.

Математичне моделювання з використанням засад нечіткої логіки потребує здійснити вибір методу побудови функцій належності (ФН), які забезпечать формалізацію нечітких термів. Існують такі форми функцій належності: пряма; трикутник; трапеція; трикутник з α - рівнем; квазідзвін; шматково-лінійна апроксимація.

Виберемо квазідзвоноподібну форму функції належності, так як вона має найкращі можливості для налагодження і може застосовуватися при будь-якій кількості термів.

Лінгвістична оцінка вхідних змінних

Змінна	Назва	Терми
x_1	Стан цінової політики	В – виживання МП – максимізація поточних прибутків МР – максимізація частки ринку ЛЯ – лідерство по якості товару
x_2	Рівень (якість) маркетингових дій	Н – низька НС – нижча за середню С – середня ВС – вища за середню В – висока
x_3	Попит на товар	Н – низький НС – нижчий за середній С – середній ВС – вищий за середній В – високий
x_4	Рівень інфляції	Н – низький НС – нижчий за середній С – середній ВС – вищий за середній В – високий К – катастрофічний
x_5	Обсяг експорту в регіоні	Н – низький НС – нижчий за середній С – середній ВС – вищий за середній В – високий
x_6	Обсяг імпорту в регіоні	Н – низький НС – нижчий за середній С – середній ВС – вищий за середній В – високий
x_7	Рівень політичного сприяння	СТ – стабільний НСТ – не стабільний
x_8	Рівень природного сприяння	Н – негативний НО – нормальний С – сприятливий
x_9	Час прогнозування	1М – 1 місяць 2М – 2 місяць 3М – 3 місяць

Модель квазідзвоноподібної функції належності має такий вигляд [1]:

$$\mu^T(x) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-b}{c}\right)^2},$$

де b і c параметри функції належності: b – координата максимуму функції, c – коефіцієнт стискування-розтягування. Параметри b і c ми отримаємо на основі даних експертів.

На рис.4 представимо функцію належності для змінної x_8 .

	b	c
H	25	13
НО	50	13
C	75	13

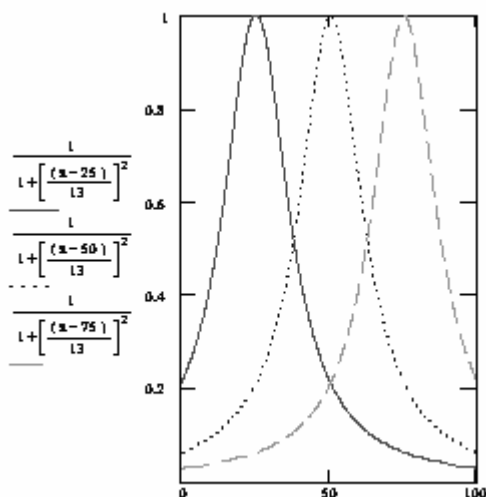


Рис 4. Функція належності змінної x_8

Аналогічно можна побудувати функції належності для решти змінних моделі прогнозування ціни на продукцію.

Користуючись запропонованими термами та висновками експертів, співвідношення (1-5) можна подати у вигляді нечітких ієрархічних баз знань.

Кожен рядок бази знань відповідає певному лінгвістичному правилу. Наприклад, $\{z = B, y = BC, t = 1M\} == \{p = p_1\}$ можна розшифрувати так: якщо рівень сприяння внутрішніх чинників високий, рівень сприяння зовнішніх чинників – вищий за середній і період прогнозування – один місяць, то ціна на продукцію сильно зросте.

Маючи нечіткі логічні висловлення, які складаються з лінгвістичних правил, ми можемо записати нечіткі логічні рівняння. Наприклад, нечітке логічне рівняння змінної p , за умови що $\{p = p_1\}$, матиме вигляд:

$$\mu_p^{p_1}(z, y, t) = V_1 \cdot [\mu^B(z) \cdot \mu^B(y) \cdot \mu^{1M}(t)] \vee V_2 \cdot [\mu^{BC}(z) \cdot \mu^B(y) \cdot \mu^{1M}(t)] \vee V_3 \cdot [\mu^B(z) \cdot \mu^{BC}(y) \cdot \mu^{1M}(t)] \vee V_4 \cdot [\mu^B(z) \cdot \mu^B(y) \cdot \mu^{2M}(t)]$$

де V_i – вага i -го лінгвістичного правила.

Дефазифікація (обернене перетворення знайденого нечіткого розв’язку у вихідну фізичну величину) являє собою останній етап моделювання. Існують різні методи дефазифікації, зокрема, метод вибору за максимальним значенням функції належності, метод центра ваг, метод центра ваг розширений.

У випадку, коли змінна має n термів центр ваги можна знайти за формулою:

$$x_s = \frac{\sum_{i=1}^n \left[x_E + (i-1) \cdot \frac{x_A - x_E}{n-1} \right] \cdot \mu^{x_i}(x)}{\sum_{i=1}^n \mu^{x_i}(x)}$$

де n – кількість термів змінної x (або кількість дискретних значень);

$x_E(x_A)$ – нижня (верхня) межа діапазону змінної x ;

$\mu^{x_i}(x)$ – функція належності змінної x нечіткому терму x_i .

Переваги запропонованої моделі прогнозування ціни на продукцію полягають у можливості використання при моделюванні не лише кількісної але і якісної інформації; можливості моделювання при відносно малих експериментальних вибірках; можливості відтворення складних нелінійних залежностей ціни від великої кількості чинників.

1. Козловський С.В. Нечітка логіка в економічному моделюванні // Збірник наук.праць по матеріалах міжнародної науково-практичної конференції «Україна на порозі 21 століття: Економіка. Державність». – Том 1. – Вінниця: Арбат. – 2000. – С.186-190.

2. Ротштейн А.П., Митюшкин Ю.Г. и др. Идентификация закономерностей нечеткими базами знаний. Монография.- Винница: ВИННИЦА УНИВЕРСУМ. – 2002. -145с.

THE MODEL OF GOODS PRICE FORECASTING

Mariana Hovor

Ivan Fanko National University of Lviv

It is offered mathematical model of forecasting with the help of fuzzy logic theory, which allows taking into account necessary amount of influence factors and can be adapted to the different enterprises.

Key words: price, forecasting, fuzzy logic