

УДК [334.722.8 : 005.51]

## ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ КОРПОРАТИВНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДИКИ ТРЕНДОВОГО АНАЛІЗУ

О. Сенишин

*Львівський національний університет імені Івана Франка*

Розглянуто застосування методики трендового аналізу у теорії та практиці управління корпоративними підприємствами кондитерської промисловості України.

*Ключові слова:* трендовий аналіз, рівняння тренда, прогнозні показники обсягу виробництва кондитерських виробів, корпоративні підприємства кондитерської промисловості.

На сучасному етапі розвитку економіки України особливу увагу привертає проблема запровадження елементів планування та прогнозування на підприємстві, гарантування їх економічної безпеки та оцінка їх ефективності за допомогою математичного апарату. Тобто йдеться про використання економіко-математичних методів та моделей для розв'язання задач планування. Структурні зміни, що мають місце у ринковій економіці України позитивно вплинули на розвиток частини підприємств, які порівняно з іншими, змогли швидко досягти достатньо високих обсягів виробництва продукції. Однак деяким із них притаманний ряд невирішених проблем. Загальним завданням для господарських суб'єктів є зміцнення позицій на внутрішньому ринку, підтримка ділових стосунків з іноземними партнерами та ін. Вирішення цих завдань потребує запровадження на підприємствах прогресивних методів прогнозування та планування, важливе місце серед яких займає прогнозування обсягів виробництва (реалізації) продукції методом екстраполяції трендів.

Питання, пов'язані з використанням в практиці господарювання прогнозних методів у системі управління стали об'єктом досліджень таких вітчизняних вчених-економістів: Б. Грабовецького, А. Данильченка, Н. Дубровіної, І. Іванова, Л. Канторовича, О. Карагодової, Т. Клебанової, І. Михасюка, В. Науменка, Б. Панасюка, В. Царьова та ін.

Для вирішення пріоритетних завдань у межах функції планування ряд великих кондитерських компаній, зокрема, лідер кондитерської промисловості Львівщини, найпопулярніший бренд 2001 року за дослідженнями агентства УМР ЗАТ “ЛКФ “Світоч” використовує наступні інструменти, а саме: розробка стратегічних планів розвитку, постійне підвищення якості продукції за рахунок використання натуральної сировини, застосування найсучасніших техніки та технології, використання маркетингових досліджень для аналізу показників господарської діяльності підприємства. Вважаємо, що ці засоби не завжди вирішують проблеми планування діяльності корпоративного підприємства, тому для їх розв'язання часто доводиться звертатися до відповідного математичного апарату.

Надалі дослідження побудуємо на визначенні прогнозних показників обсягів виробництва кондитерської продукції ЗАТ “Львівська кондитерська фірма “Світоч”, розрахунок яких буде здійснено на основі динаміки цих показників за 2001–2006 рр.

Для планування прогнозних показників обсягів виробництва продукції ЗАТ “Львівська кондитерська фірма “Світоч” доцільно використати метод екстраполяції трендів.

Рівняння тренда може бути описане широким спектром залежностей, зокрема: лінійною, квадратичною, степеневою, показниковою, експоненційною та ін. Наше дослідження сконцентроване на квадратичному та лінійному рівнянні тренда. Досліджуючи ці дві залежності, ми хочемо визначити, при якому із побудованих нами рівнянь обчислені прогнозні (заплановані) значення

будуть точнішими, тобто де будуть спостерігатися найменші квадрати відхилення між фактичними та плановими показниками обсягу виробництва кондитерських виробів ЗАТ “Світоч”.

Спочатку до уваги візьмемо квадратичне рівняння, яке представимо наступною залежністю (1):

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1t + a_2t^2, \quad (1)$$

де,  $t$  – фактор часу;  $a_0, a_1, a_2$  – коефіцієнти рівняння;  $\hat{y}$  – розрахункове значення функції.

Для використання тренда у якості інструменту прогнозу планових показників обсягу виробництва кондитерських виробів ЗАТ “Львівська кондитерська фірма “Світоч” слід чисельно оцінити параметри (коефіцієнти) рівнянь ( $a_0, a_1, a_2$ ).

Параметри рівняння визначаються за допомогою методів найменших квадратів:

$$\sum (y_t - \hat{y}_t)^2 = \min, \quad (2)$$

де,  $y_t$  – фактичне значення функції;  $\hat{y}_t$  – розрахункове значення функції.

Запишемо залежність для даного квадратичного рівняння.

$$\sum (y_t - a_0 - a_1t - a_2t^2)^2 = \min \quad (3)$$

З рівняння (3) бачимо, що  $y_t$  та  $t$  є відомими величинами, а коефіцієнти ( $a_0, a_1, a_2$ ) – невідомими. Для їх визначення прирівнюємо до нуля похідні від даного рівняння по кожному початковому коефіцієнту (параметру) окремо.

Після відповідних перетворень отримуємо систему нормальних рівнянь, яка має наступний вигляд:

$$\begin{cases} \sum y_t = a_0n + a_1\sum t + a_2\sum t^2 \\ \sum y_t t = a_0\sum t + a_1\sum t^2 + a_2\sum t^3 \\ \sum y_t t^2 = a_0\sum t^2 + a_1\sum t^3 + a_2\sum t^4, \end{cases} \quad (4)$$

де,  $n$  – період часу (у нашому випадку кількість років).

Підставивши значення ( $a_0, a_1, a_2$ ), отримані шляхом розв’язання системи (4) у квадратичне рівняння (1), запишемо рівняння тренда, у яке підставивши лише фактор часу  $t$ , отримаємо заплановане значення прогнозованого показника  $\hat{y}$ .

Таблиця 1

**Динаміка обсягів виробництва кондитерських виробів ЗАТ “Світоч” та розрахунок проміжних показників для визначення параметрів і статистичних характеристик квадратичної залежності рівняння тренда<sup>1</sup>**

| Роки, (t) | Фактичний обсяг виробництва продукції, тис. т. ( $y_t$ ) | $y_t t$ | $t^2$ | $t^3$ | $t^4$ | $y_t t^2$ | Обсяг виробництва продукції, розрахований на основі рівняння тренда, тис. т. ( $\hat{y}_t$ ) | Відхилення, тис. т. $ y_t - \hat{y}_t $ | Квадрат відхилення, тис. т. ( $(y_t - \hat{y}_t)^2$ ) | $\frac{ y_t - \hat{y}_t }{y_t}$ | $\left[ \frac{(y_t - \hat{y}_t)^2}{y_t} \right]$ |         |
|-----------|--|---------|-------|-------|-------|-----------|--|---|---|---------------------------------|--|---------|
| 1         | 2  | 3       | 4     | 6     | 7     | 8         | 9  | 10                                      | 11  | 12                              | 13   |         |
| 1         | 2001   | 38,60   | 38,60 | 1     | 1     | 1         | 38,60  | 39,29                                   | 0,69  | 0,4761                          | 0,018  | 0,00032 |
| 2         | 2002   | 36,20   | 72,40 | 4     | 8     | 16        | 144,80   | 35,17                                   | 1,03  | 1,0609                          | 0,028  | 0,00078 |
| 3         | 2003   | 33,10   | 99,30 | 9     | 27    | 81        | 297,90   | 32,15                                   | 0,95  | 0,9025                          | 0,029  | 0,00084 |

<sup>1</sup> Власні розрахунки автора

Закінчення табл. 1

|      | 1    | 2      | 3      | 4  | 6   | 7    | 8       | 9      | 10   | 11     | 12    | 13      |
|------|------|--------|--------|----|-----|------|---------|--------|------|--------|-------|---------|
| 4    | 2004 | 28,40  | 113,60 | 16 | 64  | 256  | 454,40  | 30,23  | 1,83 | 3,3489 | 0,064 | 0,00410 |
| 5    | 2005 | 29,90  | 149,50 | 25 | 125 | 625  | 747,50  | 29,41  | 0,49 | 0,2401 | 0,016 | 0,00026 |
| 6    | 2006 | 30,00  | 180,00 | 36 | 216 | 1296 | 1080,00 | 29,69  | 0,31 | 0,0961 | 0,010 | 0,00010 |
| Σ 21 |      | 196,20 | 653,40 | 91 | 441 | 2275 | 2763,20 | 195,94 | 5,30 | 6,1246 | 0,165 | 0,00640 |

У табл. 1 наведені дані стосовно обсягу виробництва кондитерської продукції ЗАТ “Світоч”<sup>1</sup> за 2001–2006 рр., за допомогою яких буде проведений розрахунок параметрів і статистичних характеристик для квадратичного та лінійного рівняння у відповідності з наведеними формулами.

На основі розрахованих нами параметрів  $a_0 = 44,51$ ,  $a_1 = -5,77$ ,  $a_2 = 0,55$  квадратичне рівняння тренда запишемо так:

$$\hat{y}_t = 44,51 - 5,77t + 0,55t^2, \quad (5)$$

Підставивши у це рівняння (1.5) значення фактору часу  $t$  за період 2001–2006 років (у даному випадку  $t = 1$  за 2001,  $t = 2$  за 2002 рік і т. д.), отримаємо показники обсягу виробництва продукції ( $\hat{y}_t$ ) за цей період, обчислені на основі квадратичного рівняння тренда (розрахункові дані наведені у стовпці 9 таблиці 1).

Для оцінки рівня адекватності побудованого рівняння тренда реальному процесу нами розрахована середня помилка апроксимації ( $\epsilon$ ), яка рівна 2,75%, що свідчить про високий рівень адекватності квадратичного рівняння до реальних умов господарської діяльності ЗАТ “Світоч”, оскільки обчислена помилка не повинна перевищувати 10%. Дане твердження дає нам можливість розрахувати прогнозні показники обсягів вироблених кондитерських виробів на наступні 2007–2011 роки, використовуючи наявну квадратичну залежність рівняння тренда (5). Результати розрахунків наведені у табл. 2.

Таблиця 2

**Розрахунок прогнозних показників обсягу виробництва кондитерських виробів  
ЗАТ “Львівська кондитерська фірма “Світоч” на 2007–2011 рр.**

| Роки, $t$   | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| Прогнозний обсяг виробництва продукції, тис. т, ( $\hat{y}_t$ ) | 31,07 | 33,55 | 37,13 | 41,81 | 47,59 |

Для аналізу відхилень між фактичними і запланованими значеннями обсягів виробництва кондитерських виробів ЗАТ “Світоч” та вибору рівняння тренда побудована лінійна залежність.

Отже, лінійна залежність тренда має вигляд

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1t, \quad (6)$$

Для використання тренда у якості інструменту ділового планування слід знайти числові значення коефіцієнтів рівняння ( $a_0$ ,  $a_1$ ).

Згідно з методом найменших квадратів маємо

$$\sum (y_t - a_0 - a_1t)^2 = \min, \quad (7)$$

<sup>1</sup> Дані подані фахівцями відділу собівартості та контролю ЗАТ “Світоч”

Після відповідних перетворень отримуємо систему лінійних рівнянь, яка має такий вигляд:

$$\begin{cases} \sum y_t = a_0 n + a_1 \sum t \\ \sum y_t t = a_0 \sum t + a_1 \sum t^2, \end{cases} \quad (8)$$

Підставивши значення ( $a_0, a_1$ ), отримані шляхом розв'язання системи (8) у лінійну залежність (6), запишемо рівняння тренда. На основі розрахованих нами параметрів  $a_0 = 39,35$  та  $a_1 = -1,90$  лінійне рівняння тренда записуємо наступним чином:

$$\hat{y}_t = 39,35 - 1,90t, \quad (9)$$

Підставивши у вказане рівняння (9) значення фактору часу  $t$  за період 2001–2006 рр., отримаємо показники обсягу виробництва продукції ( $\hat{y}_t$ ) за цей період, обчислені на основі лінійного рівняння тренда (розрахункові дані наведені у стовпці 5 табл. 3).

З аналізу результатів таблиць 1 та 3 виникають такі висновки: оскільки сума квадратів відхилень між фактичними і запланованими значеннями обсягів виробництва кондитерських виробів ЗАТ "Світоч" у табл. 1 є меншою і становить 6 124,6 т, вважаємо за необхідність для подальшого дослідження використовувати квадратичну залежність тренда.

Таблиця 3

**Динаміка обсягів виробництва кондитерських виробів ЗАТ "Світоч" та розрахунок проміжних показників для визначення параметрів і статистичних характеристик лінійної залежності рівняння тренда<sup>1</sup>**

| Роки, (t)   | Фактичний обсяг виробництва продукції, тис. т, ( $y_t$ ) | $y_t t$ | $t^2$ | Обсяг виробництва продукції, розрахований на основі рівняння, тис. т, ( $\hat{y}_t$ ) | Відхилення, тис. т, $ y_t - \hat{y}_t $ | Квадрат відхилення, тис. т, $(y_t - \hat{y}_t)^2$ |
|-------------|--|---------|-------|---|---|---|
| 1           | 2  | 3       | 4     | 5   | 6                                       | 7   |
| 1   2001    | 38,60  | 38,60   | 1     | 37,45   | 1,15                                    | 1,3225  |
| 2   2002    | 36,20  | 72,40   | 4     | 35,55   | 0,65                                    | 0,4225  |
| 3   2003    | 33,10  | 99,30   | 9     | 33,65   | 0,55                                    | 0,3025  |
| 4   2004    | 28,40  | 113,60  | 16    | 31,75   | 3,35                                    | 11,2225   |
| 5   2005    | 29,90  | 149,50  | 25    | 29,85   | 0,05                                    | 0,0025  |
| 6   2006    | 30,00  | 180,00  | 36    | 27,95   | 2,05                                    | 4,2025  |
| $\Sigma$ 21 | 196,20   | 653,40  | 91    | 196,20  | 7,80                                    | 17,4750   |

Для оцінки адекватності квадратичної залежності рівняння вводимо поняття середньої помилки апроксимації ( $\bar{\varepsilon}$ ), що розраховується за формулою (1.10) і дорівнює 2,75%.

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{n} \sum \frac{|y_t - \hat{y}_t|}{y_t} \times 100, \quad (10)$$

Розрахувавши середню помилку апроксимації, пропонуємо оцінити якість квадратичної залежності рівняння тренду ще такими показниками як: середнє квадратичне відхилення (абсолютне та відносне) між фактичними та розрахунковими значеннями функції та середнє відхилення (абсолютне та відносне) між цими значеннями функції.

Середнє квадратичне відхилення між фактичними та розрахунковими значеннями функції обчислюється:

$$\text{- абсолютне } \sigma_{\text{абс}} = \sqrt{\sum (y_t - \hat{y}_t)^2 \div (n-1)}; \sigma_{\text{абс}} = 1,12 \text{ тис. т}; \quad (11)$$

$$\text{- відносне } \sigma_{\text{від}} = \sqrt{\sum ((y_t - \hat{y}_t) \div y_t)^2 \div (n-1)} * 100\%; \sigma_{\text{від}} = 3,58\%. \quad (12)$$

<sup>1</sup> Власні розрахунки автора

Середнє відхилення між фактичними та розрахунковими значеннями функції

$$\text{- абсолютне } \bar{\Delta}_{\text{абс}} = \sum |y_i - \hat{y}_i| / n; \bar{\Delta}_{\text{абс}} = 0,883 \text{ тис. т;} \quad (13)$$

- відносне рівне середній помилці апроксимації  $\bar{\varepsilon} = 2,75\%$ .

Науково доведено, що чим менші значення даних показників (1.10, 1.11, 1.12, 1.13), тим вища якість квадратичної залежності рівняння тренда  $\hat{y}_i = 44,51 - 5,77t + 0,55t^2$ . Розраховані показники свідчать про правильність вибору саме квадратичного рівняння.

Проілюструємо спектр **висновків**, що можливі під час застосування запропонованого методу екстраполяції трендів у системі управління корпоративними кондитерськими підприємствами (а саме побудови квадратичної залежності рівняння тренда):

*по-перше*, даний метод у порівнянні з іншими методами екстраполяції дозволяє врахувати всі елементи рівня динамічного ряду, які однаково впливають на прогнозовані показники;

*по-друге*, побудована нами квадратична залежність рівняння тренда є адекватною реальним умовам господарювання ЗАТ “Світоч”, про що свідчать розраховані нами значення середньої помилки апроксимації ( $\bar{\varepsilon} = 2,75\%$ ); середнє квадратичне відхилення (абсолютне  $\bar{\Delta}_{\text{абс}} = 1,12$  тис. т та відносне  $\bar{\Delta}_{\text{від}} = 3,58\%$ ) між фактичними та розрахунковими значеннями функції та середнє відхилення (абсолютне та відносне) між цими значеннями функції;

*по-третє*, розраховані прогнозні значення обсягів виробництва кондитерських виробів ЗАТ “Світоч” у тис. т (табл. 2) мають тенденцію до зростання їх темпів щорічно на 8–14%.

Отже, отриманий в результаті дослідження динамічний ряд прогнозованих показників обсягу виробництва кондитерських виробів ЗАТ “Львівська кондитерська фірма “Світоч” на 2007–2011 рр., свідчить про зростання виробничих потужностей фірми у майбутньому. Також варто зауважити і те, що незначне зростання обсягів виробництва у кількісному виразі (тис. т) призведе до стрімкого зростання реалізованої кондитерської продукції у гривневому еквіваленті.

---

## FORECASTING VOLUME PRODUCTION OF THE CORPORATE CONFECTIONERY ENTERPRISES WITH USING TREND'S ANALYSIS TECHNIQUE

O. Senyshyn

*Ivan Franko National University of Lviv*

The article is devoted to application of trend's analysis technique in a theory and practice of management of corporate enterprises of confectionary industry in Ukraine.

*Key words:* analysis of trend, trend equation, predicted parameters of production volume of confectionery products, corporate confectionary enterprises.

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ КОРПОРАТИВНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДИКИ ТРЕНДОВОГО АНАЛИЗА

O. Сенишин

*Львовский национальный университет имени Ивана Франко*

Рассмотрено применение методики трендового анализа в теории и практике управления корпоративными предприятиями кондитерской промышленности Украины.

*Ключевые слова:* трендовый анализ, уравнение тренда, прогнозные показатели объема производства кондитерских изделий, корпоративные предприятия кондитерской промышленности.