

УДК 330.4:338.27:338.4

## ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА ПІДПРИЄМСТВА ЗА УМОВ СТОХАСТИЧНОСТІ РИНКОВОГО СЕРЕДОВИЩА

О. Васьків

Львівська державна фінансова академія

*В роботі розглядається проблема планування розвитку виробництва підприємства за умов ринкового середовища, а також прогнозування кількості виробленої продукції підприємством, інших прибутків та інших витрат від його діяльності, що здійснюється методом експоненційного згладжування. Діяльність підприємства залежить від оптимізації виробництва та стабільного становища на ринку. Критерієм оптимальності в даному випадку при побудові економіко-математичної моделі виступає максимізація прибутку.*

*Ключові слова:* планування, ринкове середовище, прогнозування, продукція, експоненціальне згладжування, економіко-математична модель, прибуток.

**Постановка проблеми.** На сучасному етапі економічного реформування, запровадження ринкових методів господарювання зростає потреба в оперативності прийняття управлінських рішень, у розрахунку й прогнозуванні варіантів можливих напрямків виробничої діяльності окремих підприємств.

Вибір показників, що відображають фінансово-господарську діяльність підприємства, та встановлення зв'язків з іншими показниками забезпечує виявлення чинників, які впливають на їх зміну, і дозволяють кількісно виміряти залежність між факторами.

Залежність господарського результату від окремих факторів, що на нього впливають здійснюється за допомогою математичного моделювання виробничих процесів [1].

Моделюючи економічну систему, виникає ситуація, коли система має занадто складну структуру, відсутні математичні методи, які б охоплювали всі основні особливості і зв'язки цієї системи. Такою економічною системою є економіка підприємства в цілому, у її динаміці, розвитку.

В такій ситуації виникає необхідність спрощення досліджуваного об'єкта, виключення деяких його другорядних особливостей для того, щоб підвести цю спрощену систему під клас відомих структур, що піддаються математичному опису й аналізу. Сутність спрощення має бути таким, щоб всі вагомні для об'єкта риси були включені в модель [2].

Застосування методів моделювання в аналітичному дослідженні господарської діяльності підприємств та їхніх структурних підрозділів є однією з передумов широкого використання економіко-математичних методів. Визначення

можливих додаткових резервів підвищення ефективності виробництва, а також розширення вивчення спектрів факторів, що впливають на діяльність суб'єктів господарювання визначається застосуванням відповідних методів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Актуальність проблеми математичного моделювання розвитку виробництва підприємства, прогнозування обсягу виробництва продукції та її реалізації серед споживачів досліджується у роботах вітчизняних економістів, таких як Юринець В.С., Майовець Є.Й., Демецкі А., Іщук С.О.

**Формування цілей статті.** Необхідно проаналізувати програму виробничої діяльності підприємств з метою виявлення можливостей збільшення прибутку за рахунок підвищення ефективності використання ресурсів, придбаних у постачальників. Критерієм оптимальності в даному випадку при побудові економіко-математичної моделі виступає максимізація прибутку і приймаються до уваги обмеженість ресурсів, які витрачаються при виробництві продукції.

**Виклад основного матеріалу.** Господарська діяльність підприємства, що функціонує в умовах ринкової конкуренції, визначається досягнутими максимальними фінансовими результатами, що у свою чергу залежить від оптимізації виробництва, пошуку найприбутковіших сфер підприємництва та стабільним становищем на ринку [3].

Оптимального значення результату фінансово-господарської діяльності як суми результату господарської діяльності та фінансової діяльності підприємству досягти важко, оскільки необхідно шукати оптимальні співвідношення між цими показниками у межах потенційного ризику [3].

Оптимальний план розвитку виробництва підприємства може бути записаний у вигляді задачі стохастичного програмування [4], величина  $Z_{prod}^{vur}$  залежить від керованих змінних, тому задача полягає в знаходженні найкращого розподілу цієї величини, а критерієм визначення оптимального розв'язку задачі є максимізація її математичного сподівання, а саме

$$\bar{Z}_{prod}^{vur} = \sum_{j=1}^n (\bar{z}_{rj}^d + \bar{z}_{orppid}^d) - v_{zah} \rightarrow \max, \quad (1)$$

де  $\bar{Z}_{prod}^{vur}$ ,  $\bar{z}_{rj}^d$ ,  $\bar{z}_{orppid}^d$  – математичне сподівання випадкових величин  $Z_{prod}^{vur}$ ,  $z_{rj}^d$  та  $z_{orppid}^d$ .

Вважається, що випадкові величини підпорядковані експоненціальному закону розподілу з відомим характеристиками розподілу ймовірностей цих випадкових параметрів при заданому  $\beta$ , тому задачу з імовірнісними обмеженнями може записати наступним чином [5,6]:

$$\left[ \sum_{j=1}^n \bar{S}_{ij}^{vut} \cdot x_j + 1 \leq \bar{R}_i^{vur} \right] \leq \beta_i, \quad (2)$$

де  $\bar{S}_{ij}^{vut}$  – математичне сподівання випадкової величини  $S_{ij}^{vut}$ ,  $\beta$  ( $0 \leq \beta \leq 1$ ) – деякий заданий параметр.

Для (2) на підставі виразу  $\bar{Y}_i \geq \frac{1}{\ln \frac{1}{1-\beta_i}}$ , що визначає математичне

сподівання експоненціального закону, а також зробивши математичні перетворення, отримуємо

$$\sum_{j=1}^n \bar{S}_{ij}^{vur} \cdot x_j + \frac{1}{\ln \frac{1}{1-\beta_i}} + 1 + \delta_i \leq \bar{R}_i^{vur}, \quad (3)$$

де  $\sum_{j=1}^n \bar{S}_{ij}^{vur} \cdot x_j + 1$  – споживана кількість ресурсу, яка розрахована за

математичним сподіванням норм витрат;  $\frac{1}{\ln \frac{1}{1-\beta_i}}$  – додаткова кількість

ресурсу, викликана імовірнісним характером норм витрат і ресурсу;  $\delta_i$  –ресурс, що залишається.

Оскільки цільова функція є математичним сподіванням випадкових величин доходу що є дискретними, і враховуючи, що імовірність того, що математичне сподівання експоненціального закону не перевищує величину  $\beta_i$ , можна визначити значення доходів із значенням відповідних ймовірностей, тобто

$$\sum_{j=1}^n (z_{rj}^d + z_{orppid}^d) \cdot (P(0 \leq \bar{Y}_i \leq 1)) \leq \beta_i = \sum_{j=1}^n (z_{rj}^d + z_{orppid}^d) \cdot ((1 - e^{-\frac{1}{\bar{Y}_i}})) \leq \beta_i \quad (4)$$

Отже, у числовому вигляді, після проведених математичних перетворень, економіко-математична модель розвитку виробництва підприємства за критерієм максимізації математичного сподівання матиме наступний вигляд:

$$Z_{prod}^{vur} = \sum_{j=1}^n (z_{rj}^d + z_{orppid}^d) \cdot ((1 - e^{-\frac{1}{\bar{Y}_i}}) \leq \beta_i) - v_{zah} \rightarrow \max \quad (5)$$

при обмеженнях

$$\sum_{j=1}^n \bar{S}_{ij}^{vur} \cdot x_j + \frac{1}{\ln \frac{1}{1-\beta_i}} + 1 + \delta_i \leq \bar{R}_i^{vur}, \quad i = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, n$$

(6)

$$\sum_{j=1}^n c_j^{vur} \cdot x_j \leq C_{pidp} - \sum_{j=1}^n c_{vj}^{vur}, \quad j = 1, \dots, n, \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^n z_{rj} \cdot x_j + z_{orppid} + z_i \geq v_{pvrp_j} + v_i, \quad (8)$$

$$x_j \geq 0, \quad l_j \leq x_j \leq q_j. \quad (9)$$

Для моделювання процесу оптимального використання ресурсів за формулами (5-9) і враховуючи нерівність, що визначає математичне сподівання закону, описується знаходження найбільшого прибутку, кількості виробленого продукту у досліджуваному періоді. Також приймається до уваги величини наявних на час виробництва продукції прибутків та витрат. Прибутки складають 350 тис. грн., а витрати 29,790 тис. грн. для чоловічого взуття.

Економіко-математична модель розподілу ресурсів підприємства з метою максимізації прибутку від виробництва та реалізації чоловічого взуття виглядає так:

$$\left( 0,1764 \cdot x_1 + 0,1266 \cdot x_2 + 0,1512 \cdot x_3 + 0,2016 \cdot x_4 + 0,1260 \cdot x_5 + \right. \\ \left. + 0,1260 \cdot x_6 + 0,2268 \cdot x_7 + 0,2016 \cdot x_8 + 0,2268 \cdot x_9 + 0,2016 \cdot x_{10} \right) \cdot 1,092 + \\ + 465400 - 185400 \rightarrow \max$$

$$\begin{aligned} 0,21x_1 + 0,2x_2 + 0,19x_3 + 0,31x_4 + 0,27x_5 + 0,22x_6 + 0,21x_7 + 0,2x_8 + 0,2x_9 + 0,23x_{10} + 47,49 &\leq 421 \\ 0,23x_1 + 0,13x_2 + 0,17x_3 + 0,19x_4 + 0,15x_5 + 0,21x_6 + 0,24x_7 + 0,1x_8 + 0,19x_9 + 0,25x_{10} + 58,89 &\leq 729 \\ 0,31x_1 + 0,15x_2 + 0,4x_3 + 0,2x_4 + 0,3x_5 + 0,2x_6 + 0,17x_7 + 0,13x_8 + 0,22x_9 + 0,1x_{10} + 104,09 &\leq 489 \\ 0,22x_1 + 0,14x_2 + 0,16x_3 + 0,12x_4 + 0,18x_5 + 0,18x_6 + 0,2x_7 + 0,14x_8 + 0,25x_9 + 0,18x_{10} + 98,59 &\leq 425 \\ 0,25x_1 + 0,22x_2 + 0,19x_3 + 0,23x_4 + 0,21x_5 + 0,21x_6 + 0,1x_7 + 0,17x_8 + 0,23x_9 + 0,25x_{10} + 87,69 &\leq 589 \\ 0,13x_1 + 0,12x_2 + 0,24x_3 + 0,18x_4 + 0,16x_5 + 0,25x_6 + 0,24x_7 + 0,17x_8 + 0,19x_9 + 0,17x_{10} + 80,49 &\leq 300 \\ 0,18x_1 + 0,24x_2 + 0,22x_3 + 0,26x_4 + 0,24x_5 + 0,23x_6 + 0,24x_7 + 0,25x_8 + 0,24x_9 + 0,18x_{10} + 47,99 &\leq 809 \\ 0,19x_1 + 0,23x_2 + 0,19x_3 + 0,22x_4 + 0,23x_5 + 0,24x_6 + 0,25x_7 + 0,16x_8 + 0,23x_9 + 0,18x_{10} + 91,09 &\leq 679 \\ 0,22x_1 + 0,14x_2 + 0,16x_3 + 0,19x_4 + 0,18x_5 + 0,1x_6 + 0,25x_7 + 0,18x_8 + 0,2x_9 + 0,21x_{10} + 102,09 &\leq 315 \\ 0,23x_1 + 0,16x_2 + 0,15x_3 + 0,22x_4 + 0,25x_5 + 0,19x_6 + 0,14x_7 + 0,13x_8 + 0,17x_9 + 0,2x_{10} + 97,09 &\leq 510 \\ x_1 \leq 148, x_2 \leq 115, x_3 \leq 175, x_4 \leq 155, x_5 \leq 152, \\ x_6 \leq 150, x_7 \leq 136, x_8 \leq 129, x_9 \leq 122, x_{10} \leq 132, \end{aligned}$$

$$350000 \leq 1200000 + 1093,$$

$$0,1764 \cdot x_1 + 0,1260 \cdot x_2 + 0,1512 \cdot x_3 + 0,2016 \cdot x_4 + 0,1260 \cdot x_5 + 0,1260 \cdot x_6 + \\ + 0,2268 \cdot x_7 + 0,2016 \cdot x_8 + 0,2268 \cdot x_9 + 0,2016 \cdot x_{10} + 350000 + 115350 \geq 29790 + 155585$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0, x_5 \geq 0, x_6 \geq 0, x_7 \geq 0, x_8 \geq 0, x_9 \geq 0, x_{10} \geq 0.$$

Розв'язки цієї економіко-математичної моделі можна знайти, використовуючи пакет прикладних програм для математичних обчислень MathCad 2000 Professional, і визначають оптимальну кількість виготовленої продукції ( $x_1$  – 120 шт.,  $x_2$  – 131 шт.,  $x_3$  – 120 шт.,  $x_4$  – 126 шт.,  $x_5$  – 79 шт.,  $x_6$  – 146 шт.,  $x_7$  –

113 шт.,  $X_8$  – 129 шт.,  $X_9$  – 122 шт., та  $X_{10}$  – 90 шт.) при використанні певних видів ресурсів та потреб в ресурсах на виробництво чоловічої продукції для отримання максимального прибутку.

Порівняння отриманих та початкових результатів випуску продукції підприємством можна подати у вигляді табл. 1.

Таблиця 1

*Початкові та розраховані обсяги виробництва продукції підприємством*

Вид продукції.	Поч. обсяг вироб. пр. (шт.)	Розрах. обсяг вигот. пр. (шт.)
	виробництво чоловічого взуття	розрахований обсяг чоловічого взуття
Модель А	130	120
Модель Б	126	131
Модель В	122	120
Модель Г	110	126
Модель Д	95	79
Модель Ж	125	146
Модель З	114	113
Модель К	123	129
Модель Л	117	122
Модель М	115	90

*Примітка. Розраховано автором за даними підприємства.*

Як видно з табл. 1, виробництво чоловічого взуття (моделі Б, Г, Ж, К та модель Л) повинно здійснюватися у більшій кількості, а саме: модель Б на 5 пар, модель Г на 16 пар, модель Ж на 21 пару, модель К на 6 пар та модель Л на 5 пар, ніж її виробляє підприємство, решта види продукції потрібно виробляти у меншій кількості: модель А на 10 пар, модель В на 2 пари, моделі Д та М на 16 пар. Виробництво моделі З повинно здійснюватися в однаковій кількості.

Здійснюючи свою виробничу діяльність по виробництві чоловічого взуття з використанням певного обсягу ресурсів, підприємство має можливість отримати максимальний прибуток у розмірі 280,200 тис. грн., враховуючи умови ефективного його функціонування.

Отримані результати можуть бути основою плану розвитку підприємства, що функціонує в умовах ринкової економіки, а саме виробництва продукції.

В умовах ринкової діяльності підприємства для ефективного планування виробництва продукції потрібно здійснювати прогнозування обсягу виробництва продукції та її реалізації серед споживачів. Прогнозування кількості виробленої продукції підприємством легкої промисловості, інших прибутків та інших витрат від діяльності підприємства здійснюється методом експоненційного згладжування.

Фактична та розрахована методом експоненційного згладжування динаміка обсягів виробленого продукту підприємством легкої промисловості у досліджуваному періоді відображена на рис. 1.

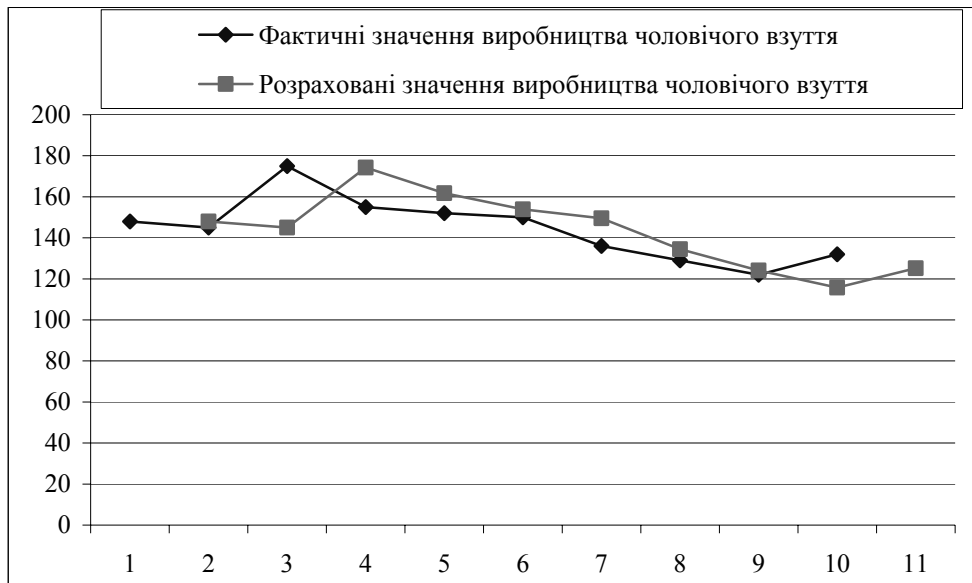


Рис. 1. Фактичні та розраховані значення обсягів виробленої продукції (чоловічого взуття) підприємством

**Висновки.** Отримавши в результаті реалізації моделі додаткові зміни величин ефективного функціонуванні підприємства можна визначити прогнозовані значення виробленого продукту певного типу протягом періоду планування. Результати досліджень показують, що виробництво моделей Б, Г, Ж, К та модель Л на майбутній період потрібно збільшувати у порівнянні з попереднім виробничим періодом. Середнє значення коефіцієнта виконання прогнозу становить 0,998.

1. Экономико-математическое моделирование / [Албанская Л. В., Бабешко Л. О., Баусов Л. И. и др.]; под ред. И.Н. Дрогобыцкого – М.: Экзамен, 2004. – с. 20-45.
2. Магнус Я. Р., Эконометрика: науч. курс / Магнус Я. Р., Катышев П. К., Пересецкий А. А. – М.: Дело, 1997. – 247 с.
3. Ішук С. О. Моделі інтегрального оцінювання результатів фінансово-господарської діяльності промислових підприємств регіону / С. О. Ішук // Регіональна економіка. – 2008. – №2. – С. 25 – 34.
4. Юринець Р. Математичне програмування в економіці: навч. посібник / Юринець Р. Мицишин. О. – Львів: Львівський державний фінансово-економічний інститут, 2001. – 134 с.
5. Юринець В. Є. Оптимальне використання ресурсів за умов невизначеності / Володимир Юринець, Оксана Васьків // Вісник Львівської державної фінансової академії. – 2006. – № 10. – С. 365 – 371.
6. Моделирование процессов оперативного планирования производства: материалы Всеукр. науч.-практ. конф. молодых ученых [„Економіко-математичні методи прийняття управлінських рішень на сучасному етапі“], (Дніпропетровськ, 26 лют. 2003 р.) – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2003. – 184 с.

**ECONOMICAL MATHEMATICAL MODEL OF PRODUCTION  
DEVELOPMENT OF AN ENTERPRISE IN CONDITIONS OF STOCHASTIC  
MARKET ECONOMY**

**Vas'kiv O.M.**

*Lviv State Academy of Finance*

The problem of the planning of production development for an enterprise in conditions of market economy and the prediction of the production volume, another receipts and expenditures from enterprise activity using method of exponential smoothing is described in the article. Commercial activity of enterprise depend on optimization of production and steady market situation. In this case the criteria of optimization of the economical mathematical model is income maximization.

*Key words:* planning, market economy, prediction, production, exponential smoothing, economical mathematical model, income.

**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ  
ПРОИЗВОДСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ ПРИ УСЛОВИЯХ СТОХАСТИЧЕСКОЙ  
РЫНОЧНОЙ СРЕДЫ**

**Васьків О.Н.**

*Львовская государственная финансовая академия*

В работе рассматривается проблема планирования развития производства предприятия при условиях рыночной среды, а также прогнозирование количества произведенной продукции предприятием, других прибылей и других издержек от его деятельности, которая осуществляется методом экспоненциального сглаживания. Деятельность предприятия зависит от оптимизации производства и стабильного положения на рынке. Критерием оптимальности в данном случае при построении экономико-математической модели выступает максимизация прибыли.

*Ключевые слова:* планирование, рыночная среда, прогнозирование, продукция, экспоненциальное сглаживание, экономико-математическая модель, прибыль.