

8. Понтрягин Л. С. Принцип максимума в оптимальном управлении / Л. С. Понтрягин. – М.: Наука, 1989. – 61 с.
9. Беллман Р. Динамическое программирование / Р. Беллман. – М.: Изд-во ин. лит. 1960. – 400 с.

REFERENCES

- Boltianskiy, V. G. *Matematicheskie metody optimalnogo upravleniia* [Mathematical methods of optimal control]. Moscow: Nauka, 1969.
- Bellman, R. *Dinamicheskoe programmirovaniie* [Dynamic programming]. Moscow: Izdatelstvo inostrannoy literatury, 1960.
- Keyns, Dzh. M. "Obshchaia teoriia zaniatosti protsentov i deneg" [General Theory of Employment Interest and Money]. In *Antologiiia ekonomicheskoy klassiki*, 1960. Moscow: Ekso, 2007.

- Kalman, R. E. "Ob obshchey teorii sistem upravleniia" [On the general theory of control systems]. In *Trudy I kongressa IFAK*, 521-546. Moscow: Izvestiia AN SSSR, 1961.
- Marks, K. *Kapital* [Capital]. Moscow: Politicheskaiia literatura, 1975.
- Marshall, A. *Printsipy ekonomicheskoy nauki* [The principles of economics]. Moscow: Progress, 1993.
- Pontriagin, L. S. *Printsip maksimuma v optimalnom upravlenii* [The maximum principle in optimal control]. Moscow: Nauka, 1989.
- Polak, E. *Chislennyye metody optimizatsii. Edinyy podkhod* [Numerical optimization. A unified approach]. Moscow: Mir, 1974.
- Shumpeter, Y. *Teoriia ekonomicheskogo razvitiia (Issledovanie predprinimatelskoy pribyli, kapitala, kredita, protsenta i tsikla konnkury)* [Theory of Economic Development (Study of business profits, capital, credit, interest, and cycle conditions)]. Moscow: Progress, 1982.

УДК 658.015

ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГУ ПРОДАЖІВ У ЗБАЛАНСОВАНІЙ СИСТЕМІ ПОКАЗНИКІВ

ОРЛЕНКО Н. С., НАУМЕНКО І. В.

УДК 658.015

Орленко Н. С., Науменко І. В. Прогнозування обсягу продажів у збалансованій системі показників

Виникла проблема визначення та застосування математичних моделей прогнозування обсягів продажу в збалансованій системі показників. Досліджено структурний підрозділ підприємства – планування, визначено основні моделі планування обсягів продажу. Обґрунтовано доцільність застосування моделі, яка заснована на методі прогнозування попиту на товари (послуги) сезонного споживання і товари довгострокового використання, щодо планування обсягів продажів підприємства з ремонту вагонів.

Ключові слова: збалансована система показників (ЗСП), прогнозування обсягів продажу.

Рис.: 2. **Формул.:** 4. **Бібл.:** 8.

Орленко Наталія Станіславівна – кандидат економічних наук, доцент, кафедра ІС в економіці, Криворізький економічний інститут Київського національного економічного університету ім. В. Гетьмана (вул. К. Маркса, 64, Кривий Ріг, Дніпропетровська обл., 50000, Україна)

Науменко Ірина Віталіївна – аспірантка, Київський національний економічний університет ім. В. Гетьмана (пр. Перемоги, 54/1, Київ, 03068, Україна)
E-mail: umkaira@ukr.net

УДК 658.015

Орленко Н. С., Науменко И. В. Прогнозирование объема продаж в сбалансированной системе показателей

Возникла проблема определения и использования математических моделей прогнозирования объемов продаж в сбалансированной системе показателей. Исследовано структурное подразделение предприятия – планирование, определены основные модели планирования объемов продаж. Обоснована целесообразность использования модели, которая основана на методе прогнозирования спроса на товары (услуги) сезонного потребления и товары долгосрочного использования, для планирования объемов продаж предприятия по ремонту вагонов.

Ключевые слова: сбалансированная система показателей (ССП), прогнозирование объемов продаж.

Рис.: 2. **Формул.:** 4. **Библ.:** 8.

Орленко Наталія Станіславівна – кандидат економічних наук, доцент, кафедра ІС в економіці, Криворізький економічний інститут Київського національного економічного університету ім. В. Гетьмана (вул. К. Маркса, 64, Кривий Ріг, Дніпропетровська обл., 50000, Україна)

Науменко Ірина Віталіївна – аспірантка, Київський національний економічний університет ім. В. Гетьмана (пр. Перемоги, 54/1, Київ, 03068, Україна)
E-mail: umkaira@ukr.net

UDC 658.015

Orlenko N. S., Naumenko I. V. Forecasting Sales Volumes in the Balanced Scorecard

The article considers the problem of identification and use of mathematical models of forecasting sales volumes in the balanced scorecard. It studies one structural subdivision of an enterprise – planning and identifies main models of planning of sales volumes. It justifies expediency of use of the model, which is based on the method of forecasting demand on goods (services) of seasonal consumption and goods of long-term use for planning sales volumes of an enterprise that deals with repair of carriages.

Key words: balanced scorecard, forecasting sales volumes.

Pic.: 2. **Formulae:** 4. **Bibl.:** 8.

Orlenko Nataliya S. – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Department of IS in the Economy, Kryvyi Rig Economic Institute of the Kiev National Economic University named after V. Getman (vul. K. Marksa, 64, Kryvyi Rig, Dnipropetrovska obl., 50000, Ukraine)

Naumenko Iryna V. – Postgraduate Student, Kyiv National Economic University named after V. Getman (pr. Peremogy, 54/1, Kyiv, 03068, Ukraine)
E-mail: umkaira@ukr.net

З розвитком ринкової економіки почався і розвиток конкуренції, тому більшість підприємств намагається визначити попит на свою продукцію, спланувати обсяги продажів у майбутньому, щоб підвищити ефективність та рівномірність роботи. Звідси виникла необхідність у створенні моделі, яка дасть можливість

виконувати прогноз попиту на продукцію в збалансованій системі показників (ЗСП). Модель заснована на методі прогнозування попиту на товари (послуги) сезонного споживання і товари довгострокового використання.

Особливе місце серед методик застосування систем показників сьогодні займає розроблена американ-

ськими вченими Р. Капланом і Д. Нортоном [7] збалансована система показників (ЗСП). У роботі [8] проаналізовано роль використання ЗСП у процесі керування підприємствами пострадянського простору. Вітчизняні підприємства, вирішуючи проблеми оцінки ефективності своєї діяльності, усе активніше звертаються до ЗСП.

За першим напрямком було розглянуто такі джерела [1, 3, 4, 5, 6]. В обраних джерелах описані методи прогнозування, а саме:

- ✦ прогнозування з використанням часових рядів;
- ✦ прогнозування тренду методом експоненційного згладжування;
- ✦ статистичний метод;
- ✦ прогнозування попиту на товари (послуги) сезонного споживання і товари довгострокового використання.

Метод прогнозування з використанням часових рядів оснований на часовому ряді економічних показників. Часовий ряд економічних показників складається з послідовності рівномірно розподілених у часі (з інтервалом в місяць, квартал, рік) даних. Суть даного методу полягає в тому, що його майбутнє значення знаходиться в залежності від його попереднього значення.

Метод прогнозування тренду методом експоненційного згладжування реалізований на основі значень коефіцієнтів згладжування α і β . Значення цих коефіцієнтів залежить від часового ряду та глибини ретроспекції (кількості місяців прогнозування, що враховуються).

Статистичний метод прогнозування реалізується на основі виявлення тренду (тренд – це основна тенденція розвитку часового ряду).

Метод прогнозування попиту на товари (послуги) сезонного споживання і товари довгострокового використання реалізується на основі статистичних даних з урахуванням індексів сезонності.

Проаналізувавши всі методи і враховуючи, що планування продажу продукції даного підприємства залежить від заключених договорів з контрагентами та маючи статистичні дані про обсяги продажу продукції, обрано метод прогнозування попиту на товари (послуги) сезонного споживання і товари довгострокового використання. Також вибір цього методу обумовлюється тим, що продукцією «Дніпровагонрембуд» є пасажирські вагони, а це є продукція сезонного споживання та довгострокового використання.

Мета статті – встановити можливість та доцільність застосування моделі прогнозування обсягу продажів у ЗСП на основі методу прогнозування попиту на товари (послуги) сезонного споживання і товари довгострокового використання.

Планування обсягів продажу готової продукції підприємства базується на прогнозних даних про обсяги продажу продукції на майбутні періоди часу.

Об'єктом дослідження є ОАО «Дніпровагонрембуд». Даний об'єкт випускає продукцію (вагони) сезонного характеру, тому що в період з березня по вересень обсяги продажу готової продукції на даному підприємстві зростають.

У точних категоріях суть моделі полягає в тому, що для складання прогнозів треба спочатку виділити тренд, тим самим згладити одним із методів статистичні дані. Для згладжування обрано методом найменших квадратів (МНК) (рис. 1).

Після цього маємо теоретичну криву, на основі якої розраховуються так звані індекси сезонності. Індекси сезонності підраховуються за рахунок усереднення так званих показників сезонності для кожного сезону як середнє арифметичне:

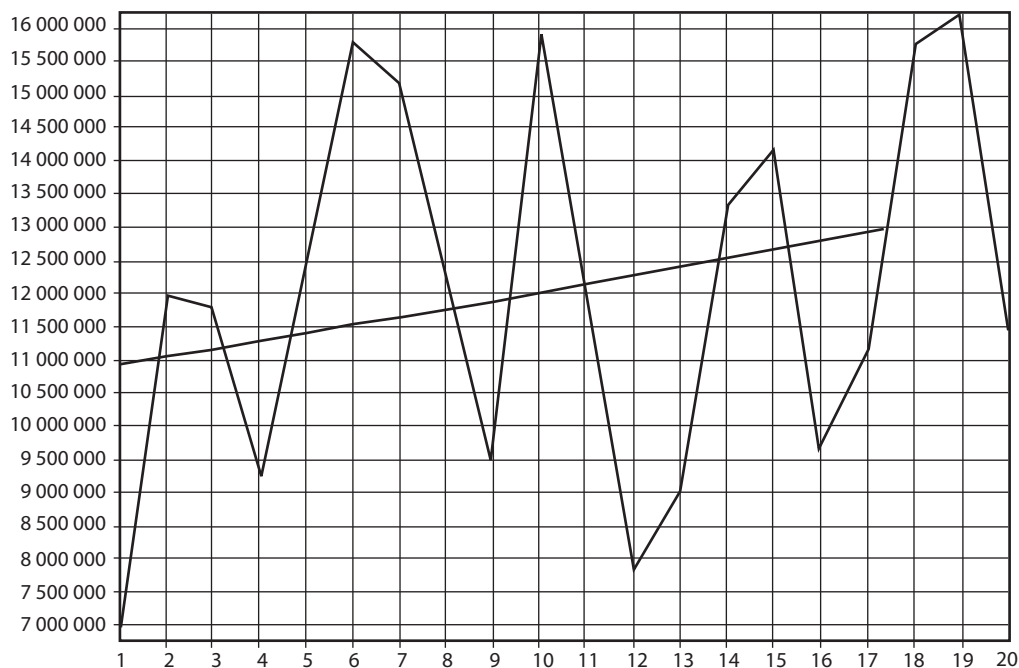


Рис. 1. Приклад згладжування статистичних даних МНК

$$I_k = \frac{\sum_{i=1}^n z_k}{n},$$

де n – кількість періодів; z_k – значення показника сезонності.

Потім, із урахуванням цих індексів, складаються прогнози на наступні сезони.

Показники сезонності – це відношення експериментальних даних до теоретичних.

Припустимо, що підраховані індекси сезонності: I_1, I_2, I_3, I_4 .

Складання прогнозу:

$$Y^t = I_t(at + b),$$

де Y – прогноз; t – номер періоду, на який виконується прогноз, $1 < t < n$; a, b – коефіцієнти, підраховані за МНК; I_t – рівень часового ряду.

Метод найменших квадратів (МНК)[3].

Нехай деякий економічний процес, що розвивається в часі, позначимо

$$Y_t : y_1, y_2, y_3, y_4, \dots, y_n, \quad (1)$$

де $1, 2, \dots, n$ – номери кварталу (це задана статистика); (1) – називають часовим рядом; y_1, y_2, \dots, y_n – рівні часового ряду.

У вигляді згладжувальної кривої є пряма:

$$f(x) = ax + b. \quad (2)$$

Згідно з принципом максимального співпадіння необхідно вибрати функцію $f(x)$ так, щоби сума квадратів відхилень значень функції $f(x_i)$ від значень, за якими було спостереження $y_i, i = 1, 2, \dots, n$, була мінімальною:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i))^2 = \min. \quad (3)$$

Формулюємо цю задачу в загальному вигляді. У класі функцій виду $f(x, a_1, a_2, \dots, a_k)$, які визначаються параметрами a_1, a_2, \dots, a_k , знайти ту, для якої функція k змінних

$$F(a_1, a_2, \dots, a_k) = \sum_{i=2}^n (y_i - f(x, a_1, a_2, \dots, a_k))^2$$

має мінімум. Це є постановка задачі метода найменших квадратів. Щоб знайти значення параметрів a_1, a_2, \dots, a_k , необхідно прирівняти до нуля їх власні похідні від функції $F(a_1, a_2, \dots, a_k)$ і розв'язати систему рівнянь з k рівнянь та g невідомими a_1, a_2, \dots, a_k :

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial a_1} = 0, \\ \frac{\partial F}{\partial a_2} = 0, \\ \dots \\ \frac{\partial F}{\partial a_k} = 0. \end{cases}$$

Нехай згладжувана крива представляє собою пряму лінію

$$F(x, a, b) = ax + b,$$

тобто рівняння регресії лінійне та визначається двома параметрами: a і b .

За даними спостережень $(x_1; y_1), (x_2; y_2), \dots, (x_n; y_n)$ знайдемо такі значення параметрів a і b , щоб точки $(x_i; y_i), i = 1, 2, \dots, n$, побудовані на площині xOy (поле розсіювання), якомога ближче розташувались до пошукової прямої, тобто щоб сума квадратів відхилень $(y_i - (ax_i + b))$ була мінімальною. У співвідношенні з (3) необхідно знайти екстремум (мінімум) функції

$$F(a, b) = \sum_{i=1}^n (y_i - ax_i - b)^2.$$

Прирівняємо до нуля власні похідні

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial a} = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - ax_i - b)x_i = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial b} = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - ax_i - b) = 0. \end{cases}$$

Тоді параметри a і b знайдемо як рішення системи двох лінійних рівнянь

$$\begin{cases} a \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n x_i y_i, \\ a \sum_{i=1}^n x_i + bn = \sum_{i=1}^n y_i. \end{cases} \quad (4)$$

Параметри a і b згладжувальної прямої виражаються через середнє арифметичне значення, вибіркового коефіцієнта кореляції та вибіркової дисперсії виражені таким чином:

$$a = \frac{\sigma^* y}{\sigma^* x} r^*(X, Y), \quad b = \bar{y} - a\bar{x}.$$

У результаті розрахунку буде отримано прогноз обсягу продажів продукції на N рік поквартально. Вихідними документами буде графічна інтерпретація прогнозу (рис. 2).

ВИСНОВКИ

Для планування попиту на продукцію в ЗСП розроблено прогнозну модель на основі методу прогнозування попиту на товари (послуги) сезонного споживання та довгострокового використання. Прогноз реалізований на двадцяти точках (статистика за минулі періоди), а попит прогнозується на чотири точки наперед. ■

ЛІТЕРАТУРА

- 1. Марюта А. Н.** Экономико-математическое моделирование и оптимизация управления организациями / А. Н. Марюта, Н. Е. Бойцун. – Д. : ДНУ, 2001. – 535 с.
- 2. Типовые проектные решения автоматических систем управления предприятиями.** – Москва, 1975.
- 3. Кильдешев Г. С.** Анализ временных рядов и прогнозирования / Г. С. Кильдешев. – М. : Наука, 1995.
- 4. Вітлінський В. В.** Моделювання економіки : навч. посіб. / В. В. Вітлінський. – К. : КНЕУ, 2003. – 408 с.
- 5. Бережная Е. В.** Математические методы моделирования экономических систем : учеб. пособие / Е. В. Бережная, В. И. Бережной. – М. : Финансы и статистика, 2001. – 368 с.
- 6. Терехов Л. Л.** Экономико-математические методы и модели в планировании и управлении : [Для фак. повыше-

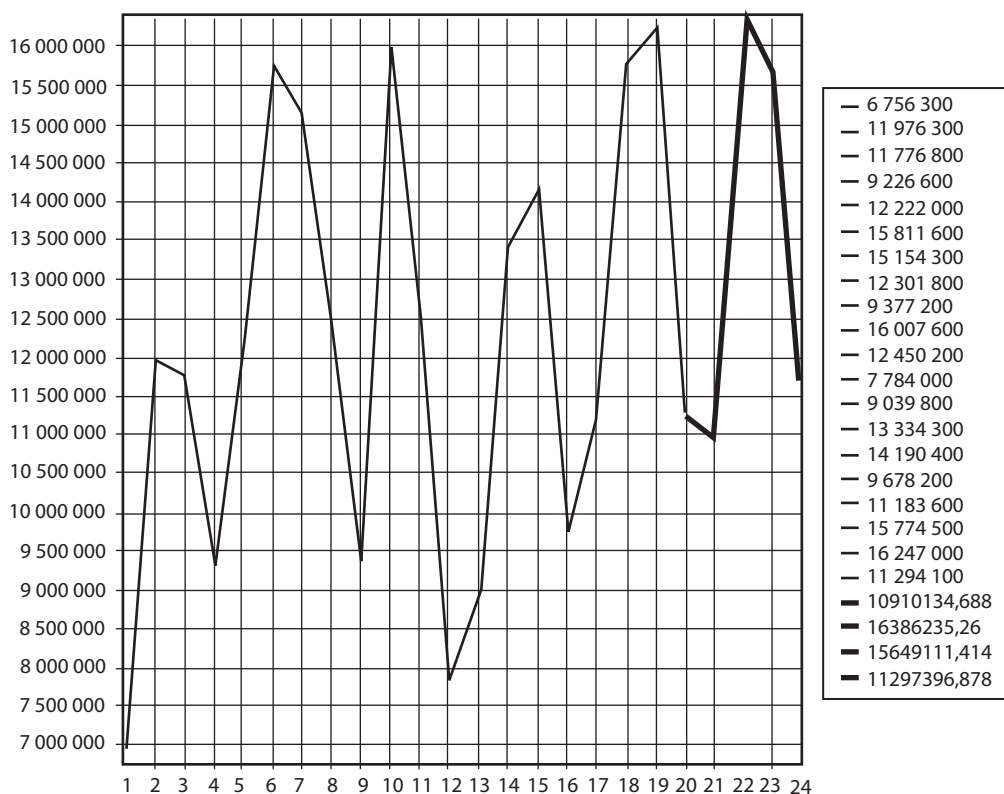


Рис. 2. Графічна інтерпретація прогнозу

ния квалификации руководящих работников и специалистов нар. хоз-ва) / Л. Л. Терехов, В. А. Куценко, С. П. Сиднев. – Киев : Вища шк., 1984.

7. Каплан Роберт С. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию / Роберт С. Каплан, Дейвид П. Нортон / Пер. с англ. М. Павлова. – М. : ЗАО «Олимп-Бизнес», 2003. – 304 с.

8. Федосеев О. Відкриваючи нові горизонти управління бізнесом: система збалансованих показників / О. Федосеев // Круглий стіл. – 2005. – № 3 (28) – № 5 (30).

REFERENCES

Berezhnaia, E. V., and Berezhnaya, V. I. *Matematicheskie metody modelirovaniia ekonomicheskikh sistem* [Mathematical modeling of economic systems]. Moscow: Finansy i statistika, 2001.

Fedosieiev, O. "Vidkryvaiuchy novi horizonty upravlinnia biznesom: sistema zbalansovanykh pokaznykiv" [Opening new horizons of business management: Balanced Scorecard]. *Kruhlyi stil*, no. 3(28)-№5(30) (2005).

Kildeshev, G. S. *Analiz vremennykh riadov i prognozirovaniia* [Time series analysis and forecasting]. Moscow: Nauka, 1995.

Kaplan, Robert S., and Norton, Deyvid P. *Sbalansirovannaiia sistema pokazateley. Ot strategii k deystviuu* [The Balanced Scorecard. From strategy to action]. Moscow: Olimp-Biznes, 2003.

Mariuta, A. N., and Boytsun, N. E. *Ekonomiko-matematicheskoe modelirovanie i optimizatsiia upravlinnia organizatsiiami* [Economic-mathematical modeling and optimization of the management of organizations]. Dnepropetrovsk: DNU, 2001.

Terekhov, L. L., Kutsenko, V. A., and Sidnev, S. P. *Ekonomiko-matematicheskie metody i modeli v planirovanii i upravlenii*

[Economic-mathematical methods and models in planning and management]. Kiev: Vishcha shkola, 1984.

Tipovye proektnye resheniia avtomaticheskikh sistem upravleniia predpriiatiami [Typical circuit design solutions enterprise management systems]. Moskva, 1975.

Vitlinskyi, V. V. *Modeliuvannia ekonomiky* [Modelling economy]. Kyiv: KNEU, 2003.