

## УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПЛАНУВАННЯ ОБСЯГІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОДУКЦІЇ НА ПРОМИСЛОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

**Постановка проблеми.** Динамічність змін в світовій економіці та економіці України зокрема, потребує використання різноманітних прогнозів для планування фінансово-господарської діяльності суб'єктів господарювання на майбутні періоди. Прогнози можуть бути короткотерміновими і довготерміновими, мікро та макроекономічними, кількісними та якісними тощо. Процес прогнозування складається з чотирьох етапів: збирання даних, побудова та оцінка моделі, екстраполяція вибраної моделі (фактичний прогноз), оцінка отриманого прогнозу.

Всі формальні процедури прогнозування передбачають перенесення відомого минулого досвіду в невизначене майбутнє. Тому метою створення прогнозу є зменшення рівня невизначеності в межах якого приймається управлінське рішення. Це дуже важливо, тому що в момент прийняття рішення наявні кілька альтернатив та відсутні достовірні дані про майбутній стан зовнішнього середовища та ступінь впливу внутрішніх та зовнішніх факторів при реалізації стратегії підприємства.

В сучасних економічних умовах важливим є підвищення конкурентоспроможності підприємства на ринку, що насамперед залежить від якості управління збутом продукції. Тому виникає потреба в посиленні обґрунтування управлінських рішень.

Існуючі на підприємствах методики планування обсягів продажу продукції та формування відповідних виробничих планів на короткотерміновий період часто не відповідають сучасним умовам. Таким чином щоб підвищити точність і надійність прогнозів обсягів реалізації продукції і відповідно збалансувати виробничі місячні плани потрібно використовувати методи економіко-математичного моделювання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблемі підвищення точності й надійності прогнозів фінансово-економічних показників підприємств присвячена велика кількість наукових праць. В роботі А. Таха Хемди [1] представлені методи прогнозування та наведені приклади практичного застосування для розв'язання економічних задач за допомогою математичних моделей. Основні принципи моделювання та моделі прогнозування, які можна застосувати для розв'язання управлінських задач, наведені в праці Д. Мура [2]. Огляд основних статистичних понять, моделей

дослідження масивів статистичних даних, а також практичних принципів застосування методів прогнозування при ухваленні управлінських рішень виконаний в праці Д. Е. Ханка [3].

В. В. Дружиніна та І. А. Горчакова [4; 5] розробили моделі для короткострокового прогнозування обсягів продажу продукції та надані рекомендації щодо підвищення конкурентоспроможності підприємств в ринкових умовах. Методи економіко-математичного моделювання використані в роботах Косарева В. М. та Янкового О. Г. [6; 7] для дослідження окремих проблем фінансово-господарської діяльності машинобудівних підприємств. У праці А. Т. Опря [8] розглянуті методологічні підходи при прогнозуванні економічних показників з урахуванням тенденцій їх руху у часовому просторі минулого, виходячи з гіпотетичної концепції стійкості закономірності розвитку економічних явищ у майбутньому.

Актуальність подальших досліджень визначається необхідністю використання методів економіко-математичного моделювання для підвищення рівня обґрунтування управлінських рішень при плануванні обсягів збуту продукції промислового підприємства.

**Постановка завдання.** Удосконалити систему планування обсягів реалізації продукції промислового підприємства шляхом побудови економіко-математичних моделей прогнозування, які постійно враховують фактичні дані попереднього періоду.

**Основний матеріал і результати дослідження.** Прогнозування – це науково обґрунтоване твердження про найбільш імовірний стан, тенденції та особливості розвитку об'єкта управління в майбутньому періоді на основі оцінки виявлених регресійних взаємозв'язків і залежностей. Отримані результати прогнозування повинні забезпечити додатковий прибуток, який покриє видатки на їх виконання, тому важливим є вибір методу прогнозування. Крім цього, метод прогнозування повинен надати точний, своєчасний та зрозумілий прогноз, який допоможе в виборі найкращого рішення. Тобто потрібно вибрати такий метод, що буде відповідати реальній ситуації та буде базуватися на відповідних статистичних даних, які суттєво впливають на прогноз. Тому потрібно спочатку ретельно дослідити статистичні дані, які накопичені за попередні періоди.

Безпосередній вплив на вибір методу прогнозування має часовий горизонт. Разом з тим, можна зазначити, що статистично складні або комплексні методи прогнозування не дають обов'язково більш точних прогнозів у порівнянні з більш простими методами.

Одним із способів перевірки адекватності моделі є створення моделі з використанням тільки частини даних за минулий період, тоді іншу частину можна використати для оцінки точності прогнозу. Розвиток комп'ютерних технологій дає можливість широкого застосування кількісних моделей прогнозування, які можна записати в математичній формі. Також в цих моделях є можливість для систематичних змін та удосконалення методів прогнозування. Тобто можна змінювати коефіцієнти чи додавати умови, доки модель не буде давати надійні результати. Отже кількісна модель може містити велику кількість параметрів, що адекватно відображають реальну економічну ситуацію.

Кількісні моделі на практиці відіграють вирішальну роль при розробленні короткотермінових та середньострокових прогнозів середнього рівня важливості для ситуацій, що часто повторюються і для яких доступні статистичні дані. При прийнятті дуже важливих рішень підсумковий прогноз повинен враховувати також думки експертів.

Моделі прогнозування можна поділити на дві категорії: причинно-наслідкові та моделі часових рядів. В причинно-наслідкових моделях зміни значень певної величини відбуваються на основі відомих значень іншої величини чи набору величин, тобто знаючи значення однієї змінної (кількох змінних) можна передбачити значення іншої. Моделі часових рядів використовують для прогнозування екстраполяцію значень окремої змінної на основі статистичних даних за минулий часовий період, тобто ця модель продовжує відомі значення змінної на майбутній період. Одним з найбільш важливих аспектів при виборі відповідного методу прогнозування є аналіз поведінки часового ряду даних.

В моделях часових рядів передбачається, що система є стабільною і в майбутньому її поведінка не дуже зміниться. Тобто існує чотири основних типи моделей даних: тренд, сезонна, циклічна і горизонтальна. Тренд, це довготерміновий компонент, який відображає зростання чи спадання часового ряду протягом тривалого періоду часу. Сезонна компонента – це модель змін, які повторюються щорічно. Циклічна компонента характерна для даних, які не мають фіксованого періоду зростання чи спадання. Горизонтальна модель відображає поведінку даних, якщо вони коливаються відносно постійного рівня або середнього значення. Якщо допустити при підборі кривої, що всі дані однаково значимі (мають однакову вагу) то можна отримати стабільний

прогноз, який малочутливий до змін даних.

Методи усереднення дають можливість будувати прогнози на основі середніх значень минулих спостережень. Якщо припустити, що більш точний прогноз на майбутній період можна отримати при використанні останніх  $n$  спостережень, тоді їх вага для прогнозу повинна бути більшою. Це припущення використовується в методі ковзного середнього. Цей метод передбачає, що імовірнісний процес визначається моделлю

$$y_t = b + e_t, \quad (1)$$

де  $y_t$  – реалізація випадкового процесу в час  $t$ ;

$b$  – невідомий постійний параметр, який визначається за відомими статистичними даними;

$e_t$  – випадкова помилка в  $t$  (має нульове сподівання і постійну дисперсію).

Значення  $n$  є базою методу, що використовує ковзне середнє. Воно вибирається великим, коли існує впевненість, що спостереження протягом тривалого часу задовольняють модель (1), а якщо спостереження задовольняють наведену модель протягом короткого періоду часу то може бути прийнятним і невелике значення  $n$ , в діапазоні від 3 до 12.

В методі простого експоненціального згладжування, на відміну від попередніх методів, використовується зважене (експоненціально) ковзне середнє всіх даних попередніх спостережень. Цей метод може бути застосований для даних, де заздалегідь невідомо чи мають вони якийсь тренд, що коливаються на певному рівні, який майже не змінюється. Тобто усереднюються (згладжуються) часові ряди минулих спостережень в спадному (експоненціально) напрямку. Таким чином більш пізнім подіям надається більша вага: остання подія – вагою буде константа згладжування (постійна величина)  $a$  ( $0 < a < 1$ ), для попередньої –  $(1 - a)$ , далі  $(1 - a)^2$  і т. д.

Нехай відомі значення часового ряду для минулих  $t$  моментів часу  $y_1, y_2, \dots, y_t$ . Тоді оцінка  $Y_{t+1}^*$  для майбутнього періоду  $t+1$  обчислюється так

$$Y_{t+1}^* = aY_t + a(1-a)Y_{t-1} + a(1-a)^2Y_{t-2} + \dots, (2)$$

де  $Y_{t+1}^*$  – значення прогнозу на майбутній період;

$a$  – константа згладжування;

$Y_t$  – спостереження величини за поточний період  $t$ ;

$Y_t^*$  – попередній згладжений прогноз величини  $Y_t$  на період  $t$ .

В формулі (2) коефіцієнти  $Y_t, Y_{t-1}, Y_{t-2}$  поступово

зменшуються, таким чином надається більша вага останнім (за часом) даним. Цю формулу можна записати в більш простому вигляді

$$Y_{t+1}^* = aY_t + (1-a)(aY_{t-1} + a(1-a)Y_{t-2} + \dots) = aY_t + (1-a)Y_t^* \quad (3)$$

Таким чином значення  $Y_{t+1}^*$  можна розраховувати рекурентно за відомими значеннями останніх спостережень  $Y_t$  та останнього прогнозу  $Y_t^*$ .

Щоб проілюструвати зміст константи  $a$  в рівнянні (3) його потрібно переписати наступним чином:

$$Y_{t+1}^* = aY_t + (1-a)Y_t^* ; \quad (4)$$

$$Y_{t+1}^* = aY_t + Y_t^* - aY_t^* ; \quad (5)$$

$$Y_{t+1}^* = Y_t^* + a(Y_t - Y_t^*) . \quad (6)$$

Отже аналіз формули (6) показує, що експоненціальне згладжування є попереднім прогнозом ( $Y_t^*$ ) з уточненням у вигляді добутку  $a$  на помилку останнього прогнозу ( $Y_t - Y_t^*$ ). Метою такого підходу є оцінка поточного стану, результати якої і визначають всі наступні прогнози. Ця процедура передбачає можливість постійного перегляду результатів прогнозування з врахуванням останніх подій.

Постійна згладжування  $a$  є фактором зважування. Її реальне значення визначається тим, якою мірою поточне спостереження повинне впливати на прогнозовану величину. При невеликих значеннях  $a$  прогнозована величина найбільше наближається до попереднього прогнозу, а якщо  $a$  близька до 1, значить, в прогнозі суттєво враховується величина похибки останнього прогнозу. Тобто можна представити  $Y_t^*$ , як зважене середнє значення всіх минулих спостережень з ваговими коефіцієнтами, що спадають (експоненціально) з певною швидкістю при зростанні „віку” даних.

Якщо потрібно, щоб прогнозовані величини були стабільними і випадкові відхилення згладжувалися, необхідно вибирати малі значення  $a$ , і навпаки: великі значення  $a$  доцільні у випадках, коли потрібна швидка реакція на зміни в спектрі спостережень. Отже постійна величина  $a$  є ключем до аналізу даних, вибір її значення є вирішальним моментом при обчисленні значень прогнозованої величини. На практиці значення  $a$  приймається в межах від 0,01 до 0,30.

Одним із методів оцінки оптимального значення

$a$  є мінімізація середньоквадратичної похибки прогнозування. За цим методом послідовно обчислюються прогнози для кількох значень  $a$  і розраховується величина середньоквадратичної похибки прогнозування для кожної з них. Отримане мінімальне значення вибирається для подальшого використання в прогнозах.

При використанні формули (4) також важливо правильно визначити початкове згладжене значення. Це може бути значення першого спостереження, або середнє значення перших трьох, шести або дванадцяти спостережень. У випадку, якщо в даних існує значний тренд, тоді просте експоненціальне згладжування буде постійно відставати від реальних спостережень, тому потрібно використовувати метод Хольта для лінійного експоненціального згладжування.

Отже при побудові короткотермінових прогнозів (1–2 місяці) на базі стаціонарних даних можна використати методи середнього ковзного та експоненціального згладжування. На основі цих методів були розроблені економіко-математичні моделі прогнозування для удосконалення системи планування обсягів реалізації продукції одного з машинобудівних підприємств м. Полтави.

Аналіз статистичних даних реалізації основних видів продукції за 2011–12 роки показав відсутність тренду, а також сезонного чи циклічного попиту. Коливання фактичної реалізації продукції пов'язані з неритмічністю замовлень від підприємств з сусідніх країн СНД, на які припадає більша частина обсягів реалізації.

Після проведеного дослідження найбільш оптимальним значенням для середнього ковзного буде  $n=12$ , а для експоненціального згладжування початковим приймається середнє значення за 12 періодів на початку часового ряду.

Для обґрунтування адекватності моделі застосований прийом, коли модель будується за даними одного року (12 періодів), а потім виконується імітація минулого за даними іншого року (12 періодів), тобто оцінюється точність отриманих прогнозів. Якщо на останніх статистичних даних модель дає задовільні результати, то при прогнозуванні майбутніх значень ймовірно результат теж буде достатньо точним.

Побудовані моделі прогнозування обсягів реалізації основних видів продукції представлені на рис. 1 і 2.

В методі експоненціального згладжування значення  $a$  були визначені з використанням надбудови „Поиск решения” Microsoft Excel. Для продукції П1  $a = 0,103$ , а для продукції П2  $a = 0,275$ . Невеликі значення  $a$  згладжують випадкові відхилення і прогнозовані величини будуть стабільними. Це дає можливість збалансувати місячні виробничі плани на певному рівні.

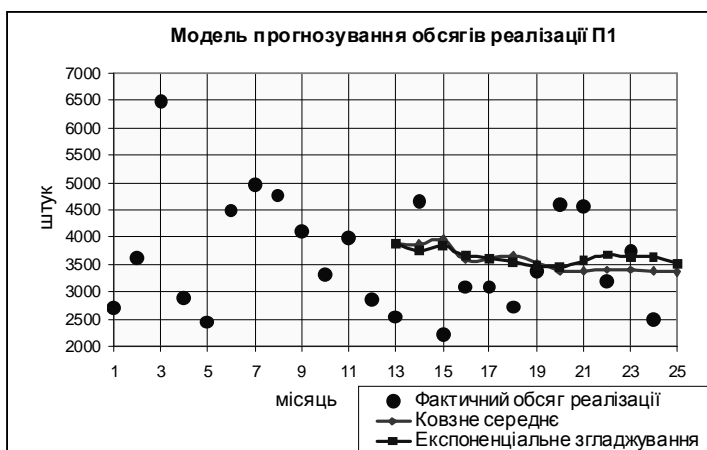


Рис. 1. Фактичні та розрахункові обсяги реалізації продукції П1

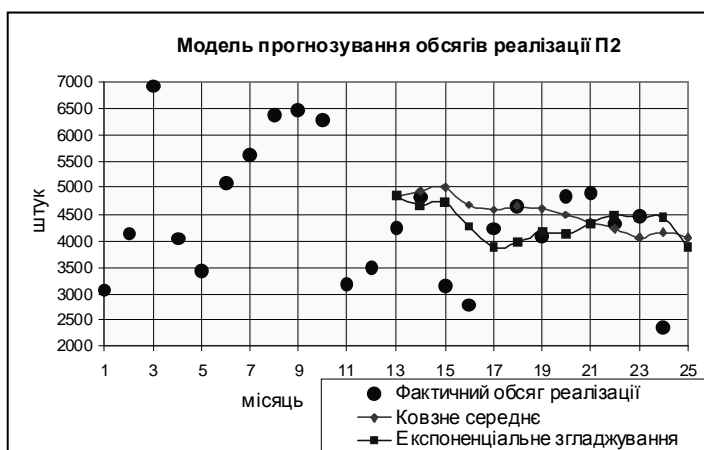


Рис. 2. Фактичні та розрахункові обсяги реалізації продукції П2

Потім виконане порівняння результатів, що отримані різними методами. Отримані прогнозні дані для П1 і П2 перевищують фактичну реалізацію за 2012 рік на 7 – 9% в залежності від виду продукції. В якості прогнозу на майбутній період можна брати мінімальне значення з розрахованих прогнозів за двома методами. Щоб зменшити невизначеність прогнозів потрібно більш ретельно планувати обсяги реалізації продукції і не залежати від окремих випадкових замовлень.

Це дасть можливість підприємству ритмічно працювати й підтримувати на складі запаси всієї номенклатури продукції на певному рівні, що забезпечує реалізацію продукції в заданих обсягах у разі значного підвищення попиту на окремі види продукції в певні періоди.

Порівняння фактичних результатів реалізації продукції П1 і П2 за січень і лютий 2013 року з розрахунковими даними показало достатню точність прогнозних значень.

Подібні моделі побудовані й для інших видів продукції. Перевагою цих моделей є те, що вони будуть постійно враховувати фактичні дані попереднього періоду при розробленні прогнозу на перспективний період.

**Висновки.** Використання розроблених економіко-математичних моделей прогнозування дозволить зменшити обсяги понаднормових складських запасів, покращити розподіл ресурсів на виробництво, виконати аналіз отриманих результатів, виявити позитивні й негативні тенденції та врахувати їх в поточній діяльності. А також оптимізувати чисельність працівників неосновних виробництв, скоротити невиробничі витрати, здійснити за необхідності тимчасовий перехід на неповний робочий тиждень.

Це надасть можливість поліпшити оперативне планування випуску окремих видів продукції, а також дозволить (при отриманні нових статистичних даних) оперативно змінювати виробничі місячні пла-

ни. Удосконалення системи планування обсягів реалізації продукції машинобудівного підприємства збільшить прогнозованість доходів і витрат на майбутній період.

Таким чином, удосконалення системи планування обсягів реалізації продукції створить умови для поліпшення якості управління, підвищення конкурентоспроможності та забезпечить стабільність фінансового стану промислових підприємств.

### Література

1. **Таха Хемди А.** Введение в исследование операций, 7-е издание. / А. Таха Хемди; перевод с англ. – М. : Издательский дом „Вильямс”, 2005. – 912 с.
2. **Мур Д.** Экономическое моделирование в Microsoft Excel, 6-е издание. / Д. Мур, Д. Р. Уэдерфорд, Г. Эллен, Ф. Гулд, Ч. Шмидт; перевод с англ. – М. : Издательский дом „Вильямс”, 2004. – 1024 с.
3. **Ханк Д. Э.** Бизнес-прогнозирование, 7-е издание. / Д. Э. Ханк, Д. У. Уичерн, А. Дж. Райтс; перевод с англ. – М. : Издательский дом „Вильямс”, 2003. – 656 с.
4. **Дружиніна В. В.** Прогнозування експортного потенціалу машинобудівних підприємств з метою підвищення їхньої конкурентоспроможності / В. В. Дружиніна, Л. В. Різніченко // Актуальні проблеми економіки. – 2010. – №7. – С. 246 – 252.
5. **Горчакова И. А.** Метод экспоненциального сглаживания как средство повышения точности прогноза объема продаж металлопроката / И. А. Горчакова, А. М. Хаснутдинова // Экономічний простір: збірник наукових праць. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2010. – № 38. – С. 185 – 191.
6. **Косарев В. М.** Система поддержки принятия решений для управления конкурентоспособностью продукции крупного машиностроительного предприятия / В. М. Косарев, Е. А. Паршина, Ю. И. Паршин // Модели управления в рыночной экономике: сб. науч. тр. – Спец. вып. – Донецк: ДонНУ, Т. 2, 2005. – С. 268 – 277.
7. **Янковий О. Г.** Вдосконалення планування на підприємстві за допомогою математико-статистичних методів прогнозування / О. Г. Янковий, О. Л. Гура // Актуальні проблеми економіки. – 2009. – № 1. – С. 229 – 238.
8. **Опря А. Т.** Прогнозування економічних показників з позицій гіпотези стійкості закономірностей розвитку явищ у часовому вимірі (регіональний аспект) / А. Т. Опря // Економіка і регіон. – 2012. – № 1. – С. 123 – 128.

### Харченко Ю. А. Удосконалення системи планування обсягів реалізації продукції на промисловому підприємстві

У статті досліджена система планування обсягів реалізації продукції на машинобудівному підприємстві. Запропоновано економіко-математичні моделі прогнозування, які постійно враховують фактичні дані попереднього періоду. Обґрунтовано, що удосконалена система планування обсягів реалізації продукції створить умови для поліпшення якості управління, підвищення конкурентоспроможності та забезпечить стабільність фінансового стану промислових підприємств.

*Ключові слова:* система планування, економіко-математична модель, методи прогнозування, реалізація продукції.

### Харченко Ю. А. Усовершенствование системы планирования объемов реализации продукции на промышленном предприятии

В статье исследована система планирования объемов реализации продукции на машиностроительном предприятии. Предложены экономико-математические модели прогнозирования, которые постоянно учитывают фактические данные предыдущего периода. Обосновано, что усовершенствованная система планирования объемов реализации продукции создаст условия для улучшения качества управления, повышения конкурентоспособности и обеспечит стабильность финансового положения промышленных предприятий.

*Ключевые слова:* система планирования, экономико-математическая модель, методы прогнозирования, реализация продукции.

### Kharchenko Y. A. Improvement of the Planning of Volumes of Sales by Industrial Enterprises

Planning system of volumes implementation of products at the manufacture of machinery was investigated in this article. Economic-mathematical models of prediction that constantly take into account the actual data of the previous period were proposed. Proved that the improved planning system of volumes of implementation of products create conditions for improving the quality of management, competitiveness and ensure the stability of the financial condition of industrial enterprises.

*Key words:* planning system, economic-mathematical model, methods of prediction, implementation of products.

Стаття надійшла до редакції 14.06.2013

Прийнято до друку 30.08.2013