

УДК 640.43:005.591.6

**Тетяна САВЧЕНКО,
Ігор ТАРАСЕНКО**

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЗАКЛАДАМИ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

На основі техніко-економічного аналізу функціонування закладів ресторанного господарства встановлено задачі оптимізації, які визначаються певною виробничою ситуацією. Запропоновано їх застосування для розв'язку глобальної задачі управління та ієрархічну оптимізацію локальних задач при використанні комп'ютерно-інтегрованої системи.

Ключові слова: автоматизоване управління, заклади ресторанного господарства, критерії оптимізації, задачі оптимізації, техніко-економічний аналіз.

На сучасному етапі для підвищення ефективності виробництва в закладах ресторанного господарства (ЗРГ) необхідно раціонально використовувати основні фонди, сировину, паливо, матеріальні, трудові та фінансові ресурси, скорочувати витрати на виробництво одиниці продукції. У зв'язку з цим першочергового значення набуває систематичне зниження собівартості продукції за рахунок подальшого підвищення продуктивності праці, посилення режиму економії, вдосконалення планування виробництва. Отже, при створенні автоматизованих систем управління в ЗРГ існує необхідність вирішення питань оптимізації використання виробничих потужностей, матеріальних, трудових і фінансових ресурсів. Досягнення цієї мети здійснюється за допомогою економіко-математичних моделей та сучасної обчислювальної техніки.

Для кількісної оцінки якості системи та успішності виконання нею поставленої мети управління можуть використовуватися різні технічні та економічні показники її функціонування.

Для ресторанного бізнесу однією з найактуальніших задач оптимізації є отримання максимального виходу готового продукту щодо використаної сировини. Це пояснюється високою часткою вартості сировини у собівартості продукції та її обмеженими ресурсами. Не менш актуальною є задача підвищення продуктивності обладнання. Критерій оптимізації тут може бути сформульований як задача досягнення мінімального часу перебування сировини в технологічному обладнанні або досягнення максимального виходу продукту за одиницю

часу. Можливі й інші формулювання критерію оптимізації, що забезпечують рішення оптимізаційної задачі за одним, найбільш актуальним показником. Вибір критерію оптимізації визначається певною виробничою ситуацією.

Для ЗРГ в цілому як критерій оптимізації, виходячи з основної мети ресторанного бізнесу, доцільно використати прибуток, отриманий від реалізації продукції за певний проміжок часу. Прибуток дає можливість оцінити функціонування усіх складових закладу й відповідно визначити ефективність управлінських рішень на всіх рівнях управління підприємством. Отже, ЗРГ отримує основний прибуток від реалізації виготовленої продукції (Π_{np}):

$$\Pi_{np} = \sum_{j=1}^n \Pi_j x_j = \sum_{j=1}^n (\Pi_j - \sum_{i=1}^m B_i) x_j, \quad (1)$$

де n – кількість одиниць асортименту;

Π_j – прибуток від реалізації одного виду виготовленої продукції;

x_j – обсяг виготовленої продукції одного виду;

Π_j – ціна одиниці продукції;

$\sum_{i=1}^m B_i$ – сумарні витрати на виробництво одиниці цієї продукції.

Техніко-економічна суть задачі оптимізації ЗРГ, яка розв'язується системою управління, полягає у визначенні навантажень і режимів проведення кожної технологічної операції, найбільш доцільних з точки зору всього підприємства, в узгодженні локальних цілей кожної технологічної операції з глобальною метою закладу [1].

Суттєвою особливістю ЗРГ є взаємозв'язок і взаємовплив устаткування одне на одне. Вказана особливість враховується у постановці задачі оптимізації роботи ЗРГ: для кожного устаткування або технологічного процесу визначити, скільки і якого виду сировини переробити, скільки та якої якості продукції отримати, як і в якій кількості розподілити сировину між обладнанням, щоб отримати оптимальне значення обраного критерію для всього закладу ресторанного господарства, зокрема прибутку.

Отже, при певних виробничих потужностях, трудових ресурсах, маючи певну кількість сировини та матеріалів, знаючи норми витрати сировини на виробництво певних видів продукції, від реалізації яких заклад отримує різний за величиною прибуток, необхідно визначити, яку кількість продукції та якого виду треба виготовляти, щоб отриманий прибуток був максимальним. Цю задачу часто називають асортиментною. В математичному вигляді її можна відобразити, знайшовши максимум цільової функції [2; 3]:

$$L(x) = \sum_{j=1}^n \Pi_j x_j \rightarrow \max \quad (2)$$

при обмеженнях:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i (i = 1, 2, \dots, m);$$

$$\sum_{j=1}^t x_j \leq D (t < n);$$

$$x_k \geq d_k;$$

$$x_j \geq 0 (j = 1, 2, \dots, n),$$

де Π_j – прибуток, одержаний від виробництва одиниці продукції j -го виду;

x_j – кількість виробленої продукції j -го виду;

a_{ij} – витрата i -го виду ресурсу (сировини та матеріалів, виробничої потужності, трудових ресурсів на одиницю j -го виду продукції в процесі виробництва);

b_i – обмеження по i -му виду ресурсу;

D – максимальне обмеження на об'єм виробництва групи окремих видів продукції в результаті або обмеженого попиту на ці види, або обмеженій виробничій потужності;

d_k – мінімальний обсяг виробництва k -го виду продукції (це обмеження часто відноситься до малорентабельних видів продукції, що користуються попитом у населення).

Загальну умову асортиментної задачі можна представити у вигляді *таблиці*.

Ресурси	Норма витрат на одиницю продукції						Запаси
	B_1	B_2	...	B_j	...	B_n	
I (сировина, кг)	a_{11}	a_{12}	...	a_{1j}	...	a_{1n}	b_1
i (матеріали, кг)	a_{i1}	a_{i2}	...	a_{ij}	...	a_{in}	b_i
m (корисний фонд часу роботи обладнання), машино-година	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mj}	...	a_{mn}	b_m
Прибуток, одержаний від виробництва одиниці продукції, грн	Π_1	Π_2	...	Π_j	...	Π_n	

Формування виробничої програми ЗРГ залежить від низки важливих факторів, основні з яких – потреба клієнтів у певній продукції, потужності обладнання підприємства, наявність необхідної сировини.

Математична модель оптимального оперативного планування основного виробництва ЗРГ може описуватися у вигляді цільової функції та системи змішаних обмежень, які складаються з рівнянь і нерівностей. Рівняння показують, що замовлення на готову продукцію повністю задовольняють попит споживачів за обсягом і асортиментом на кожну годину, нерівності – що корисні фонди часу роботи обладнання та обсяги виробництва готових продуктів і напівфабрикатів лімітовані.

Для формування економіко-математичної моделі введемо такі позначення:

$x_{j,i-p_j}^k$ – кількість продукції j -го виду, що випускається обладнанням k (у відповідних одиницях вимірювання за $i-p_j$ -ту годину; i – номер години з початку відліку часу (наприклад, з початку доби); p_j – запізнення (в год) виробництва продукції j -го виду;

$x_j^k = \sum_{i=1}^n x_{j,i-p_j}^k$ – кількість продукції j -го виду, що випускається обладнанням за весь розглянутий період (наприклад, за добу $n = 24$ год);

$\alpha_{j,i-p_j}^k$ – час, необхідний k -му обладнанню для випуску одиниці продукції виду j в $i-p_j$ -ту годину.

У цьому випадку припускається, що $\alpha_{j,i-p_j}^k$ може змінюватися за годинами доби, внаслідок, наприклад, можливого ремонту обладнання в $i-p_j$ -й період часу; b_{lj} – кількість продукції l -го виду, необхідне для виробництва продукції виду j ; τ_k – корисний фонд часу роботи k -го обладнання; $u_{j,i-p_j}$ – кількість готової продукції j -го виду, що йде в запас, або вилученої із запасів у $i-p_j$ -ту годину; $u_{j,i-p_j} \geq 0$ – запаси готової продукції j -го виду до початку розглянутого періоду (до нульової години).

Обмеження лімітів корисного фонду часу роботи обладнання, що приймає участь у виробництві готової продукції, мають вигляд:

$$\sum_{v=1}^n \alpha_{jv}^k \cdot x_{jv}^k \leq \tau^k, \quad x_{jv}^k \geq 0. \quad (3)$$

Специфікою виробництва продукції ЗРГ є те, що в технологічному ланцюгу *сировина — напівфабрикати — готова продукція* деякі види готової продукції є напівфабрикатами. Наприклад, соус може використовуватись як складова окремих готових страв, а також бути напівфабрикатом для виробництва тушкованих страв. У цьому

випадку умова того, що кількість напівфабрикатів у готовому продукті не може перевищувати загального обсягу вироблених напівфабрикатів, має вигляд:

$$\sum_{\mu} \beta_{j\mu}^k \cdot x_{j\mu}^j \leq \sum_{\nu} \beta_{j\nu}^k \cdot x_{j\nu}^l, \quad (4)$$

де $\beta_{j\mu}^k$ – кількість продукції або напівфабрикатів k -го виду для виробництва одиниці продукції виду j_{μ} .

Обсяг продукції чи напівфабрикату j -го виду, вироблених за $i-p_j$ -ту годину, дорівнює:

$$y_{j,i-p_j} = \sum_{k=1}^m x_{j,i-p_j}^k, \quad (5)$$

де m – кількість машин k -го виду.

Якщо a_{ij} – обсяг замовлення готової продукції j -го виду до початку i -ої години доби, то умова, при якій замовлення буде виконано, матиме такий вигляд:

$$y_{j,i-p_j-1} + u_{j,i-p_j-1} \geq a_{ij}, \quad (6)$$

де $u_{j,i-p_j-1}$ – запас продукції j -го виду, що має запізнення p_j год, до початку i -тої години.

Крім того, очевидно, що запас продукції або напівфабрикату j -го виду, створених за i -ту годину, становитиме:

$$u_{j,i-p_j} = y_{j,i-p_j-1} - a_{ij} + u_{j,i-p_j-1}. \quad (7)$$

Співвідношення (7) показує, що запас продукції до кінця розглянутої години складається із запасів до початку цієї години й обсягу виробленої за цю годину продукції за відрахуванням обсягу замовлення.

Маючи ступінчасту функцію попиту за обраним інтервалом планування, з одного боку, і розпоряджаючись даними за фондами корисного часу роботи технологічного обладнання – з іншого, можна побудувати цільову функцію задачі. Нижче наведено приклад використання цільової функції для виявлення ритмічності роботи виробництва.

Розв'язок цієї задачі уможливорює встановлення оптимального рівня запасів готової продукції, а також сировини та напівфабрикатів. У поставленій задачі регулювання запасів відіграє особливу роль, тому що в ЗРГ часто використовуються продукти, які швидко псуються. Оскільки продуктивність обладнання обмежена, необхідно передбачити накопичення готової продукції на всіх етапах планування з метою задоволення попиту.

Таким чином, необхідно мінімізувати витрати при відхиленнях пропозиції від попиту, а також витрати, пов'язані зі зміною обсягу випуску продукції за одиницю часу. Під пропозицією розуміють сумарне накопичення готового продукту з урахуванням залишків завершеного й незавершеного виробництва від минулого циклу.

У цьому прикладі проблему оптимізації можна сформулювати як задачу мінімізації запасів готової продукції L_1 , суми модулів відхилень планової продуктивності обладнання від номінальної або суми запасів готового продукту (тобто завершеного виробництва) й суми модулів відхилень продуктивності обладнання від номінальної L_2 . Отже, разом із перерахованими обмеженнями за фондами часу, балансу обсягів внутрішніх напівфабрикатів, балансу обсягів запасів і випуску готової продукції, що мають лінійну форму, екстремальна задача може бути сформульована в рамках лінійного програмування.

Для виробництва продукту з нульовим запізненням цільова функція як сума величин завершеного виробництва за годинами має вигляд:

$$L_1 = \sum_{k=1}^n u_k = u_0 + \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^k (x_i - a_i) \rightarrow \min. \quad (8)$$

Якщо позначити номінальну продуктивність машини в k -ту годину через ω_k , а через $\eta_k = \omega_k - x_k$ – відхилення планової продуктивності машини від номінальної, то цільову функцію записують у вигляді:

$$L_2 = \sum_{k=1}^n (u_k + |\eta_k|) \rightarrow \min. \quad (9)$$

Наступним важливим економічним завданням є ефективне використання обладнання в ЗРГ, від чого залежить фондовіддача, продуктивність праці, більш повне використання трудових ресурсів.

У ресторанному господарстві є технологічні процеси, в яких ефективність використання деяких видів обладнання залежить від послідовності виробництва різних видів продукції. Виготовляють цю продукцію за однаковими технологічними маршрутами.

Для визначення оптимальної послідовності виробництва продукції розглянемо загальний випадок обробки n продуктів на двох машинах A і B , причому кожен продукт вимагає однієї й тієї ж технологічної обробки (рис. 1).

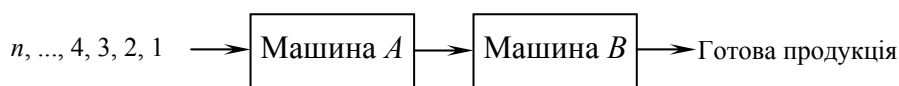


Рис. 1. Послідовність обробки продуктів на двох машинах

Якщо будь-який продукт обробляють на машині A в першу чергу, то він повинен проходити обробку і на машині B також в першу чергу. А продукт, який обробляють на машині A в другу чергу, слід обробляти в другу чергу й на машині B тощо. Така умова необхідна, наприклад, для визначення послідовності завантаження м'ясорубок, фаршмішалок і котлетоформувань машин при виробництві січених напівфабрикатів із м'яса або визначення послідовності завантаження тістомісильної машини й машини для розкочування тіста при виготовленні заготовок із листового тіста.

Зробимо припущення, що всі продукти починають обробляти на машині A , а потім на машині B . Позначимо через a_i тривалість обробки i -го продукту на машині A , через b_i – тривалість обробки i -го продукту на машині B , через T – тривалість обробки всіх n продуктів на машині B , через x_i – тривалість простоїв машини B від моменту закінчення обробки $(i-1)$ -го продукту до моменту початку обробки i -го продукту.

Задача полягає у визначенні послідовності $(i_1, \dots, i_n$ – перестановка чисел від 1 до n), щоб T було мінімальним:

max

$$T = \sum_{i=1}^n B_i + \sum_{i=1}^n x_i \rightarrow \min, \quad (10)$$

де $\sum_{i=1}^n B_i$ – стала величина, що визначається технологією і не залежить

від послідовності обробки продуктів.

Отже, щоб мінімізувати T , необхідно шукати мінімум величини $\sum_{i=1}^n x_i$.

Існує $n!$ можливих послідовностей. Одна з них зображена на діаграмі Ганта (рис. 2).

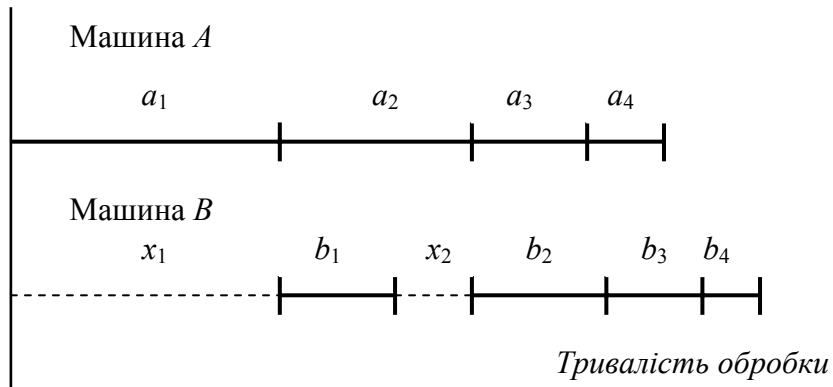


Рис. 2. Діаграма послідовності обробки чотирьох продуктів на двох (A і B) машинах

Для визначення простоїв машини B використовують рекурентні співвідношення:

$$\begin{aligned}
 x_1 &= a_1; \\
 x_2 &= \max(a_1 + a_2 - b_1 - x_1, 0) = \max\left(\sum_{i=1}^2 a_i - \sum_{i=1}^1 b_i - \sum_{i=1}^1 x_i, 0\right); \\
 x_1 + x_2 &= \max(a_1 + a_2 - b_1, x_1) = \max\left(\sum_{i=1}^2 a_i - \sum_{i=1}^1 b_i, a_1\right); \\
 x_3 &= \max\left(\sum_{i=1}^3 a_i - \sum_{i=1}^2 b_i - \sum_{i=1}^2 x_i, 0\right); \\
 x_4 &= \max\left(\sum_{i=1}^3 a_i - \sum_{i=1}^2 b_i - \sum_{i=1}^3 x_i, 0\right).
 \end{aligned} \tag{11}$$

де $K_n(S)$ – функція від послідовності S .

У загальному вигляді по індукції:

$$K_n(S) = \sum_{i=1}^n x_i = \max\left(\sum_{i=1}^n a_i - \sum_{i=1}^{n-1} b_i, \sum_{i=1}^{n-1} a_i - \sum_{i=1}^{n-2} b_i, \dots, a_1\right) = \max\left(\sum_{i=1}^u a_i - \sum_{i=1}^{u-1} b_i\right); \tag{13}$$

$$1 \leq u \leq n.$$

Задачу можна сформулювати так: обрати такий порядок обробки продуктів, щоб мінімізувати $K_n(S)$, тобто щоб для будь-якої послідовності S_0 виконувалась умова: $K_n(S) \leq K_n(S_0)$.

Ураховуючи, що розглянуті задачі мають різні цільові функції, сформовано критерій для оцінки функціонування закладу ресторан-

ного господарства за звітний період, який показує формування сумарного прибутку (Π_{np}) на певному проміжку часу T [4]:

$$\Pi_{np} = \int_0^T \left(\sum_{j=1}^n \Pi_j x_j \right) dt = \int_0^T \left(\sum_{j=1}^n \left(\Pi_j - \sum_{i=1}^m (C_i + Z_i) \right) x_j \right) dt \rightarrow \max, \quad (14)$$

де n – кількість одиниць асортименту;

x_j – обсяг випущеної продукції одного виду;

Π_j – ціна одиниці продукції;

C_i – оптова ціна одиниці i -го продукту (сировини);

Z_i – експлуатаційні затрати на 1 т j -го виду продукції, грн;

T – звітний період часу.

Таким чином, у результаті проведеного аналізу особливостей виробництва продукції ресторанного господарства пропонується застосування розроблених для ЗРГ розподілених інтелектуальних підсистем прийняття рішень, що забезпечують розв'язок глобальної задачі управління та ієрархічну оптимізацію локальних задач при використанні комп'ютерно-інтегрованої системи [5].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Загоровська Л. Г.* Оптимізація інформаційної підтримки системи управління хлібопекарним цехом / Л. Г. Загоровська, В. І. Бевз // Автоматизація виробничих процесів. — 1998. — № 1/2 (6/7). — С. 79—82.
2. *Лошак Т. В.* Автоматизоване управління технологічним комплексом молочного заводу на основі інтелектуальних підсистем прийняття рішень і забезпечення надійності / Т. В. Лошак // Наукові праці УДУХТ. — К. : 2001. — № 10. — С. 202—203.
3. *Маркин Ю. П.* Математические методы и модели в экономике / Ю. П. Маркин. — М. : Высш. шк., 2007. — 422 с.
4. *Лошак Т. В.* Алгоритмічне та програмне забезпечення інтелектуальних підсистем КІСУ ТК молочного заводу / Т. В. Лошак // Наукові праці УДУХТ. — 2001. — № 10. — С. 214—215.
5. *Савченко Т. В.* Структура інтегрованої системи керування технологічним комплексом молочного виробництва / Т. В. Савченко, А. П. Ладанюк, І. В. Ельперін // Автоматизація виробничих процесів. — 2000. — № 1 (10). — С. 20—24.

Стаття надійшла до редакції 24.10.2011.

Савченко Т., Тарасенко І. Автоматизированная система управления предприятиями ресторанного хозяйства. На основании технико-экономического анализа функционирования предприятий ресторанного хозяйства установлены задачи оптимизации, определяемые конкретной производственной ситуацией.

Предложено их применение для решения глобальной задачи управления и иерархическую оптимизацию локальных задач при использовании компьютерно-интегрированной системы.

Ключевые слова: автоматизированное управление, предприятия ресторанного хозяйства, критерии оптимизации, задачи оптимизации, технико-экономический анализ.

Savchenko T., Tarasenko I. Automated management system of restaurants enterprises. Optimization tasks that are determined by particular production situation have been identified on the basis of technical-economic analysis of functioning of restaurants enterprises. Their application for solving global management task of hierarchical optimization of local tasks using computer and integral system has been offered.

Key words: Automated management, restaurants enterprises, optimization criterions, optimizing tasks, technical and economic analysis.