

# Оптимальне керування технологічним комплексом молокозаводу на основі сценарного підходу

Л.О. Власенко<sup>1</sup>, Т.В. Савченко<sup>2</sup>

*Анотація* — Characteristics of using the scenario approach for optimal control of Dairy Processing Facility are considered in the thesis.

*Ключові слова* — Оптимальне керування, сценарний підхід, технологічний комплекс, молочне виробництво.

## I. ВСТУП

Технологічний комплекс (ТК) молокозаводу відноситься до складних систем, суттєвою особливістю якого є взаємозв'язок і взаємовплив установок одна на одну, зв'язок даного підприємства з підприємствами-постачальниками сировини та підприємствами-споживачами товарної продукції.

Робота окремих установок підпорядковується інтересам всього комплексу. Названа особливість враховується в постановці задачі оптимізації роботи технологічного комплексу молочного заводу.

Неузгодженість призводить до появи простоїв, збільшення втрат під час виробництва, погіршення якості сировини, що для виробництва швидкопсувної молочної продукції є актуальною проблемою.

## II. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Використання сценарного підходу при керуванні ТК молокозаводу дозволяє розглянути різноманітні можливі сценарії, за якими може проходити його робота при заданих параметрах і умовах. Це створює передумови для впровадження оптимального керування.

Існує можливість створення сценаріїв з різним ступенем деталізації: абстрактних сценаріїв (А-сценаріїв), що застосовуються в основному для вищих рівнів і структурних сценаріїв (С-сценаріїв), які деталізують А-сценарії і тому характерні для нижніх рівнів.

А-сценарій не розкриває внутрішню структуру об'єктів, взаємозв'язки в системі і задається набором:

$$A = \langle F, P, \hat{O}, R, \check{O} \rangle, \quad (1)$$

де  $F$  — множина операцій;  $P$  — множина потоків;  $\Phi$  — множина факторів, що впливають на виконання сценарію;  $R$  — множина ресурсів;  $\Pi$  — множина цілей.

В С-сценарії розкривається структура об'єкта, його атрибутів (властивостей), станів, переходів і правил. Він задається набором:

$$\tilde{N} = \langle F, P, \hat{O}, R, \check{O}, S, T \rangle, \quad (2)$$

де  $S$  — множина станів;  $T$  — множина переходів. [1]

При декомпозиції ТК на підсистеми виникає ієрархічна структура як об'єктивно існуючої глобальної мети системи та частинні цілі підсистем. ТК, з точки зору загальної задачі управління підприємством, пов'язані з локальними

підзадачами управління технологічними процесами та виробництвом, оперативним управлінням, поточним і довгостроковим плануванням та адміністративно-господарською діяльністю. Таким чином, враховуючи вище викладене, на зазначені вище особливості А- і С-сценарії для підвищення ефективності роботи ТК доцільно вводити в цілі, які необхідно досягти, розв'язок оптимізаційних задач.

ТК молокозаводу доцільно розглядати як складну організаційно-технічну систему взаємопов'язаних елементів, які спільно функціонують для досягнення основної мети — забезпечення отримання максимального прибутку в межах певних витрат на виробництво та обсягів реалізації молочної продукції. Отже, для А-сценарію такою задачею оптимізації є отримання максимального прибутку.

Для С-сценарію може існувати велика кількість оптимізаційних задач. До основних відносяться: попит на готову продукцію; оптимальне завантаження обладнання та асортиментні задачі; управління запасами сировини та напівфабрикатів; що сприяють підвищенню ефективності виробництва тощо.

Таким чином, для молочної промисловості однією з найбільш актуальних задач оптимізації є отримання максимального виходу готового продукту по відношенню до використаної сировини. Це пояснюється високою часткою вартості сировини у собівартості продукції та обмеженими ресурсами сировини. Не менш актуальною для молочних підприємств є задача підвищення продуктивності обладнання. У цьому випадку критерій оптимізації може бути сформульований як задача досягнення мінімального часу перебування сировини у технологічному обладнанні або як задача досягнення максимального виходу продукту за одиницю часу.

Вибір критерію оптимізації визначається певною виробничою ситуацією. Наприклад, при масовому постачанні молока на завод у літній період доцільно використовувати критерій максимальної продуктивності; взимку, при зниженні постачання сировини — критерій максимального використання сировини.

Отже, молокозавод отримує основний прибуток від реалізації випущеної продукції, що є критерієм оптимізації для задачі координації ТК [2]:

$$P_{np} = \sum_{j=1}^n \Pi_j x_j = \sum_{j=1}^n (\Pi_j - \sum_{i=1}^m B_i) x_j \rightarrow \max \quad (3)$$

де  $n$  — кількість одиниць асортименту;  $x_j$  — обсяг випущеної продукції одного асортименту;  $\Pi_j$  — ціна

<sup>1</sup> Національний університет харчових технологій, вул. Володимирська, 68, Київ, 01601, УКРАЇНА, E-mail: [vlida@yandex.ru](mailto:vlida@yandex.ru)

<sup>2</sup> Київський національний торговельно-економічний університет, вул. Кіото, 19, Київ, 02156, УКРАЇНА, E-mail: [sv\\_t@ukr.net](mailto:sv_t@ukr.net)

одиниці продукції даного асортименту;  $\sum_{i=1}^m B_i$  — сумарні витрати на виробництво одиниці асортименту продукції.

Суттєвою особливістю ТК є взаємозв'язок і взаємовплив установок одна на одну. Вказана особливість враховується у постановці задачі оптимізації роботи технологічного комплексу молокозаводу: для кожної установки або технологічного процесу визначити, скільки і якого виду вихідної сировини переробити, скільки та якої якості продукції отримати, як і в якій кількості розподілити сировину між цехами, щоб отримати оптимальне значення обраного критерію для всього ТК, зокрема прибутку.

Однією з основних задач оптимального планування виробництва молочної продукції є розв'язок асортиментної задачі з використанням економіко-математичної моделі. Суть асортиментної задачі полягає у визначенні виду та кількості випущеної продукції, що дозволяє отримати максимум або мінімум критерію ефективності при заданих запасах всіх видів ресурсів, норм витрати кожного виду ресурсу на виробництво одиниці продукції. В якості критерію ефективності використовується максимум прибутку, мінімум собівартості, максимум товарної продукції.

Отже, для визначення оптимального плану асортиментної задачі міського молочного заводу будемо використовувати наступну модель лінійного програмування — знайти максимум цільової функції:

$$L(x) = \sum_{j=1}^n n_j x_j \rightarrow \max \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j &\leq b_i \quad (i = 1, 2, \dots, m); \\ x_j &\geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n), \end{aligned} \quad (5)$$

де  $x_j$  — кількість молочного продукту  $j$ , що виробляється;  $a_{ij}$  — витрата  $i$ -го виду ресурсу (сировини і матеріалів, виробничої потужності, трудових ресурсів на одиницю  $j$ -го виду продукції в процесі виробництва;  $b_i$  — величина наявного ресурсу  $i$ -го виду;  $n$  — кількість молочних продуктів, що виробляється;  $m$  — кількість ресурсів;  $P_{ij}$  — прибуток, що отримується від виробництва  $j$ -го виду молочного продукту.

Цільова функція характеризує умови, при яких можна отримати найбільший прибуток від випущеної продукції. Нерівність характеризує обмеження на наявні ресурси, які можна використати для виробництва кожного виду продукції.

Ще одною важливою задачею оптимізації є оптимальне використання виробничих ресурсів молочного заводу, зокрема, пастеризаційних установок, а також використання автоматів для розливу молока в пакети. Мета аналізу розподілу завдання полягає у визначенні резервів зниження експлуатаційних витрат, здійснених при виконанні виробничої програми виробництва молочної продукції, шляхом перерозподілу завдання з

виробництва молочної продукції між виробничими лініями одного цеху. Розрахунки аналізу розподілу можна провести, використовуючи модель лінійного програмування транспортного типу для пастеризаційних установок або симплексного методу для автоматів розливу. Тоді мінімум цільової функції, що виражає прагнення підприємства випустити продукцію з найменшими сумарними експлуатаційними затратами, запишеться рівнянням [3]:

$$L(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (6)$$

$$\text{при обмеженнях: } \sum_{i=1}^m x_{ij} \leq A_i; \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} = B_j;$$

$$B_{j+1} = \sum_{i=1}^m A_i - \sum_{j=1}^n B_j; \quad (7)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad (i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}),$$

де  $x_{ij}$  — об'єм виробництва  $j$ -го виду молочної продукції на  $i$ -тій виробничій лінії;  $A_i$  — потужність для виготовлення молочної продукції на  $i$ -тій виробничій лінії;  $B_j$  — об'єм виробництва  $j$ -го виду молочної продукції;  $B_{j+1}$  — об'єм фіктивного виробництва (невикористана потужність виробничих ліній);  $c_{ij}$  — експлуатаційні витрати на 1 т  $j$ -го виду молочної продукції, що виробляється на  $i$ -тій виробничій лінії, в грн.

### III. ВИСНОВОК

Отже, суттєвими особливостями молокозаводу є наявність значної кількості підсистем, які спільно функціонують для досягнення основної мети — забезпечення отримання максимального прибутку в межах певних витрат на виробництво та обсягів реалізації молочної продукції, отже, існує необхідність вирішення питань оптимізації використання виробничих потужностей, матеріальних, трудових і фінансових ресурсів.

### СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- [1] Юдицкий С.А. Сценарный подход к моделированию поведения бизнес-систем/ С.А. Юдицкий — М.: Синтег, 2001. — 108 с.
- [2] Маркин Ю.П. и др. Автоматизированные системы управления предприятиями молочной промышленности. — М.: Пищевая промышленность, 1977. — 271 с.
- [3] Маркин Ю.П. Математические методы планирования и управления в мясной и молочной промышленности. — М.: Пищевая промышленность, 1972. — 288 с.