

УДК 681.513.8

# СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ КОМПЛЕКСОМ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМБІНОВАНОГО КРИТЕРІЮ ЕФЕКТИВНОСТІ

Р. О. Бойко

Аспірант\*

Контактний тел.: 093-629-08-53

E-mail: rela@ukr.net

Л. Г. Загорівська

Кандидат технічних наук, доцент\*

\*Кафедра інформаційних систем

Національний університет харчових технологій

вул. Володимирська, 68, м. Київ, 01601

*В статті розглядаються підходи до визначення комбінованих критеріїв для управління складними системами (на прикладі ТК цукрового заводу), які включають оцінки ефективності функціонування підсистем, а також прогнозування виграшів або програвів, які виникають в результаті рішень, що приймає ОПП*

*Ключові слова: складні системи, технологічний комплекс, критерії оптимальності, ОПП*

*В статье рассматриваются подходы к определению комбинированных критериев для управления сложными системами (на примере ТК сахарного завода), которые включают оценки эффективности функционирования подсистем, а также прогнозирование выигрышей или проигрышей, которые возникают в результате решений, которые принимает ОПП*

*Ключевые слова: сложные системы, технологический комплекс, критерии оптимальности, ОПП*

*The approaches to the definition of combined criteria for the control of complex systems are examined in the article (on the example of TK of sugar plant) which include functioning performance evaluation of subsystems, as well as gain or loss prediction that arise as a result of decisions made by ODA*

*Keywords: complex systems, technology complex, optimality criteria, ODA*

## Вступ

Технологічні об'єкти та комплекси (ТК) цукрового заводу являють собою складну організаційно-технічну систему (ОТС) з ієрархічною системою управління. Ієрархічна організація являє собою багаторівневу структуру, складену із взаємозв'язаних підсистем, елементи яких мають право приймати рішення. Така організація визначає порядок підпорядкування підсистем і елементів в системі управління, розподіл управлінських функцій та відповідальності. Життєдіяльність даної структури здійснюється через інформаційний обмін як по вертикалі, так і по горизонталі.

Забезпечення високих техніко-економічних показників функціонування ОТС значною мірою залежить від ефективності вироблення та прийняття ефективних управлінських рішень особами, які їх приймають (ОПП) на усіх рівнях, починаючи з операторів установок і закінчуючи керівниками підприємства.

## Постановка задачі

Сучасний стан розвитку та можливості комп'ютерної техніки й інформаційних технологій спонукають до запровадження комп'ютеризації в усі виробничі та управлінські підрозділи підприємства.

Актуальною задачею є розроблення інформаційної управляючої системи ТК цукрового заводу, яка б підвищила ефективність роботи керівних працівників усіх рівнів за рахунок комп'ютеризації розв'язання багатьох задач та прийняття оптимальних рішень. При створенні та експлуатації такої системи однією з ключових задач є вибір критеріїв ефективності (оптимальності) її функціонування.

## Методика дослідження

Для оцінки ефективності ТК цукрових заводів використовують: собівартість цукру, прибуток та рентабельність, продуктивність заводу. Розрахунковими показниками є: величина матеріальних затрат на одиницю продукції, вихід цукру з одиниці сировини (буряків), коефіцієнт добування цукру з буряків, питомі витрати матеріальних та енергетичних ресурсів до маси буряків або отриманого цукру [1].

Найбільш конструктивним є критерій «максимум прибутку», який в узагальненому вигляді враховує об'єм та собівартість продукції. Аналіз цього критерію показує, що його застосування дає можливість використовувати лише ті показники, які характеризують роботу заводу, а також сприяють підвищенню інтенсивності переробки буряків (скороченню тривалості сезону).

Формування прибутку заводу на кінцевому інтервалі часу оцінюється інтегральним показником:

$$\Pi = \int_{T_1}^{T_2} (V\Pi_o + G_m\Pi_m + G_j\Pi_j - \sum_{i=1}^8 Z_i) dt \quad (1)$$

де:  $V$  – вихід товарного цукру, т/год;  $\Pi_o, \Pi_m, \Pi_j$  – відповідно оптові ціни цукру, м'яси, жому, грн/т;  $G_m, G_j$  – відповідно витрати м'яси та жому, т/год;  $Z_i, i = 1, 8$  – витрати на сировину, матеріали, паливо та отримання пари, електроенергії, основну та додаткову зарплату, обслуговування обладнання, цехові та загальнозаводські витрати, грн/т. Частина витрат є умовно-постійними (зарплати, витрати на обслуговування обладнання, тощо), а інша – залежить від обраного технологічного режиму та ефективності управління окремими підсистемами й ТК в цілому.

В технічній літературі описано підхід до управління ТК на основі процедур декомпозиції показника (1), тобто виділення підсистем зі своїми критеріями та моделями [1]. Це дає можливість розподілити затрати на виготовлення готової продукції за стадіями виробництва, наприклад: бурякопереробне відділення, очистки дифузійного соку, випарна установка тощо. Такий підхід є ефективним при створенні розподіленої системи керування, за якого мета та результати функціонування кожної підсистеми узгоджуються з критерієм ефективності ТК. При такій постановці зручно реалізуються сучасні методи та алгоритми керування, насамперед координації функціонування підсистем, а також умови інваріантності, автономності, адаптивності, робастності.

Типовим технологічним регламентом ТК цукрового заводу передбачається 384 точки контролю та 217 точок управління, які забезпечуються автоматизованими системами керування та лабораторними аналізами.

Критерії управління при такому підході в явному вигляді відображають залежності економічних показників від змінних, що характеризують протікання технологічних процесів на окремих стадіях виробництва. Наприклад, при оцінюванні ефективності управління випарною установкою показник економічності має вигляд:

$$E = \int_{T_1}^{T_2} (G_{сир} \frac{C_{сир} D_6}{100} \Pi_o - \frac{G_c}{G_{сир}} \Pi_c - \sum_{i=1}^5 Z_i - P_{тр} \Pi_o - P_k \Pi_o - \sum_{j=1}^m E_j) dt \quad (2)$$

де:  $G_{сир}, G_c$  – відповідно витрати сиропу та соку, кг/с;  $C_{сир}$  – концентрація сиропу, %;  $D_6$  – доброякісність сиропу, %;  $\Pi_o, \Pi_c$  – відповідно ціна цукру та буряків, грн.;  $P_{тр}, P_k$  – відповідно втрати цукру від термічного розкладання та при наростанні кольоровості, %;  $Z_i$  – витрати на процес випарювання (паливо, охолоджувальна вода, електроенергія, амортизаційні відрахування, заробітна плата), грн.;  $E_j$  – економічність розрахована для інших дільниць, грн.

При формуванні аналогічних показників для інших підсистем ТК визначаються можливі управлінські дії для підтримання необхідного технологічного режиму. Для кожної підсистеми це забезпечує локальну автоматичну систему регулювання, а на рівні ТК ефективними управліннями є зміна продуктивності за сировиною (буряками), корекція відкачки в можли-

вому діапазоні (110 – 140%) та довжини стружки (10 – 12м). В той же час показники (1) та (2) визначають ефективність роботи ТК та його підсистем лише в кінці обраного часового інтервалу ( $t_2 - t_1$ ) або після закінчення виробничого сезону.

При автоматизованому управлінні ТК як оператори так і ОПР вищого рівня завжди потрапляють у ситуації, коли виникає ряд невизначеностей. Це може бути вихід контрольованих змінних на межу допустимих значень або перевищення робочого діапазону, спотворення отримуваної інформації в каналах передачі даних, відмови технологічного обладнання, енергопостачання чи засобів автоматизації. У зв'язку з цим актуальною проблемою є розробка підсистем підтримки прийняття рішень (ПППР) різного призначення, які функціонують на основі інтегрованих експертних систем [2]. Необхідно враховувати, що результати рішень залежать від стохастичних та невизначених факторів (чинників). Стохастичні чинники мають ймовірнісну природу, їх оцінки визначаються експериментальними даними на тривалих горизонтах спостережень. Невизначеність наведених чинників виникає через недостатність даних щодо функціонування об'єкта (процесів, які в ньому протікають), характеристик зовнішнього середовища, результатів рішень ОПР.

В залежності від причин, які викликають невизначеності, виділяють дві групи чинників:

1) стратегічні – такі, що виникають за рахунок участі кількох оперуючих сторін з різними цілями. Наприклад, для бурякопереробного відділення та випарної установки величина відкачки дифузійного соку має різний вплив на показники ефективності цих підсистем. Невизначеність у даному випадку обумовлена тим, що для кожної підсистеми невідомі рішення, які будуть прийматись для іншої;

2) концептуальні – такі, що носять довгостроковий характер, пов'язані з нечіткими цілями підсистем, труднощами кількісної оцінки досягнення неформалізованих цілей у вигляді якісної інформації, наприклад: колір соку – «світлий», «темний».

В умовах невизначеності для оцінки вибору кращого рішення застосовують формальні критерії, зокрема приймається, що рішення ОПР може призвести до виграшу  $A$ , або програшу  $\bar{A}$ . Такі функції задаються таблично або у вигляді матриць:

$$A = [a_{ij}], \bar{A} = [\bar{a}_{ij}] \quad (3)$$

де: число  $a_{ij} = A(X_i, S_j)$  – виграш, який відповідає одному з можливих варіантів рішень  $X_i$  та результатів операції  $S_j$ . В ряді випадків функцію витрат доцільно перетворювати у функцію ризику, яка визначає можливі витрати ОПР в залежності від одного аргументу – прийнятого рішення  $X_i, i = 1, n$ . При фіксованому рішенні  $x' \in x$  двохаргументна функція  $A(X_i, S_j)$  перетворюється в одноаргументну, яка відображає залежність витрат від результату операції. Результат  $r(x')$  – ризик (конкретне число), а найкращою стратегією за умови її існування буде таке  $x' \in x$ , що мінімізує ризик:

$$r(x^*) = \min r(x_i), i = 1, n \quad (4)$$

$$x_i \in X$$

Технологічним регламентом у загальному вигляді визначаються можливі ситуації при функціонуванні ТК та заходи щодо запобігання суттєвих порушень та відхилень технологічних змінних, тобто можна прийняти, що точної інформації щодо результатів управління підсистеми ТК немає. В умовах невизначеності для прийняття оптимальних рішень при управлінні підсистемами та ТК у цілому ОПР доцільно застосувати класичні критерії вибору [4].

*Критерій Вальда* орієнтує на таку стратегію, за якою при однаковому пріоритеті усіх показників мінімальний виграш буде максимальним у порівнянні з іншими стратегіями:

$$F_{\text{opt}} = F(X_{\text{opt}}, S) = \max_i \min_j a_{ij} \quad (5)$$

$$1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq m$$

Використовуючи даний критерій, ОПР забезпечує найкращі показники у випадку песимістичної оцінки та наданню більшої уваги слабким показникам поточної ситуації.

*Критерій Лапласа* допускає рівність ймовірностей результатів операцій  $S_j, j=1, m$ . Він враховує не лише кращі та гірші значення показників альтернативних рішень, а й усі інші значення для кожного з них. При цьому оцінки усіх альтернатив зводяться до середніх значень, що розглядають у подальшому як узагальнені значення усіх оцінок для кожної альтернативи. Оптимальною стратегією для даного критерію буде:

$$F_{\text{opt}} = F(X_{\text{opt}}, S) = \max_i \left( \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m a_{ij} \right) \quad (6)$$

$$1 \leq i \leq n$$

*Критерій Севіджа* дає можливість за будь-яких умов отримати найменший ризик, тобто збитки:

$$F_{\text{opt}} = F(X_{\text{opt}}, S) = \min_i \left[ \max_j (\max_i (a_{ij}) - a_{ij}) \right] \quad (7)$$

де:  $(\max_i (a_{ij}) - a_{ij})$  – можна інтерпретувати як збитки, що виникають в стані  $S_i$  при заміні оптимального варіанта варіантом  $X_i$ .

Величина  $\max_j (\max_i (a_{ij}) - a_{ij})$  являє собою максимально можливі збитки. Тоді критерій Севіджа мінімізує ці збитки.

За наявної інформації про ймовірності результатів  $S_i$  крім розглянутих критеріїв доцільно використовувати також критерії Ходжа-Лемана, Байєса-Лапласа та Гермейера.

Окрему групу складають багатокритеріальні задачі прийняття рішень, коли область допустимих рішень  $\Omega_x$  поділяється на дві частини, які не перетинаються:

- область узгодження  $\Omega_x^1$ , в якій якість рішення може покращуватись одночасно за всіма критеріями або, принаймні, без зниження рівня будь-якого критерію;

- область компромісів  $\Omega_x^2$ , в якій покращення одного з критеріїв призводить до погіршення інших.

Оптимальне рішення належить саме цій області. В технічній літературі наведені різні схеми компромісів, основними є принципи: рівномірності, справедливої поступки, виділення одного оптимізуемого критерію, послідовних поступок.

---

### Результати та висновки

---

При розробці та експлуатації інформаційних систем управління ТК необхідно обирати комбіновані критерії оптимальності для оцінок ефективності функціонування підсистем та комплексу в цілому, а також для можливості прогнозування виграшів або програшів рішень, які приймає ОПР.

Наявність інформаційної управляючої системи та засобів для оцінювання ефективності її функціонування забезпечить виконання усіх технологічних й виробничих процесів, прийняття ефективних управлінських рішень, а також успішне керівництво підприємством в цілому.

---

### Література

1. Ладанюк А.П. Оперативное управление технологическими процессами в пищевой промышленности [Текст] / А.П. Ладанюк, В.Г. Перепечаенко – К.: Урожай, 1987 – 160с.
2. Рыбина Г.В. Основы построения интеллектуальных систем [Текст] / Г.В. Рыбина – М.: Финансы и статистика, 2010 – 432с.
3. Острейковский В.А. Теория систем: Ученик – М.: Высшая школа, 1997 – 240с.
4. Мушик Э., Мюллер П.. Методы принятия технических решений: Пер. с нем. – М.: Мир, 1990. – 208с.