

# Комбінований критерій ефективності інформаційної системи управління технологічним комплексом цукрового заводу

Р.О.Бойко, Л.Г.Загоровська

## Анотація

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 прогнозуванні виграшів або програшів, які виникають в результаті рішень, що приймає ОПР.

**Ключові слова:** складні системи, технологічний комплекс, критерії оптимальності, ОПР, програші, виграші.

## Аннотация

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, что принимает ОПР.

**Ключевые слова:** сложные системы, технологический комплекс, критерии оптимальности, ОПР, програши, выигрыши.

## Annotation

In the article, going is examined near determination of the combined criteria for a management the difficult systems (on the example of ТК of sugar-house) which include the estimations of efficiency of functioning of subsystems, and also prognostication of winnings or losses which arise up as a result of decisions, that accepts PMD.

**Keywords:** complex systems, technology complex, optimality criteria, PMD, loss, win.

## Вступ

При створенні та експлуатації сучасних систем управління складними технологічними об'єктами та комплексами (ТК) однією з центральних задач є вибір критеріїв ефективності (оптимальності) функціонування системи. За структурою та ознаками функціонування ТК цукрового заводу відносяться до організаційно-технологічних систем (ОТС), в яких рішення приймаються відповідальною особою, починаючи з операторів установок і закінчуючи керівниками підприємства. Забезпечення високих техніко-економічних показників ОТС характеризується критеріями оптимальності на основі техніко-економічних оцінок та вибору рішень особою, яка рішення ці приймає (ОПР).

Для оцінки ефективності ТК цукрових заводів приймаються: 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 виді враховує об'єм та собівартість продукції. Аналіз цього критерію показує, що його застосування дає можливість використовувати лише показники, які характеризують роботу заводу, а також сприяє підвищенню інтенсивності переробки буряків (скороченню тривалості сезону).

#### Методика дослідження

Формування прибутку заводу на кінцевому інтервалі часу оцінюється інтегральним показником:

$$\Pi = \int_{T_1}^{T_2} (B\Pi_o + G_m\Pi_m + G_{жс}\Pi_{жс} - \sum_{i=1}^8 Z_i) dt \quad (1)$$

де:  $B$  – вихід товарного цукру, Т/год;  $\Pi_o, \Pi_m, \Pi_{жс}$  – відповідно оптові ціни цукру, меляси, жому, грн/т;  $G_m, G_{жс}$  – відповідно витрати меляси та жому, Т/год;  $Z_i, i = \overline{1,8}$  – витрати на сировину, матеріали, паливо та отримання пари, електроенергії, основну та додаткову зарплату, обслуговування обладнання, цехові та загальнозаводські затрати. Частина затрат є умовно-постійними (зарплати, затрати на обслуговування обладнання та ін.), а інша залежить від обраного технологічного режиму та ефективності управління окремими підсистемами та 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 випуск готової продукції за стадіями виробництва, наприклад: бурякопереробне відділення, очистки дифузійного соку, випарна установка тощо. Такий підхід є ефективним при створенні розподіленої системи керування, де 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, та 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, які характеризують протікання технологічних процесів на окремих стадіях виробництва. Наприклад, при оцінці ефективності управління випарною установкою, показник економічності має вигляд:

$$E = \int_{t_1}^{t_2} \left( G_{сир} \frac{C_{сир} D_{\delta}}{100} \Pi_o - \frac{G_c}{G_{сир}} \Pi_{\delta} - \sum_{i=1}^5 Z_i - P_{тр} \Pi_o - P_k \Pi_o - \sum_{j=1}^m E_j \right) dt, \quad (2)$$

де:  $G_{сир}, C_c$  – відповідно витрата сиропу та соку;  $C_{сир}$  – концентрація сиропу;  $D_{\delta}$  – доброякісність сиропу;  $\Pi_o, \Pi_{\delta}$  – відповідно ціна цукру та буряків;  $P_{тр}, P_k$  – відповідно втрати цукру від термічного розкладення та при наростанні кольоровості;  $Z_i$  – витрати на процес випарювання (паливо, охолоджувальна вода,

електроенергія, амортизаційні відрахування, заробітна плата);  $E_j$  – економічність розрахована для інших ділянок.

При формуванні аналогічних показників для інших підсистем ТК визначаються можливі управління: для кожної підсистеми це забезпечує локальна автоматична система регулювання, а на рівні ТК ефективними управліннями є зміна продуктивності за сировиною (буряками), корекція відкачки в можливому 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, енергогосподарства та засобів автоматизації. В 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. Невизначені чинники визначаються недостатніми даними 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:

- стратегічні – такі, які з'являються 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 цьому випадку обумовлена тим, що для кожної підсистеми невідомі рішення, які будуть прийматись для іншої;
- концептуальні – такі, які 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 в операції  $S_j$ . В ряді випадків функцію витрат

доцільно перетворювати в функцію ризику, яка визначає можливі витрати ОПР в залежності від одного аргументу – рішення, яке приймається  $X_i, i = \overline{1, n}$ . При фіксованому рішенні  $x' \in x$  двоа аргументна функція  $\bar{A}(X_i, S_j)$  перетворюється в одно аргументну, яка відображає залежність витрат від результату операції. Результат  $r(x')$  – ризик (конкретне число), а найкращою стратегією за умови її існування буде така  $x^* \in x$ , що мінімізує ризик:

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

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. Для вибору рішень ОПР при управлінні підсистемами та ТК у цілому в умовах невизначеності застосування такі критерії.

**Критерій Лапласа** допускає рівність ймовірностей результатів операцій  $S_j, j = \overline{1, m}$ . Для кожного рядка матриці виграшів  $A = |a_{ij}|$  визначається середнє значення оцінок, а оптимальна стратегія буде:

$$F_{opt} = F(X_{opt}, S) = \max \left( \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m a_{ij} \right) \quad (5)$$

$$1 \leq i \leq n$$

**Критерій Вальда** орієнтує на стратегію, за якою мінімальний виграш буде максимальним, гарантованим:

$$F_{opt} = F(X_{opt}, S) = \max \min a_{ij} \quad (6)$$

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

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

$$F_{opt} = F(X_{opt}, S) = \min \max (\max a_{ij} - a_{ij}) \quad (7)$$

де:  $(\max a_{ij} - a_{ij})$  – елементи матриці ризику  $R = |r_{ij}|$ , коли в кожному стовпці матриці виграшів  $A = |a_{ij}|$  обирається максимальне значення  $a_{ij}$ .

Крім названих критеріїв використовуються також критерії Ходжа-Лемана, Гурвиця, Байєса, Гермейєра. 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 належать саме цій області. В технічній літературі наведені різні схеми компромісів, основними є принципи: рівномірності, справедливої поступки, виділення одного оптимізуємого 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.

### **Література**

1. Ладанюк А.П. Оперативное управление технологическими процессами в пищевой промышленности / А.П. Ладанюк, В.Г. Перепечаенко – К.: Урожай, 1987 – 160с.
2. Рыбина Г.В. Основы построения интеллектуальных систем/ Г.В. Рыбина – М: Финансы и статистика, 2010 – 432с.
3. Острейковский В.А. Теория систем: Ученик – М.: Высшая школа, 1997 – 240с.