

В.В. Поливода, Г.В. Рудакова, О.В. Поливода

ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ ХЛІБОПРОДУКТІВ ІЗ ЗАДАНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Анотація. Виконаний аналіз задач оптимізації, що вирішуються при управлінні виробництвом хлібопродуктів із заданими властивостями. Доведено, що задачі управління виробництвом необхідно вирішувати з використанням систем підтримки прийняття рішень (СППР) в складі інтегрованих автоматизованих систем управління (ІАСУ) підприємством, яка призначена для полегшення праці управлінського персоналу та скорочення терміну прийняття рішень.

Ключові слова: задача оптимізації, виробництво хлібопродуктів, системи підтримки прийняття рішень, планування виробництва, продукція із заданими властивостями.

Постановка проблеми

Переробка зернових сільськогосподарських культур є важливою складовою агропромислового комплексу, яка задовольняє потреби держави щодо забезпечення населення продуктами харчування, як для внутрішнього споживання, так і для експорту за межі країни.

Вимоги ринку та діючих міжнародних і державних стандартів щодо виробництва продукції [1] потребують відповідної модернізації обладнання існуючих підприємств на основі концепції застосування інтегрованих автоматизованих систем управління (ІАСУ).

Аналіз публікацій за темою дослідження

Стабільна робота підприємств зернопереробної промисловості та підвищення конкурентоспроможності продукції залежить від наявності сировини, досконалості обладнання, технологічних процесів, кваліфікації обслуговуючих кадрів, а також впровадження сучасних автоматизованих систем керування виробництвом. Багатостадійність процесів при виробництві хлібопродуктів, наявність паралельних ділянок і рециклів, великі обсяги інформації потребують технологічної модернізації підприємств, вдосконалення концепції організації та управління виробництва в цілому.

Для підвищення ефективності роботи підприємства при мінливих зовнішніх умовах необхідно своєчасно та раціонально здійснювати планування виробництва з урахуванням потреб ринку споживачів щодо об'ємів та якісних показників продукції, що виробляється.

Економічні показники роботи підприємства в умовах ринку безпосередньо пов'язані з визначенням видів продукції, які доцільно виробляти. Хлібопродукти, що отримуються при переробці зерна, можна розподілити на такі види за їх призначенням: для харчової промисловості – борошно різних сортів, крупи; для тваринництва – висівки, з яких виробляють комбікорми; для паливно-енергетичної промисловості – зерновідходи, необхідні для виробництва паливних пелет [2].

Управління виробництвом хлібопродуктів є комбінованою задачею, що складається з низки завдань: складання рецептів помольних партій з урахуванням наявних замовлень на виробництво в залежності від потреб ринку кількості та якості наявної сировини (планування виробництва); вибір технологічної схеми виробництва з використанням окремих типів обладнання (розподіл ресурсів); вибір послідовності здійснення технологічних операцій на виробництві (календарне планування); контроль і управління обладнанням технологічних процесів (оперативне керування) (рис. 1).

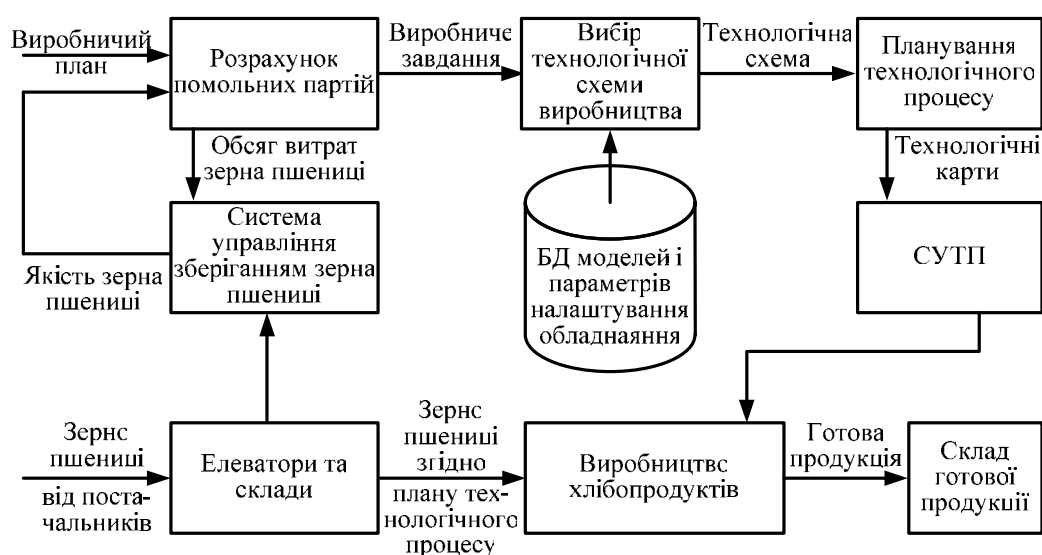


Рисунок 1 – Задачі управління виробництвом хлібопродуктів

Розв'язання цих задач оптимізації тісно пов'язані між собою і мають особливу значимість для належної організація і планування виробництва хлібопродуктів із заданими властивостями.

Постановка задачі

Метою досліджень є аналіз задач оптимізації, що вирішуються при управлінні виробництвом хлібопродуктів із заданими властивостями, розв'язання яких надає можливість мінімізувати витрати та забезпечити максимальну продуктивність виробництва.

Основна частина

При отриманні замовлення на виробництво хлібопродуктів з певними властивостями необхідно оцінити можливості зернопереробного підприємства щодо його реалізації, для чого потрібно послідовно розв'язати низку оптимізаційних задач.

1. Задача оптимізації рецептів (складу) помольних партій.

Метою розв'язання задачі оптимізації рецептів помольних партій є визначення множини видів продукції Y , об'єм їх виробництва N та якість Q . Тому на основі інформації про наявні запаси сировини на складах підприємства та його якість необхідно, в першу чергу, скласти виробниче завдання (план виробництва) $Z(Y, N, Q)$ на наступний обліковий період (місяць).

Для розв'язання задачі складання помольних партій необхідно використовувати відповідні стандартні методи оптимізації рецептур помольних партій із заздалегідь відомими параметрами якості та планування технологічного процесу, а також впроваджувати автоматизовані системи планування помольних партій.

Параметри, за якими визначається якість кожного виду продукції, встановлюється відповідними міжнародними та державними стандартами, а також договірними відносинами із замовником. Залежність між показниками, які характеризують якість сировини у складі помольної партії, визначається методами сучасної математичної статистики [3]. Визначивши показники кожного з компонентів, обирається така характеристика залежності, що потрібна для одержання окремої властивості в готовій продукції.

Залежно від кількості якісних показників багатокomпонентної помольної партії складається система лінійних рівнянь або нерівностей, що є математичною моделлю суміші [4], для вирішення задачі

виготовлення борошна із заданими показниками властивостей у наступному вигляді

$$\sum_{i=1}^m b_i x_{ij} \geq B_j; \quad \sum_{i=1}^m k_i x_{ij} \geq K_j; \quad \sum_{i=1}^m p_i x_{ij} \geq P_j; \quad \sum_{i=1}^m x_{ij} = 1$$

$$0 \leq x_{ij} \leq 1, \quad 0 \leq \sum_{j=1}^n x_{ij} \cdot N_j \leq X_i, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n},$$
(1)

де b_i – вміст білка, k_i – вміст клейковини, p_i – число падіння для пшениці відповідного класу; B_j – вміст білка, K_j – клейковини, P_j – число падіння для борошна відповідного сорту; N_j – маса помольної партії, причому $\sum_{j=1}^n N_j = N$; X_i – запас пшениці окремого класу, що

зберігається у зерносховищах хлібоприймального підприємства.

Задача оптимізації складання помольних партій формулюється наступним чином: необхідно визначити значення, при яких дотримуються задані вимоги до якості борошна та забезпечується мінімум витрат на його виробництво

$$J_1 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_i x_{ij} \rightarrow \min,$$
(2)

де коефіцієнти c_i – вартість пшениці відповідного класу; x_{ij} – частка пшениці окремого класу у загальній помольній партії; m – кількість класів сировини, що використовується при виробництві хлібопродуктів; n – кількість помольних партій у виробничому завданні.

Задача визначення оптимального складу продукції і планування виробничого завдання відноситься до задач лінійного програмування [5]. Результатом розв'язання задачі оптимізації виробничого завдання є визначення множини партій асортименту $Y(Q, N)$, яка може бути гарантовано вироблена у плануємий період.

2. Задача оптимізації розподілу ресурсів.

Метою процедури оптимізації розподілу ресурсів є вибір технологічної схеми виробництва хлібопродуктів. У технологічну схему виробництва хлібопродуктів входить L вальцових станків, які можуть використовуватись для отримання проміжних та кінцевих продуктів розмолу. Відомі затрати c_{1ij} , до яких приведе використання станка S_i для виробництва продукту Y_j .

Необхідно розподілити продукт по станкам так, щоб сумарні затрати на виготовлення хлібопродуктів різного ступеню розмолу були мінімальні, тобто

$$Y_2 = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^n c_{1ij} x_{ij} \rightarrow \min. \quad (3)$$

Для отримання математичної моделі, введемо змінні x_{ij} , що мають наступний сенс:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } S_i \in Y_j, \\ 0, & \text{якщо } S_i \notin Y_j. \end{cases}$$

Тому що кожний станок (за умовою) може використовуватися для виготовлення продукту тільки одного ступеня помолу, то

$$\sum_{i=1}^{l_j} x_{ij} = 1 \quad \text{для всіх } j = 1 \dots l_j, \quad (4)$$

де l_j – кількість послідовних операцій на окремих станках для виготовлення j -го виду продукції.

У результаті розв'язання задачі оптимізації розподілу ресурсів отримують оптимальну технологічну схему $S_Y(L, X, T)$ для виробництва окремого виду продукції із переліком технологічних машин з множини L , режимами їх налаштування X та терміном функціонування T .

При виборі технології виробництва необхідно проводити аналіз властивостей якісних показників V сировини, за якими визначається послідовність операцій L в технологічній схемі S для кожного виду продукції Y . Оптимізація параметрів налаштування обладнання X для забезпечення виробництва продукції із заданими властивостями може здійснюватися на основі аналізу регресійних моделей із бази даних (БД).

3. Задача планування технологічного процесу.

Для оптимізації функціонування підприємства в цілому необхідно організувати одночасне виробництво хлібопродуктів різних видів на одному технологічному обладнанні, що відрізняються часом обробки, для скорочення загального часу виробництва замовлення. Оптимізація технологічного процесу має скоротити час простою обладнання з урахуванням термінів налаштування машин технологічної схеми. Розрахунок оптимального графіка обробки партій зерна при

одночасній роботі обладнання можна здійснювати за модифікованими алгоритмами Джонсона [6]. Результатом розв'язання задачі планування є карта технологічного процесу з докладним перерахуванням послідовності і часових термінів функціонування та налаштування кожної одиниці обладнання виробничого процесу. Технологічні карти мають передаватися в систему управління технологічним процесом (СУТП), яка здійснює контроль і оперативне управління ходом технологічного процесу та станом обладнання.

Доцільно задачі управління виробництвом вирішувати комплексно з використанням систем підтримки прийняття рішень (СППР) в складі ІАСУ підприємством, яка призначена для полегшення праці управлінського персоналу та скорочення терміну прийняття рішень (рис. 2).

Кожна з розглянутих оптимізаційних задач повинна вирішуватись окремими модулями підсистеми рішення задач СППР в автоматизованій системі управління виробництвом.

Розрахунок оптимального керування зернопереробним комплексом може здійснюватися в АРМ диспетчера. Аналіз ефективності і термін виконання окремих рішень щодо здійснення технологічного процесу повинен проводитись в підсистемі моделювання для подальшого узгодження заказу на виробництво зі споживачем.

Підсистема моніторингу повинна здійснювати систематичне вимірювання всіх поточних параметрів функціонування об'єкту, стану сировини, готової продукції та обладнання, поповнення баз даних новою інформацією і фіксувати зміни параметрів системи для можливості подальшого календарного планування. Ефективна робота підсистеми моніторингу є необхідною умовою для підвищення ефективності функціонування зернопереробного комплексу.

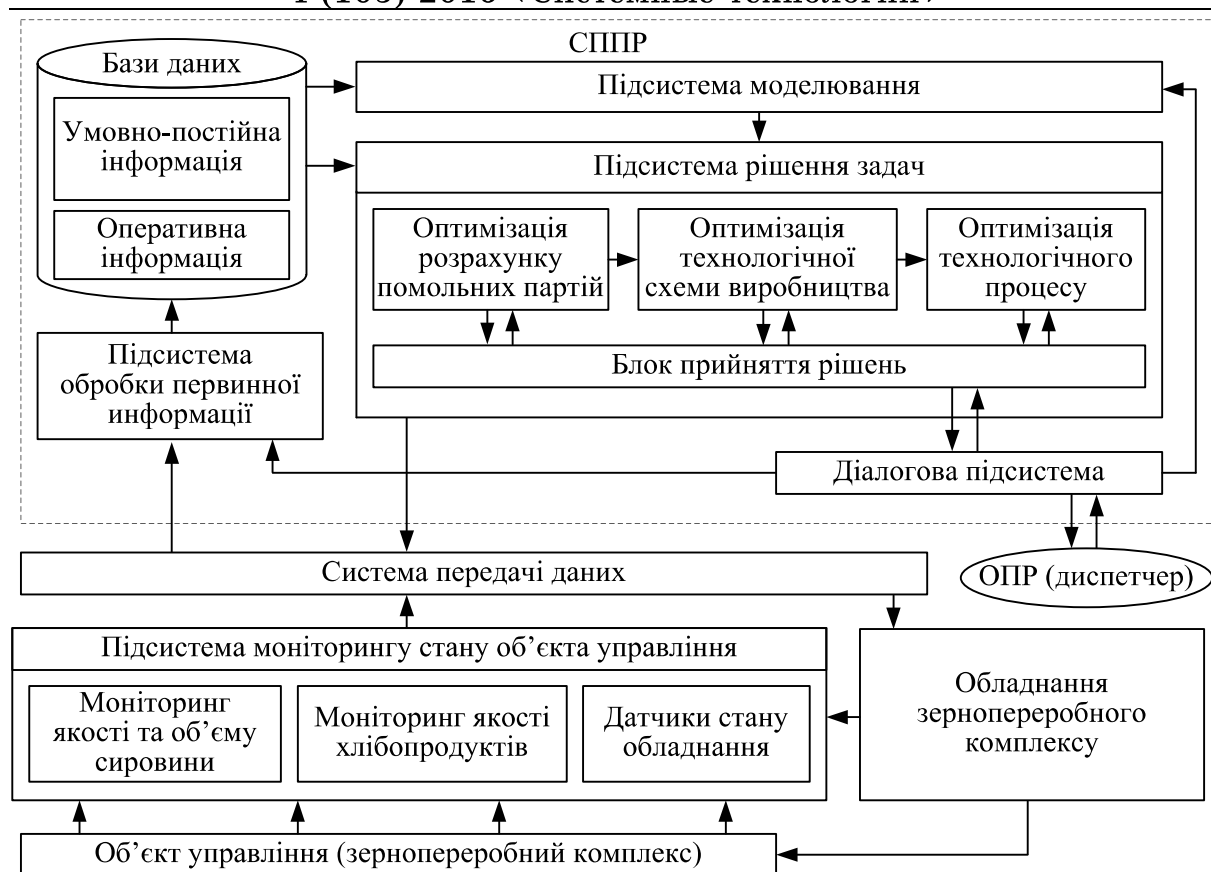


Рисунок 2 – Структура СППР для управління зернопереробним комплексом

Підсистема обробки первинної інформації виконує аналіз зовнішньої вхідної інформації, обробку інформації, що отримується від оператора, відображення даних у вигляді зручному для подальшої обробки і передачу інформації в базу даних.

Висновки

Проблема забезпечення конкурентоспроможності підприємств зернопереробної промисловості в умовах ринку вимагає впровадження досконаліших технологій, а також застосування сучасних технологій збору і обробки інформації.

Підвищити ефективність виробництва можливо за рахунок повного завантаження обладнання при постійній наявності замовлень і відповідної сировини на складі. Задачі своєчасного поповнення запасів сировини на складі повинні формулюватися як оптимізаційні з урахуванням витрачання сировини на виконання поточного виробничого завдання та строків надходження нових запасів сировини.

СППР ІАСУ можливо використовувати для оцінювання потенційної можливості виконання замовлень і прогнозу строків їх вико-

нання, організації технологічних процесів виробництва і управління ними.

ЛИТЕРАТУРА

1. ДСТУ ISO 9001:2009 Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2008, IDT). – [Чинний від 2009–09–01] – К.: Держспоживстандарт України. – 26 с.
2. Бутковский В.А. Технологии зерноперерабатывающих производств / В.А. Бутковский, А.И. Мерко, Е.М. Мельников. – М.:Интерграф сервис, 1999. – 472 с.
3. Бутковский В.А. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства (с основами экологии) / В.А. Бутковский, Е.М. Мельников. – М.: Агропромиздат, 1989. – 464 с.
4. Остапчук Н.В. Математическое моделирование технологических процессов хранения и переработки зерна / Н.В. Остапчук. – М.: Колос, 1977. – 240 с.
5. Банди Б. Основы линейного программирования / Б. Банди. – М.: Радио и связь, 1989. – 176 с.
6. Фомин Б.Ф. Автоматика и управление в технических системах. Кн. 3: Моделирование производственных систем / Б.Ф. Фомин, В.Б Яковлев. – К.: Вища школа, 1992. – 189 с.