

## **АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ПРИГОТУВАННЯ ХЛІБА**

Технологічний процес приготування хліба можна представити як складну динамічну систему в якій кінцевий результат залежить від результатів кожної стадії виробництва, а результат кожної наступної стадії залежить від показників, які отримані на попередній стадії. Цей процес має всі ознаки слабо формалізованого, а саме: унікальність процесу; якісна природа параметрів предметної області; неоднорідність (різнотипність) шкал вимірювання параметрів; нелінійний характер взаємозв'язку характеристик; різноманітність можливих форм взаємодії підпроцесів між собою.

Якщо прийняти, що при виготовленні хліба можна виділити  $i$  стадій: (підготовка сировини, приготування опари, приготування тіста, вистоювання тіста та його випікання) то для кожної стадії технологічним регламентом передбачені основні технологічні показники, які залежать від показників сировини на вході  $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$ . Після виконання кожної стадії передбачається отримання напівпродукту з показниками  $Y^i = \{y_1^i, y_2^i, y_3^i, \dots, y_n^i\}$  за рахунок виконання управляючих дій  $U = \{u_1, u_2, u_3, u_4\}$ , які також визначаються технологічним регламентом. Під дією зовнішніх збурень, а також за рахунок непередбачуваного перебігу технологічного процесу не завжди після конкретної стадії можливо отримати бажані показники. Так як результати наступної стадії суттєво залежать від результатів попередньої то на наступній стадії бажано скорегувати управляючі дії  $U$  до значень  $U'$  відповідно до  $f(U, Y^i)$ , де  $Y^i$  дійсні значення показників, що отримані після  $i$ -ої стадії (рис.1).

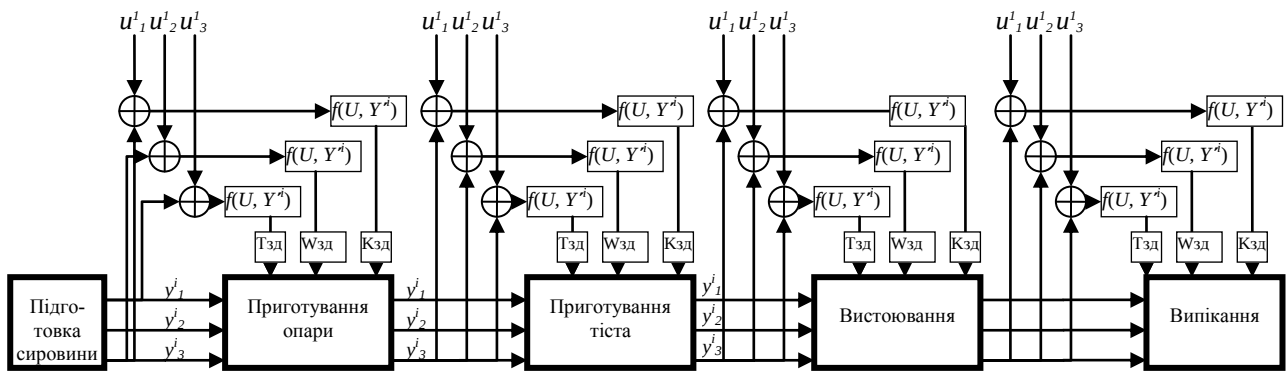


Рис.1. Структурна схема оперативної корекції технологічних параметрів приготування хліба

Для вирішення цієї задачі необхідно розробити прогнозуючу модель технологічного процесу, за допомогою якої можна за результатами показників технологічних параметрів, які отримані після завершення процесу на конкретній стадії виробництва, визначити прогнозні значення технологічних параметрів які можуть бути отримані на наступній стадії. Якщо значення цих параметрів будуть суттєво відрізнятись від регламентованих, необхідно буде приймати рішення з оперативної корекції управляючих дій цієї стадії таким чином, щоб компенсувати незадовільні показники попередньої стадії.

До недавнього часу існувало декілька загальноприйнятих методів прогнозування часових рядів: економетричні, регресивні, методи Бокса-Джонсона і інші. Останнім часом все більшої популярності для побудови прогнозуючих моделей слабоформалізованих процесів набувають штучні нейронні мережі (ШНМ).

Процес використання ШНМ у системах управління складається з двох етапів: навчання мережі і використання навченої ШНМ у якості прогнозуючої моделі у системі управління.

В процесі навчання ШНМ, на основі розроблених параметричних схем окремих стадій виробництва хліба, були виявлені взаємні залежності окремих технологічних параметрів для яких були зібрані відповідні експериментальні дані. Розроблення математичної прогнозуючої моделі проводилося в середовищі Matlab Neural Network Toolbox.

На рис.2 наведена загальна структура системи управління з прогнозуючою моделлю..

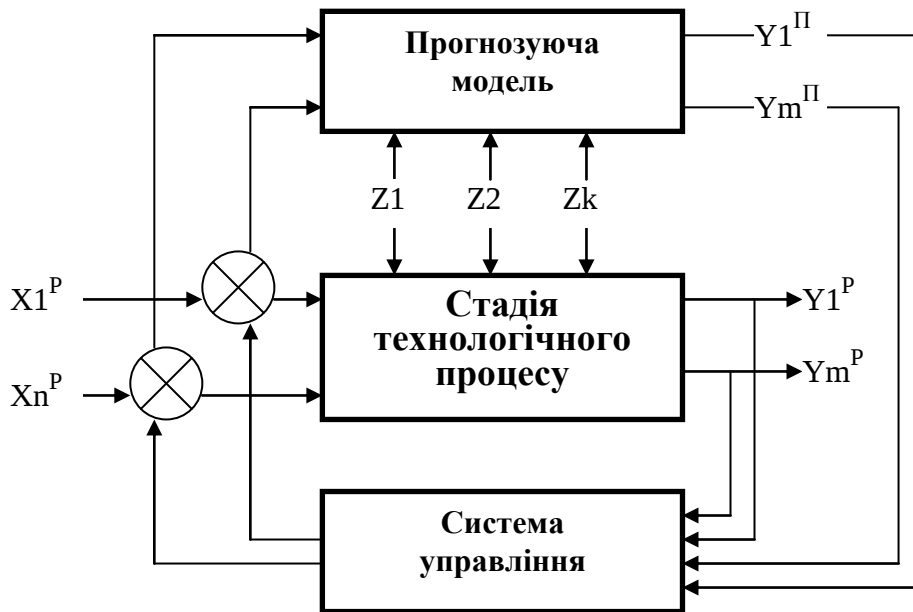


Рис.4. Структурна схема системи управління

На певну стадію технологічного процесу впливають технологічні параметри, які характеризують попередню стадію ( $Z_1$ - $Z_k$ ) та параметри, за допомогою яких можна керувати технологічним процесом стадії і які попередньо мають значення встановлені регламентом ( $X_1^P$ -  $X_n^P$ ). Ці значення поступають на навчену нейронно-мережову прогнозуючу модель, яка визначає прогнозовані значення технологічних параметрів, які характеризують роботу стадії ( $Y_1^П$  -  $Y_m^П$ ). Ці значення подаються у систему управління, яка порівнює ці значення зі значеннями технологічного регламенту ( $Y_1^P$  -  $Y_m^P$ ). Якщо між ними є суттєва різниця, система управління виробляє рекомендовані управляючі дії, які змінюють значення  $X_1$  -  $X_n$  таким чином, щоб нові прогнозовані значення параметрів ( $Y_1^{П''}$  -  $Y_m^{П''}$ ) відповідали регламентованим значенням.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB/ С.Д. Штовба.-М.: Горячая линия – Телеком, 2007.-288с.
2. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс = Neural Networks: A Comprehensive Foundation. — 2-е. / Хайкін С.— М.: «Вильямс», 2006. — 1104 с.