

УДК 681.5:664.6

# СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

**С. М. Швед**  
Асистент\*

Контактний тел.: (044) 287-97-96, 095-197-04-91  
E-mail: shved\_serгей@ukr.net

**І. В. Ельперін**

Кандидат технічних наук, професор, завідувач  
кафедрою\*

Контактний тел.: (044) 287-91-04

E-mail: elperin@nuft.edu.ua

\*Кафедра інтегрованих автоматизованих систем  
управління

Національний університет харчових технологій  
вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01601

*Проведено системний аналіз технологічного процесу виробництва хліба і системи управління ним за допомогою одного із методів структурного аналізу і проектування складних систем, а саме методології SADT (Structured Analysis and Design Technique). Розроблено діаграму процесу хлібобулочного виробництва*

*Ключові слова: метод SA-діаграм Д. Росса, корекція технологічних параметрів, вибір поліпшувачів, якість хлібобулочних виробів, підсистеми підтримки прийняття рішень*

*Проведен системний аналіз технологічного процесу виробництва хліба і системи управління ним з допомогою одного із методів структурного аналізу і проектування складних систем, а именно методології SADT (Structured Analysis and Design Technique). Розроблена діаграма процесу хлібобулочного виробництва*

*Ключевые слова: метод SA-диаграмм Д. Росса, коррекция технологических параметров, выбор улучшителя, качество хлебобулочных изделий, подсистемы поддержки принятия решений*

## 1. Вступ

Одним із найбільш ефективних способів підвищення стабільності отримання високих показників якості хлібобулочних виробів є впровадження сучасних методів автоматичного контролю і управління технологічним процесом приготування хліба. При вирішенні цього завдання необхідно розглянути декілька питань:

1. Вдосконалення інформаційного забезпечення системи управління за рахунок впровадження нових методів автоматичного контролю технологічних параметрів і якості готової продукції [1].

2. Впровадження нового сучасного технічного забезпечення системи управління, насамперед шляхом використання мікропроцесорної управляючої техніки і програмно-технічних комплексів до складу якого входить автоматизоване робоче місце (АРМ) оператора-технолога з встановленим спеціалізованим програмним забезпеченням.

3. Розробка і впровадження сучасного алгоритмічного, математичного і програмного забезпечення, яке може бути покладено в основу розробки автоматизованої системи підтримки прийняття рішень оператором-технологом [2].

## 2. Аналіз літературних джерел та постановка проблеми

Для визначення напрямку робіт з вдосконалення системи управління процесом приготування хлібобулочних виробів проведений системний аналіз техно-

логічного процесу виробництва хліба і системи управління ним. Системному аналізу взагалі і системному аналізу технологічних процесів хлібопекарського виробництва, зокрема, присвячено велику кількість літератури [3], [4], [5], в якій пропонуються різні варіанти структуризації технологічних процесів. Нами було використано один із методів структурного аналізу і проектування складних систем, а саме методологія SADT (Structured Analysis and Design Technique).

Метод SA-діаграм Д. Росса припускає розбиття складного виробничого ланцюга на локальні підсистеми таким чином, щоб підсистема в межах свого рівня взаємодіяла з невеликою кількістю інших підсистем, а її подальший перегляд був можливий в рамках багаторівневого дослідження отриманої структури [6]. Опис має форму SA-моделі та включає в себе декомпозицію даних та декомпозицію дій. Для виділення частини певного цілого обидві декомпозиції використовують одну і ту ж графічну конструкцію - SA-блок. За допомогою методології SA-діаграм легко аналізуються такі аспекти функціонування систем, як управління, обернений зв'язок та механізм управління.

## 3. Діаграма технологічного процесу

Розроблена діаграма процесу хлібобулочного виробництва (рис. 1), яка складається з чотирьох блоків: підготовки технологічного завдання, вибору поліпшувача, приготування хлібобулочних виробів, аналізу показників якості та корегування технологічного завдання.

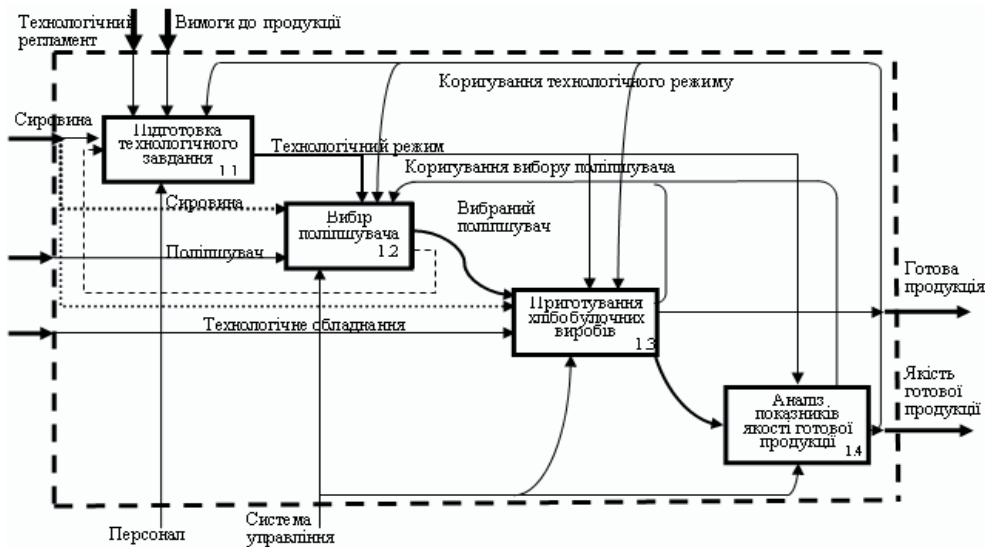


Рис. 1. Діаграма процесу хлібобулочного виробництва

Блок підготовки технологічного завдання відповідає за формування значень технологічних параметрів на різних стадіях виробництва (температура, вологість, час і інше) у відповідності до технологічного регламенту для конкретного сорту хлібобулочних виробів, показників якості сировини та очікуваних показників якості готової продукції.

Блок вибору поліпшувачів відповідає за аналіз показників якості сировини відповідно до вибраної продукції і вибір поліпшувача, який дозволить скорегувати показники якості сировини.

Блок приготування хлібобулочних виробів відповідає за сам процес виготовлення хліба. Для нього вхідними параметрами є сировина, поліпшувачі і технологічне обладнання, управління – технологічний режим, за виконання якого слідкує система управління. Виходом для цього блоку і всієї діаграми є хлібобулочні вироби. Цей вихід також є входом для наступного блоку, який відповідає за обробку показників якості вихідної готової продукції для можливого коригування прийнятих раніше рішень, щодо вибраного поліпшувача і технологічних режимів.

Як видно з діаграми прийняття рішення корегування вибору поліпшувачів може відбуватись як після аналізу показників якості готової продукції, так і після виконання і аналізу результатів виконання окремих стадій технологічного процесу. Це можна пояснити тим, що поліпшувачі впливають на окремі показники якості борошна, властивості яких можуть проявлятися на конкретній стадії виробництва. Для більш детального аналізу передбачається

декомпозиція окремих блоків. Найбільшу цікавість представляє діаграма процесу приготування хлібобулочних виробів, яка отримана в результаті декомпозиції блоку 1.3.

Для даної діаграми виділено три блоки (рис. 2), які відповідають основним стадіям виготовлення хліба: тістоприготування, вистоювання та випікання. Хоча при подальшій декомпозиції блок тістоприготування може бути поділений на стадії: підготовки і дозування сировини, замісу опари і

тіста, бродіння та формування тістової заготовки.

Із діаграми видно, що кожен попередній блок впливає на наступний двома потоками: матеріальним потоком напівпродукту і масивом даних, які характеризують перебіг даної стадії, і які можуть бути використані досвідченим оператором для корегування технологічних режимів наступної стадії, що є дуже важливим для управління процесом приготування хлібобулочних виробів. Це можна пояснити тим, що технологічний процес приготування хлібобулочних виробів складається з послідовності окремих операцій, кожна із яких, у відповідності з технологічним регламентом, повинна завершитись отриманням напівпродукту з відповідними технологічними показниками.

На кожній стадії процесу протікають досить складні за природою процесу, результати яких практично неможливо передбачити. Якщо на якійсь з стадій відбудеться суттєве відхилення від норми, про що будуть свідчити значення параметрів процесу, більшість з яких не підлягає інструментальному контролю, це може призвести до суттєвого погіршення якості гото-

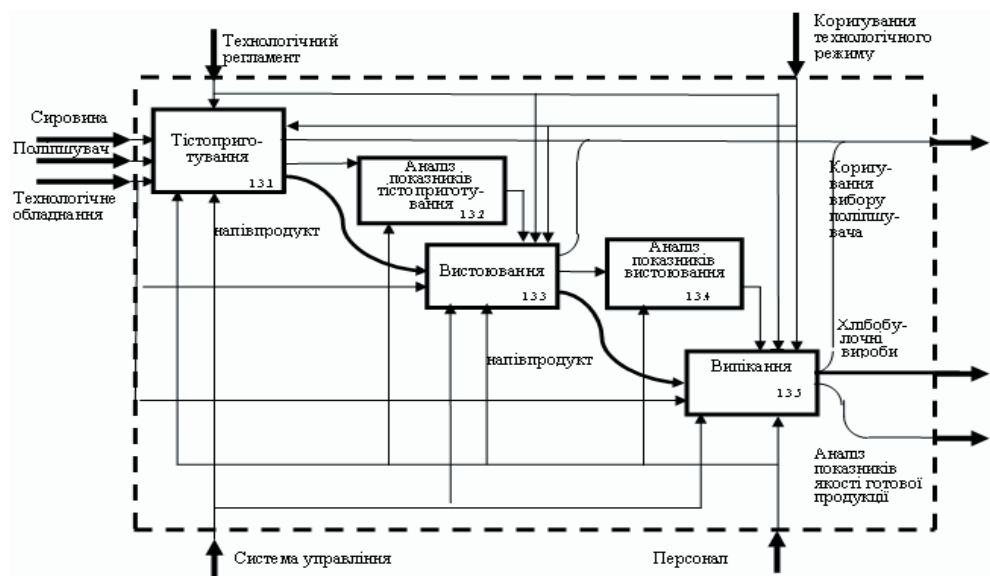


Рис. 2. Діаграма блоку приготування хлібобулочних виробів

вого продукту. Для того, щоб цього уникнути, необхідно проводити корекцію технологічних параметрів для наступних стадій і скорегувати процес управління для поточної стадії у відповідності з отриманими результатами.

Таку управляючу дію повинен виконувати оператор-технолог на основі своєї кваліфікації і досвіду роботи.

Проведений аналіз показав, що показники якості готової продукції залежать від показників якості борошна і оперативної зміни технологічних параметрів на різних стадіях виробництва в залежності від якості виконання технологічних операцій на попередній стадії виробництва.

#### 4. Висновки

Враховуючи, що технологічні процеси хлібопекарського виробництва характеризуються багатокомпонентністю сировини, високим ступенем невизначеності на різних етапах перебігу процесу виробництва хліба, нелінійними залежностями між параметрами, високими вимогами до якості готової продукції, відсутністю математичного опису багатьох явищ, які характеризують перетворення сировини та напівфабрикатів у готову продукцію існуючі системи автоматизації доцільно доповнити підсистемами підтримки прийняття рішень з використанням методів і алгоритмів нечіткої логіки.

#### Література

1. Райков А.Н. Интеллектуальные информационные технологии: Учеб. пособие /Московский гос. ин-т радиотехники, электроники и автоматики (технический ун-т) [Текст]/ А.Н.Райков. - М., 2000. - 96 с.
2. Черноуцкий И. Г. Методы принятия решений[Текст]/ И. Г.Черноуцкий.— СПб.:БХВ-Петербург, 2005. - 416 с : ил.
3. Козлов Г.Ф. Системный анализ технологических процессов на предприятиях пищевой промышленности [Текст]/ Г.Ф. Козлов, Н.В. Остапчук, В.В. Щербатенко. – К.: Техника, 1977. – 199 с.
4. Злобин, Л.А. Оптимизация технологических процессов производства хлебобулочных изделий [Текст]/ Л.А. Злобин // М.: Агропромиздат, 1987. – 198С.
5. Благовещенская М.М. Информационные технологии систем управления технологическими процессами [Текст]/ М.М. Благовещенская, Л.А. Злобин. - М.: Высшая школа, 2005.-768с.
6. Росс Д. Структурный анализ (SA): язык для передачи понимания [Текст]/ Д. Росс// Журнал доктора Тобба. – 1993. - №1. – С.9

#### Abstract

*The article outlines the issues necessary for the implementation of modern methods of automatic control and management of technological process of bread making in order to improve the high quality of bakery products.*

*To determine the scope of work for the improvement of the management process of bread making we carried out a systematic analysis of the technological process of bread production and systems of management applying SADT (Structured Analysis and Design Technique).*

*The diagrams of bakery production process show that each previous block affects the following according to two streams: the material flow of semi-product and the data array describing the progress of each stage, and that can be used by an experienced operator to correct technological modes of the next stage, which is very important for management of bakery products production, as each stage, in accordance with production schedules, must be completed by obtaining the semi-product with relevant technological parameters.*

*The analysis showed that the quality of the finished product depends on the quality of flour and operational changes of process parameters at different stages of production, depending on the quality of the manufacturing operations at each previous stage of production.*

*Taking into consideration the complexity of the technological processes of baking the existing automation system should be supplemented with subsystems of decision-making support using the methods and algorithms of fuzzy logic*

**Keywords:** *D. Ross SA-chart method, correction of technological modes, choice of conditioner, quality of bakery products, subsystems of decision-making support*