

УДК: 681.5:664.6

С. С. Шаруда, асп.; В. Д. Кишенько, к. т. н., доц.

## СЦЕНАРНИЙ ПІДХІД В УПРАВЛІННІ ХЛІБОПЕКАРСЬКИМ ПІДПРИЄМСТВОМ

*Розглянуто доцільність застосування сценарного підходу в управлінні технологічними процесами хлібопекарським виробництвом. Проведено факторно-цільовий аналіз функціонування системи. Наведено факторно-цільову діаграму для ділянки приготування опари.*

Хлібопекарська галузь є однією з важливих галузей харчової промисловості. Основними напрямками подальшого розвитку цієї галузі є підвищення якості та харчової цінності хліба, розширення асортименту, реконструкція та переобладнання хлібопекарських підприємств, впровадження раціональних ресурсо- і енергоощадних технологій виробництва хліба. Для організації сучасного хлібопекарського виробництва необхідні досконаліші методи управління технологічними процесами, які б забезпечували можливість досягнення високих техніко-економічних показників за рахунок зменшення затрат, економії сировини, палива та енергії.

Технологічні процеси виробництва хліба є дуже складними з точки зору оптимізації показників якості, втрат та продуктивності і являють собою сукупність окремих, головним чином, послідовних операцій [1]. Ефект кожної операції визначається не лише даною операцією, але й результатом впливу на продукт попередньої та наступної операцій. Саме до таких складних систем доцільно застосовувати сценарний підхід, який дозволяє адекватно формулювати думки фахівців щодо перебігу технологічних процесів та проводити багатоваріантний ситуаційний аналіз системи управління, забезпечує прийняття оптимальних рішень з управління в умовах невизначеності та ризику [2].

Для кожної системи можна виділити множину цілей її функціонування та множину факторів, що впливають на неї. Цілі та фактори, які є зовнішніми, зазвичай структуровані, тобто складаються із підцілей і підфакторів, які в свою чергу теж складаються із своїх підцілей і підфакторів і т. д. В результаті, список виявиться досить великим. Зрозуміло, що елементи отриманого списку нерівнозначні і по-різному впливають на поведінку системи. Отже, необхідно, враховуючи думки експертів, проранжувати цілі та фактори, відібрати з них найвагоміші, тобто провести факторно-цільовий аналіз. Разом з ним може ефективно застосовуватись ситуаційний аналіз, суть якого полягає в аналізі ситуацій — стадій розвитку системи, коли фіксується початкова та кінцева ситуація і визначаються переходи між ними. Таким чином, визначається набір внутрішніх цілей та факторів, що доповнюють відповідний набір зовнішніх.

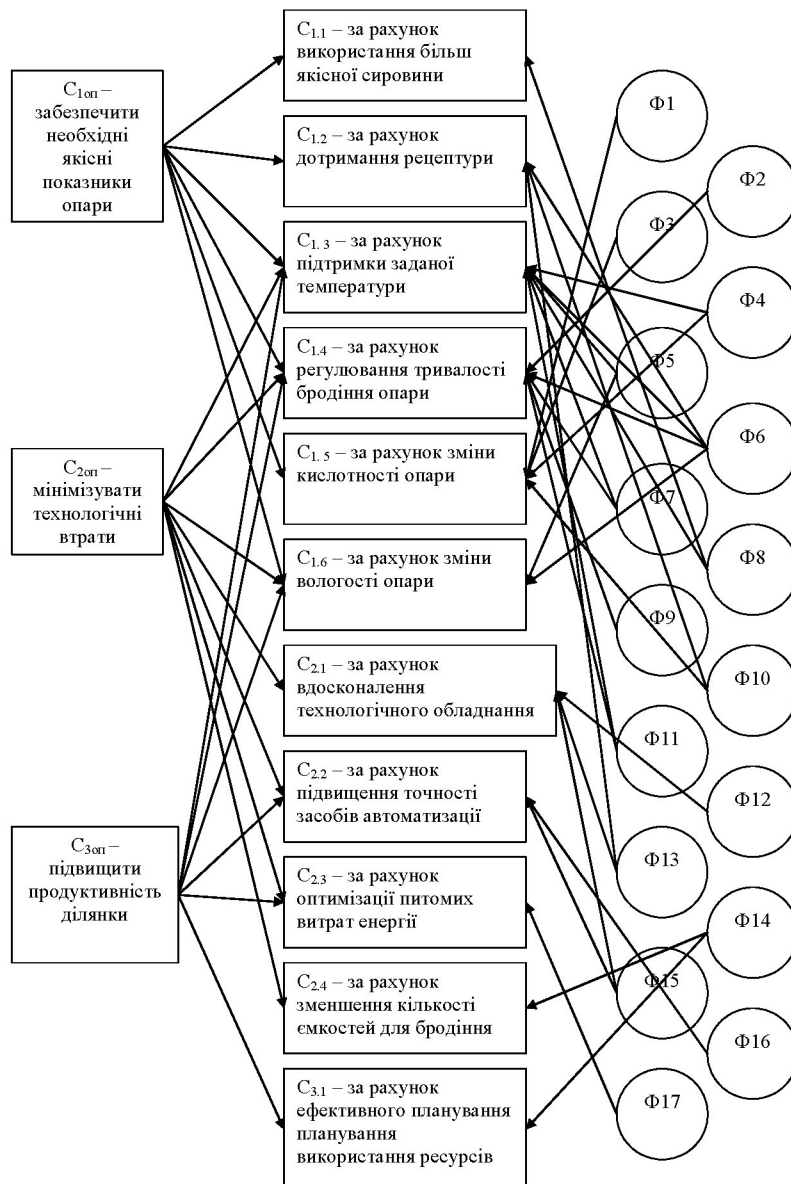
Задача визначення ситуацій та їх класифікації формується так. Ситуація визначається деяким відношенням на множині параметрів  $\{Y\}$ , які характеризують стан об'єкта управління, множиною класів ситуацій  $\{K_S\}$ , що відображені в сценарії управління, множиною алгоритмів класифікації  $\{K_A\}$ , а також правилами вибору алгоритмів класифікації  $\{P_K\}$ . Визначена ситуація дозволяє встановити множину моделей прийняття рішень з урахуванням ступеня ситуаційного ризику, згортки та динамічної пріоритетності критеріїв, типу та методів розв'язання конфліктів (ресурсних, критеріальних та ситуаційних). Множина вибраних моделей дозволяє сформулювати стратегії пошуку рішень по управлінню та здійснити їх синтез у відповідності з поточними цілями та критеріями управління, що відображаються в певному фрагменті сценарію управління.

Основні елементи, з яких складається сценарій мають такі характеристики:

- окремі фактори, виражені лінгвістичною змінною, що характеризує його нечітку належність до певного лінгвістичного поняття («низько», «нижче норми», «норма», «вище норми», «високо»);
- на основі експертного опитування вводяться бальні оцінки пріоритету цілей та експертні імовірнісні оцінки досягнення цілей при різних значеннях факторів впливу на технологічні процеси.

Під час управління технологічними процесами хлібопекарського підприємства може виникнути множина ситуацій, які вимагають розгляду та розробки алгоритмів для поточного аналізу ситуацій в реальному масштабі часу. В ході розробки сценаріїв управління слід наголосити на понятті операції. Операція сценарію – це крок сценарію управління.

Метод сценаріїв отримав потужну підтримку після створення спеціальних мов програмування сценаріїв. За його допомогою здійснюється первинне впорядкування проблеми, виявлення даних про її передісторію, поточний стан й зв'язки з іншими проблемами, також може будуватись прогноз подальшого перебігу технологічного процесу. Кожен сценарій зв'язує зміну зовнішніх умов з результуючими змінними. Сценарії являють комплекс моделей (метанабір системи), за допомогою яких при певних умовах функціонування системи визначаються послідовності фазових станів в принципові, з точки зору



Факторно-цільова діаграма ділянки приготування опари

більш ефективних факторів необхідно було розв'язати задачу кількісної оцінки та ранжування, за рахунок побудови матриці взаємодії простих цілей, рядки та стовпці якої відповідають цільовим розгалуженням (деревам), де знак взаємодії «+» або «-» задається з точки зору оцінки цілей та впливу між ними, а числове значення визначає силу взаємодії.

Фактори, які впливають на виконання цілей технологічного процесу приготування опари наведено таблиці.

управління, моменти – експертно значимі події [2]. Сценарій – спосіб досягнення поставлених цілей з урахуванням факторів впливу середовища, в якому знаходиться система.

Для побудови сценарію управління технологічними процесами хлібопекарського підприємства необхідно виділити основні цілі та на основі них побудувати факторно-цільову діаграму. Для кожної цілі будується дерево підцілей, головна ціль в даному випадку виступає коренем. Цільове дерево закінчуємо на простих цілях, які вже не деталізуються. В статті описується факторно-цільова діаграма для ділянки приготування опари (рисунок).

Кожна ціль оцінюється відповідною вагою, що визначена на основі експертного опитування. Такий підхід є достатньо суб'єктивним і вимагає достатнього аналізу ситуації зі сторони експертів. В свою чергу, якщо вершина  $C_i$  має вагу  $W_i$  і ця вершина має підцілі, то має місце така умова:

$$W_i = W_{i,1} + W_{i,2} + \dots + W_{i,n}, \quad (1)$$

Фактори впливу на поданій структурі показані кружками зі стрілками. Для вибору найбільш значущих цілей та най-

## Позначення основних факторів приготування опари

Фактор	Зміст
Ф1	Внесення поліпшувачів для зміцнення клейковини, поліпшення формостійкості подового хліба, збільшення об'єму хліба
Ф2	Об'єм опари
Ф3	Кількість клейковини, що вимивається з борошна
Ф4	Якість і сорт борошна
Ф5	Активність дріжджів
Ф6	Вологість опари
Ф7	Температура опари
Ф8	Сила борошна
Ф9	Підйомна сила опари
Ф10	Тривалість бродіння
Ф11	Інтенсивність бродіння опари
Ф12	Розрахунок обладнання, визначення кількості діж або об'єму бродильних апаратів зайнятих під опару
Ф13	Врахування пофазних витрат борошна та норми завантаження ємкості для бродіння
Ф14	Вибір способу транспортування опари, який впливає на фізичні властивості та якість напівфабрикату
Ф15	Кількість сухих речовин борошна, що витрачаються на бродіння опари
Ф16	Виконання своєчасної перевірки засобів вимірювання
Ф17	Енергоємність обладнання

В результаті факторно-цільового аналізу, встановлено та відкореговано такі цілі та фактори впливу на ділянці приготування опари: на якість опари найбільше впливає такий фактор як інтенсивність бродіння опари, продуктивність процесу приготування опари найбільше залежить від тривалості бродіння, втрати визначаються у відсотках і залежать від кількості сухих речовин, що витрачаються на бродіння опари.

Для реалізації сценарних алгоритмів управління процесами хлібопекарського виробництва необхідним є формалізація змінних, які характеризують технологічні процеси, зокрема процес приготування опари. Для цього розв'язується задача лінгвістичної апроксимації.

Далі формуємо А-сценарій системи, для якого визначені об'єктні потоки. Для відображення динаміки складної системи використовується апарат мереж Петрі, який дозволяє виявляти помилки абстрактного сценарію системи [3, 4].

Динамічне моделювання (перевірка коректності) сценарію системи може бути організоване як глобальна (створюється повний ієрархічний опис сценарію і лише потім відбувається аналітичне чи / і імітаційне дослідження повного опису) чи локальна процедура (виконується послідовне пошарове моделювання шляхом побудови та аналізу ланцюжка сценарних модулів).

Моделювання мережі Петрі відбувається імітаційним чи аналітичним способом. Імітаційне моделювання полягає у визначенні послідовності станів мережі, що відповідають тій, чи іншій послідовності спрацювання переходів. При аналітичному моделюванні визначаються її властивості та застосовується метод дерева досягнення цілей.

Мережа Петрі отримана на основі А-сценарію дозволяє моделювати рух об'єктних потоків в системі, але без урахування досягнення цілей та факторів впливу зовнішнього середовища.

На третьому етапі А-сценарій перетворюється в С-сценарій: структуруються об'єкти; вводяться класи об'єктів та переходи між ними, формуються описи життєвих циклів всередині кожного класу; визначається набір інтегральних показників функціонування системи (значення цих показників встановлюються в ході імітаційного моделювання С-сценарію); задаються вирази залежностей ступеня досягнення цілей від інтегральних показників та факторів впливу.

Якість функціонування систем виробництва хліба можна охарактеризувати як гаранто-

ваний випуск готових виробів стандартної (найкращої) якості [5, 6]. Основний економічний ефект хлібопекарських систем — максимальний вихід готових виробів з мінімальними витратами. Отже, якість функціонування систем виробництва хліба можна оцінити змішаним критерієм — мінімальний період часу  $T$ , що затрачається на досягнення мети (максимальний вихід хлібних і борошняних кондитерських виробів), а ефективність цього шляху — гарантований вихід готових виробів стандартної (найкращої) якості.

### Висновки

В статті розглянуто доцільність застосування сценарного підходу для побудови систем управління технологічними процесами хлібопекарського виробництва. На основі факторно-цільового аналізу та визначення множин атрибутів, потоків, факторів, життєвих станів даного об'єкта управління, сформовано структури взаємодії між цілями та факторами, що дозволило визначити найвпливовіші цілі та ґрунтовно підійти до формування структур сценаріїв управління.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Злобин Л. А. Оптимизация технологических процессов хлебопекарного производства / Л. А. Злобин. — М. : Агропромиздат, 1987. — 200 с.
2. Кононов Д. А. Эффективные стратегии формирования сценариев поведения сложных систем в АСУ ЧС / Д. А. Кононов // Автоматика и телемеханика. — 2001. — № 2. — С. 170—181.
3. Юдицкий С. А. Сценарный подход к моделированию поведения бизнес-систем / С. А. Юдицкий. — М. : Синтег, 2001. — 108 с.
4. Томашевський В. М. Моделювання систем / В. М. Томашевський. — К. : Видавнича група BNV, 2007. — 352 с.
5. Щербатенко В. В. Регулирование технологических процессов производства хлеба и повышение его качества / В. В. Щербатенко. — М. : Пищевая промышленность, 1976. — 232 с.
6. Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва / В. І. Дробот. — К. : Логос, 2002. — 365 с.

Рекомендована кафедрою комп'ютерних систем управління

Надійшла до редакції 21.10.08  
Рекомендована до друку 20.11.08

**Шаруда Світлана Сергіївна** — аспірантка, **Кишенько Василь Дмитрович** — доцент.

Кафедра автоматизації і комп'ютерно-інтегрованих технологій Національного університету харчових технологій, м. Київ