

# Динамічна експертна система при прецедентному керуванні технологічними комплексами

А.П. Ладанюк<sup>1</sup>, Є.С. Проскурка<sup>1</sup>

*Annotation* – In a lecture examined to the feature of the use of dynamic expert systems in the tasks of management of food productions technological complexes. Realization of the applied functions of management comes true on basis on the basis of scenario-precedent approach in the conditions of situational vagueness.

*Key words* – Expert systems, precedent management and scenario approach.

## I. ВСТУП

Необхідність підвищення ефективності функціонування технологічних комплексів харчових виробництв, забезпечення необхідної якості продукції, підвищення продуктивності обладнання, економія сировинних та енергетичних ресурсів приводить до створення нових структур керування – класу організаційно-технологічних систем. На основі фундаментальних досліджень, виконаних на кафедрі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, показано, що технологічні процеси харчових виробництв характеризуються рядом особливостей, зокрема, здатністю до самоорганізації, адаптації відносно умов функціонування, регуляції з утворенням дисипативних просторово-часових структур, в тому числі і хаотичних. Системи керування такими складними об'єктами повинні враховувати вказані особливості технологічних процесів харчових виробництв за рахунок створення механізмів адаптації, інтелектуалізації, реконфігурації на основі новітніх технологій промислових та комп'ютерних мереж різного рівня. Розроблена методологія і алгоритми структурно-параметричних синтезу систем керування технологічними процесами харчових виробництв на основі сценаріїв керування, що дають можливість створення інтелектуальних систем у вигляді експертних систем реального часу, які направлені на виявлення та усунення проблемних ситуацій з використанням знань, досвіду операторів-технологів та встановлених закономірностей розвитку технологічних об'єктів, а також реалізації нестереотипних стратегій керування на основі багатоагентних інформаційних технологій. На сьогодні експертні системи стали реальним інструментом керування об'єктами та комплексами [1, 2].

## II. СТРУКТУРА ТА ФУНКЦІЇ ДИНАМІЧНОЇ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ

Експертна система формується на інформаційних технологіях, що охоплюють такі основні процеси: обробку даних та знань, керування інформацією та знаннями, представлення та інтерпретацію результатів для оператора-технолога, тобто реалізацію прикладних

функцій відображення та обробки даних і знань, суджень в предметній галузі та спілкування з користувачами.

Незважаючи на особливості застосування в системі керування окремими технологічними процесами харчової промисловості в динамічній експертній системі виділяємо обов'язкові компоненти, як:

- база знань, що складається із таких компонентів: бази цілей, бази сценаріїв, бази прецедентів, бази фактів, бази правил, бази процедур, бази моделей, бази метазнань.

База цілей визначає систему цілей, критеріїв, оцінку змінювання їх пріоритетності, порядок надання переваг при різних умовах функціонування об'єкта керування, моделі виникнення критеріальних конфліктів, їх класифікації та методи розв'язання, схеми компромісів.

База сценаріїв, що описують зміну параметрів об'єкта керування, дискретно фіксуючи принципові з точки зору процесу керування моменти переходу в нові якісні стани (ситуаційно-значущі зони), які визначаються експертним шляхом чи за допомогою експериментального визначення атракторів поведінки об'єкта керування. Сценарії дозволяють визначити ефективні стратегії керування, основані на організації топологічно узгоджених енерго-ресурсноощадних керуючих впливів резонансного характеру.

База прецедентів визначає проблемну ситуацію та способи її розв'язання шляхом вибору подібності ситуації із реальною, формуванні підготовленого рішення, чи його генеруванні на основі евристик та додаткової інформації від об'єкта керування та користувача. В базі фактів (даних) зберігаються конкретні дані про стан об'єкта, умов його функціонування, задачі та завдання, які визначені оператором-технологом.

База правил охоплює правила прецедентів, за якими діє оператор-технолог на основі його досвіду по роботі з даним об'єктом.

База процедур складається із прикладних програм, що реалізують необхідні перетворення та обчислення, включаючи і задачі оптимізації.

База моделей представляє систему технологічного моніторингу, до основних функцій якої слід віднести: обробку вхідної вимірювальної інформації (очищення сигналів від шумів, відновлення пропусків даних, виділення викидів), аналіз ситуації та формування на її основі класів ситуацій у відповідності з сценаріями керування, адаптивна ідентифікація сценарних моделей, формування правил змінювання поведінки об'єкта в сценарному просторі рішень, оцінка ефективності прийнятих та реалізованих рішень по керуванню. Більшість задач технологічного моніторингу вимагають застосування спеціальних методів обробки інформації з

<sup>1</sup> Національний університет харчових технологій, вул. Володимирська, 68, м. Київ, 01033, УКРАЇНА, E-mail: mjevgen@meta.ua

використанням інтелектуальних механізмів. Основна ідея таких технологій: розв'язати проблему інтерпретації таким чином, щоб узгодити систему понять предметної галузі із системою понять формальних моделей як початкової інформації для розв'язання прикладних задач.

База метазнать має опис методів функціонування експертної системи та взаємодії різних компонентів для отримання необхідних результатів.

Організація взаємодії компонентів бази знань визначається вирішувачем, який складається із ряду блоків, що реалізують логічне виведення. Блок дедуктивного виведення здійснює у вирішувачі дедуктивні судження, за допомогою яких із бази знань, фактів і правил виводиться рішення по керуванню. Крім того, організуються евристичні процедури пошуку розв'язання задач керування за сценаріями. Для прийняття рішень по керуванню на основі аналогій та прецедентів використовується блок індуктивного логічного виведення. Призначення блоку функціональних перетворень полягає у розв'язанні задач розрахунково-логічного та арифметичного типу.

Функція спілкування реалізується за допомогою компоненти природно-мовного інтерфейсу, так і за допомогою системи графічного представлення та інтерпретації рішень по керуванню технологічним об'єктом.

Розроблені мережеві структури систем інтелектуального керування технологічними комплексами як складних організаційно-технологічних систем. Розглядалися такі мережеві структури, які на відміну від традиційних структур систем керування, що мають фіксовані та задані активні елементи, адаптуються шляхом мережевої взаємодії елементів (центрів обробки інформації) в залежності від ситуації та характеру функціональних задач прикладного значення. Така необхідність визвана тим, що функціональна роль елементів систем керування технологічними комплексами повинна мати необхідне різноманіття, достатнє для реалізації всього широкого спектру прикладних функцій при швидких змінюваннях умов функціонування та виробничих завдань. Мережева взаємодія здійснюється шляхом горизонтальної та вертикальної інтеграції за рахунок виникнення ієрархій, змінювання складу елементів, динамічного розподілу повноважень у прийнятті рішень з дотриманням причинно-наслідкових та технологічних обмежень.

Розроблено програмне забезпечення систем керування біотехнологічними процесами з використанням сучасної передової технології розробки багатоагентних інтелектуальних систем Gaia.

Програмна система забезпечує автоматизоване настроювання на поведінку об'єкта керування шляхом вводу в систему основних понять, атрибутів, їх можливих значень, зв'язків між ними, а також типів можливих ситуацій, характерних для ситуаційно значущих зон, що відображаються в сценарно-когнітивних моделях.

Розроблене програмне забезпечення відповідає необхідним вимогам: забезпечення можливостей для його

перенесення на різні інформаційно-технологічні програмні платформи, підтримки мережевої взаємодії, багатопотокова обробка даних, інтелектуальність, здатність до адаптації, мобільність, тобто забезпечення переміщення агентів по мережі.

### III. ВИСНОВОК

На основі проведеного ситуаційного аналізу технологічних процесів харчових виробництв за допомогою створених сценарно-когнітивних моделей та визначених тенденцій розвитку виробничих ситуацій розроблені бази знань інтелектуальних систем керування з використанням багатоагентних технологій. Розроблені алгоритми ресурсо- та енергоощадного керування технологічними процесами при умові розв'язання критеріальних та ресурсних конфліктів.

Теоретичні та експериментальні дослідження дозволили розробити адекватні моделі, що імітують розумову діяльність операторів-технологів при вирішенні проблемних ситуацій, які виникають в процесі прийняття рішень при керуванні технологічними процесами, особливо в нештатних та критичних режимах їх функціонування.

Створені моделі є основою бази знань для побудови ефективних інтелектуальних систем керування. Основна увага при аналізі та моделюванні технологічних процесів була зосереджена на виявленні в реальному часі механізмів самоорганізації об'єктів керування за рахунок властивих для технологічних процесів харчових виробництв явищ регуляції, що дозволить в значній мірі зменшити витрати енергетичних та матеріальних ресурсів при досягненні цілей управління.

Розроблене програмне забезпечення відповідає необхідним вимогам: забезпечення можливостей для його перенесення на різні інформаційно-технологічні програмні платформи, підтримки мережевої взаємодії, багатопотокова обробка даних, інтелектуальність, здатність до адаптації, мобільність.

Ефективність керування технологічними комплексами харчових виробництв може значно підвищитись за рахунок створення динамічних експертних систем, в яких реалізовані алгоритми обробки даних та знань про проблемні ситуації, що вимагають застосування нетривіальних підходів, основаних на використанні сценаріїв керування та прецедентного підходу.

### СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- [1] Стефанов В.А., Федун Б.Е. Бортовые оперативно-советующие экспертные системы (БОСЭС) типовых ситуаций функционирования антропоцентрических (технических) объектов. – М.: Издательство МАИ. – 2006. – 191 с.
- [2] Рыбина В.Г. Теория и технология построения интегрированных экспертных систем. – М.: Научтехлитиздат. – 2008. – 482 с.