

Національна академія наук України
Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Українська Асоціація з автоматичного керування
Національний комітет Росії з автоматичного управління
Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України
Інститут космічних досліджень НАН і ДКА України
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій
і систем НАН і МОНМС України
Московський державний університет імені М.В. Ломоносова
Національний університет харчових технологій

АВТОМАТИКА / AUTOMATICS – 2012

**XIX Міжнародна конференція
з автоматичного управління**

Матеріали конференції

**26 – 28 вересня 2012 року
Київ**

Київ
Видавництво НУХТ
2012

Сценарно-синергетичне керування технологічними комплексами в умовах ситуаційної невизначеності

Кишенько В.Д.¹

Abstract - The results of studies, technological complexes of food industry and creation systems of automated control of complex objects under uncertainty based on the scenario approach and principles of synergetics.

Keywords – automated control, technological complex, synergetics, mathematical model, scenario approach.

структур та систем управління біотехнологічними процесами.

II. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

I. ВСТУП

Впровадження прогресивних комп'ютерних технологій є однією із головних складових інтенсифікації виробничих процесів. Зважаючи на значні ресурси і широкі можливості апаратних засобів обчислювальної техніки, на передній план виступає проблема створення новітніх методологічних, алгоритмічних та програмних засобів автоматизації на основі досягнень теорії та практики керування. Розробка інтегрованих систем керування технологічними процесами вимагає принципово нових підходів згідно із концепцією їх представлення як складної організаційно-технічної системи. Крім того, урахування в максимальній мірі специфічних особливостей складних технологічних об'єктів дозволить органічно організувати і забезпечити телеомну їх поведінку: малопотужні, але топологічно узгоджені керуючі дії резонансного характеру приводять до розкриття і задіявання потенціально багатих ресурсів, прихованих в організаційних та технологічних структурах[1].

Кафедрою Автоматизації процесів управління Національного університету харчових технологій проводяться дослідження по розробці інтегрованих систем керування технологічними комплексами харчових виробництв. Основна увага приділяється біотехнологічним комплексам спиртової, пивоварної, хлібопекарської промисловості, виробництва дріжджів та цукру[2].

Мета роботи полягає у створенні наукових основ та впровадженні методів управління складними біотехнологічними процесами харчових виробництв з використанням сучасних теорій самоорганізації, адаптивного управління, регулярної і хаотичної динаміки нелінійних систем, прийняття рішень в умовах невизначеності та ризику. Наукові та практичні результати роботи базуються на дослідженні особливостей біотехнологічних процесів харчових виробництв як складних нелінійних динамічних об'єктів; їх математичному моделюванні з урахуванням ефектів самоорганізації просторово-часових структур, хаотичної поведінки і інш.; побудови сценаріїв управління; розробки

Одна з робочих гіпотез дослідження полягає в тому, що технологічні процеси харчових виробництв виділяються в один клас об'єктів із своїми особливостями, критеріями оцінки процесу функціонування, моделями та специфічними властивостями щодо самоорганізації та адаптації до змінюваних умов роботи. При дослідженні технологічних процесів враховуються такі фактори, як зменшення ступенів свободи, самоорганізація, знаходження в конкретному стані та можливість еволюції. Закономірності самоорганізації в умовах хаотичного спонтанного структурування відображаються в описі топології областей атракторів як центрів дисипативного структурування процесів управління.

З використанням системного та категорійно-функторного підходів проведений аналіз технологічних процесів харчових виробництв. Встановлено, що технологічні процеси харчових виробництв мають всі характерні ознаки складних об'єктів керування: ієрархічність; складні взаємозв'язки між типовими процесами; високий ступінь невизначеності; суттєва динамічність просторо-часових структур. Виявлені основні класифікаційні ознаки технологічних процесів харчової галузі, які дозволяють розробити типові підходи для вирішення задач моделювання, оптимізації та управління.

Сформований комплекс показників для оцінки характеристик технологічних процесів, проведена квантифікація цілей дозволила визначити критерії управління основними технологічними процесами харчових виробництв.

Розроблені концептуальні моделі технологічних процесів харчових виробництв, які відображають всі можливості варіантів кінетики технологічних процесів, розроблений каталог структур математичних моделей, який дозволяє здійснювати оптимальний вибір та побудову математичних моделей технологічних процесів харчових виробництв.

Здійснена постановка та вирішена задача ідентифікації технологічних процесів в класі адаптивних нелінійних моделей. Розроблені алгоритми автоматичної структурної ідентифікації статичних об'єктів з використанням методів розпізнавання образів та динамічних об'єктів на основі аналізу вейвлет-перетворень вхідних та вихідних

¹ Національний університет харчових технологій, вул. Володимирська, 68, Київ, 01601, УКРАЇНА, E-mail: kvd1948@gmail.com

сигналів об'єкта керування та інтелектуального класифікатора структур математичних моделей. Розроблені алгоритми та програми параметричної ідентифікації об'єктів керування на основі методів найменших квадратів та стохастичної апроксимації. Шляхом моделювання встановлені оптимальні значення параметрів адаптації математичних моделей технологічних процесів.

Проведене комп'ютерне моделювання технологічних процесів дозволило визначити якісний характер поведінки об'єктів керування (змінювання атракторів в залежності від управляючих параметрів) та виявити шляхи удосконалення процесів управління для широкого класу технологічних процесів, наприклад, використання резонансного збудження, управління хаосом, розробки сценаріїв управління, інтелектуальних підсистем прийняття рішень, тощо[3].

Створені сіткові моделі-модулі ситуаційної поведінки технологічних процесів харчових виробництв з урахуванням різних форм невизначеності. Розроблені алгоритми та програми розв'язання функціональних задач технологічного моніторингу. Здійснена побудова сценаріїв управління технологічними процесами в формі мереж Петрі, які враховують особливості атрактивної поведінки об'єктів керування. Розроблені алгоритми прийняття динамічних рішень при багаточільовому управлінні технологічними процесами з урахуванням ситуаційних та оперативних ризиків та динамічності пріоритетів критеріїв. Розроблені алгоритми розв'язання ресурсних та критеріальних конфліктів при управлінні технологічними об'єктами.

Визначені три концептуальних цілі оптимізації технологічних процесів: якість, продуктивність та питомі витрати і втрати сировинних ресурсів. Згідно із принципами кваліметрії та експертного опитування вибрані показники якості напівфабрикатів та готової продукції основних технологічних процесів.

Задача багатокритеріальної оптимізації вирішувалась з використанням методів та принципів оптимальності, які базуються на агрегуванні оцінок альтернатив одномірними та багатомірними функціями корисності та формуються на основі відношення домінування за Парето. Пошук оптимальних рішень здійснювався на основі самоорганізації та ситуаційної оцінки як особою, що приймає рішення (ОПР), так і за допомогою інтелектуальних методів оцінки та класифікації ситуаційних моделей. Альтернативні варіанти рішень аналізувались з урахуванням ситуаційного та оперативного ризику, що дозволило вибрати та реалізувати ефективні рішення по управлінню в режимі реального часу з максимальною мірою адаптивності. Використовувались сучасні підходи до вирішення задач багатокритеріальної оптимізації: генетичні та нейромережеві технології. З урахуванням оцінок характеру поведінки технологічних процесів, визначених при аналізі та інтерпретації результатів імітаційного моделювання технологічних процесів як складних динамічних систем, розроблені моделі – модулі поведінки

технологічних процесів, які є складовими сценаріїв управління, що визначають способи досягнення поставлених цілей управління з урахуванням факторів впливу середовища та завдань і планів, визначених вищими рівнями управління чи особою, що приймає рішення. Визначені основні складові сценаріїв функціонування, управління, інжинірингу та реінжинірингу: цілі, фактори впливу, операції та міжопераційні зв'язки. Розроблені абстрактні (А) та ситуаційні (С) сценарії, які математично трансформуються у вигляді сіткових моделей Петрі.

Розроблені алгоритми та програми для підсистеми технологічного моніторингу систем управління технологічними процесами: відбраковка аномальних вимірювань як поодиноких, так і групових; визначення структурних змінювань в об'єктах управління для вирішення задач структурної ідентифікації та адаптивного управління; встановлення режиму роботи об'єкта (статичний, динамічний, нестаціонарний); прогнозування поведінки об'єкта управління з використанням статистичних методів, фрактального та хвильового підходу; ситуаційної класифікації з використанням методів розпізнавання образів та кластерного аналізу. Встановлені особливості самоорганізації технологічних процесів, які враховані в сценаріях управління. На основі проведених досліджень виконано факторно-цільовий та ситуаційний аналіз функціонування технологічних процесів, що дозволило виявити цілі та визначальні фактори; проведена квантифікація цілей та їх ситуаційне ранжування. Розроблені сценарії управління біотехнологічними процесами; здійснений формально-графічний опис цих сценаріїв. Розроблена методика перевірки коректності сценаріїв управління технологічними процесами та перетворення в адекватні сіткові моделі Петрі відповідних типів. Проведене динамічне комп'ютерне моделювання розроблених сценаріїв управління на основі планів-моделей поведінки. Визначені раціональні форми представлення результатів машинного експерименту та їх інтерпретації. Розроблені алгоритми прогнозування в рамках підсистеми технологічного моніторингу технологічних процесів. В цих алгоритмах використані сучасні підходи до вирішення задач прогнозування (фрактали, кроскореляційні інтеграли, рухомі репери, використання прецедентного аналізу та методів розпізнавання образів). Розроблені алгоритми ситуаційної класифікації з використанням методів нечіткої кластерізації, багатомірного шкалювання та динамічних згущень. Технологічні процеси (в цілому чи на певних етапах їх поведінки) формуються у вигляді задач багатокритеріального прийняття рішень. Такі задачі вирішуються як компроміс між ступенями досягнення цілей, що характеризуються окремими критеріями. Реальні умови проведення технологічних процесів ускладнюють вирішення задачі багатокритеріальної оптимізації. Визначені динамічні характеристики вибраних критеріїв в залежності від ситуації, яка складається на об'єкті керування, як в часових, так і критеріальних координатах (визначення пріоритетності

критеріїв). Розроблені методи та алгоритми багатокритеріальної оптимізації технологічних процесів, які враховують ситуаційну динамічність критеріїв при різних умовах функціонування технологічних об'єктів при наявності дефіциту ресурсів на управління. При цьому розглядалась та вирішувалась задача розв'язання конфліктів, що виникали: критеріального, ресурсного, інформаційного, через запізнення управлінь, невизначеності оцінки якісних показників тощо. Запропоновані алгоритми визначення типу конфлікту: визначені умови переведення системи керування із одного типу конфліктів в інший, наприклад, із антагоністичного до конфліктів взаємодії та сприяння. Сформульовані показники та критерії для розробки систем управління технологічними процесами на основі принципу локалізації, основна ідея якого полягає в організації в системі управління окремих підсистем, де реалізуються окремі прикладні функції: технологічного моніторингу (обробка вхідної інформації, виділення аномальних значень, фільтрація даних, відновлення пропусків, встановлення режиму технологічного процесу, динамічний аналіз ситуацій, оцінка ефективності прийнятих рішень), планування та діагностики, прийняття рішень по управлінню з урахуванням ризику та невизначеності, людино-машинного інтерфейсу. Визначені показники функціонування окремих підсистем характеризують забезпечення ними виконання прикладних задач в повному визначеному обсязі при досягненні встановлених норм за точністю, економічністю та універсальністю.

Розроблена методологія і алгоритми структурно-параметричного синтезу систем управління технологічними процесами харчових виробництв, які дозволяють на єдиній методологічній платформі формувати структури систем управління конкретними технологічними процесами.

Проведений синтез структур систем управління біотехнологічними процесами харчових виробництв.

Основною умовою цього синтезу є виконання визначених прикладних функцій із забезпеченням достатньої точності, надійності, економічності та функціональної гнучкості. Основу архітектури систем управління технологічними процесами складають підсистеми мікропроцесорного локального управління, технологічного моніторингу та інтелектуальної підтримки прийняття рішень.

Здійснений системний структурний аналіз систем керування складними технологічними процесами харчових виробництв, які розглядаються як розподілені інформаційні системи, що мають розгалужену обчислювальну мережу, яка охоплює весь комплекс рівнів керування (технологічні та організаційні). Під час цього аналізу визначені характеристики факторів, які впливають на ефективність функціонування систем керування технологічними виробництвами як складної організаційно-технологічної системи, а також значення допустимих відхилень, при яких забезпечується необхідний рівень роботи корпоративної мережі.

Створений необхідний базис варіантів структур мереж, для яких визначається рівень надійності забезпечення реалізації всього спектру прикладних функцій, перевірені відповідність вимогам технологічного та організаційного характеру. Розроблені за допомогою ситуаційних способів проектування та модифікації мереж моделі, при яких забезпечується за допомогою сучасних методів керування технологічними процесами необхідне технічне, інформаційне та програмне забезпечення систем керування технологічним комплексом.

В основі цього класу моделей закладена концепція системної динаміки, орієнтована на моделювання систем і процесів на високому рівні агрегації. Комплекс імітаційних моделей складається із функціональних підсистем із розподіленою структурою, які призначені для реалізації окремих задач по забезпеченню визначених для системи комплексів прикладних функцій.

Проведене імітаційне моделювання варіантів структур керування, під час якого визначалось забезпечення гарантованого виконання необхідних функцій системи при досягненні оптимальних показників ефективності функціонування системи керування на основі моделей можливих подій в системі та реакцій на ці події.

III. ВИСНОВОК

В результаті досліджень отримані нові положення, які складають основу побудови ефективних систем управління технологічними системами та процесами харчових виробництв з використанням сучасних комп'ютерних технологій, що забезпечує ресурсо- та енергоощадне функціонування технологічних комплексів. Наукові основи управління технологічними комплексами складають: методи вивчення та оцінки властивостей технологічних процесів харчових виробництв; особливостей їх функціонування; математичне моделювання та алгоритмічне і програмне забезпечення задач оптимального керування; методи та структури комп'ютерних систем управління з використанням ефектів самоорганізації та адаптації.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Колесников А.А. Синергетические методы управления сложными системами. Теория системного синтеза / А.А. Колесников. – М.: URSS: Ком. Книга, 2006. – 237 с.
- Ладанюк А.П. Технологічні об'єкти в структурі оперативної оптимізації виробництва/ А.П.Ладанюк, Н.М. Луцька, С.О.Голованов// Східно-Європейський журнал передових технологій – №2/4(44). – 2010. – С. 41-43.
- Кишенько В.Д. Інтенсифікація технологічних процесів на основі синергетичного підходу/В.Д. Кишенько, А.П.Ладанюк// Наукові праці НУХТ. - №24. – 2008. - С. 47- 49.