

*Р. М. СОКОЛ*, аспірант, НУХТ, Київ;

*Я. В. СМІТЮХ*, канд. техн. наук, доц., НУХТ, Київ

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ПРОДУКТОВИМ ВІДДІЛЕННЯМ НА ОСНОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ**

У статті розглядається питання автоматизації продуктового відділення цукрового заводу на основі нових методів управління. Одним з новітніх методів управління технологічними процесами виробництва є використання інтелектуальних систем управління на основі нечіткої логіки. Використання нечіткої логіки забезпечує відносно простий шлях управління складних для опису слабоформалізованих процесів, які характеризуються суттєво нелінійною поведінкою.

**Ключові слова:** інтелектуальні системи прийняття рішень, нечітка логіка, нечіткий регулятор

**Вступ.** Процес уварювання та кристалізації є завершальним етапом виробництва цукру. Це один з вирішальних та складних технологічних процесів. Втрати сахарози у продуктовому відділенні визначають техніко-економічні показники заводу.

Основний технологічний процес у продуктовому відділенні – це виділити сахарозу, яка розчинена в сиропі, у вигляді кристалів. Вихід та якість цукру прямо пов'язана з втратами його у мелясі. Задачею оптимізації технологічного процесу є вибір між глибоким виснаженням меляси і якістю цукру-піску. Для отримання цукру високої якості використовують гнучкі схеми управління, які передбачають оперативний перерозподіл потоків у відповідності з ситуацією на заводі.

Задача отримання цукру, який повинен відповідати ДСТУ 4623-2006, вирішується за допомогою багатоступінчатого процесу кристалізації, результатом якого є мінімізація втрат та максимальний вихід якісного продукту. За основу, для проведення досліджень, взято трьохкристалізаційну схему продуктового відділення цукрового заводу. До переваг такої схеми можна віднести високий вихід цукру (37%) та високу якість товарного продукту [1].

Отримання високих техніко-економічних показників роботи продуктового відділення цукрового заводу значною мірою залежить від правильної оцінки ситуації і прийняття відповідних управлінських рішень працівниками, а також забезпечення максимально можливого виходу готового продукту високої якості на всіх етапах технологічного процесу.

Для аналізу процесу функціонування та формування і розв'язання задач управління підсистемами визначальне значення мають характер зв'язку між ними та взаємний вплив режимів або навантажень.

Так продуктові відділення цукрових заводів представляються як дворівневі ієрархічні системи. Нижнім рівнем таких ієрархічних систем є системи автоматизованого управління (САУ) режимними параметрами, а верхнім – забезпечення кінцевих показників якості.

**Постановка задачі.** Провівши аналіз рівня автоматизації продуктового відділення цукрових заводів України можна констатувати частковий рівень

автоматизації технологічного процесу. На більшості цукрових заводів керування окремих об'єктів продуктового відділу здійснюється із застосуванням систем автоматизації, які будуються на основі мікропроцесорних систем зі слабо вираженими ознаками використання комп'ютерно-інтегрованих технологій. Має місце контроль окремих технологічних параметрів (рівня, температури, тиску, в'язкості тощо). Проте існуючі системи не забезпечують керування всіма технологічними параметрами уварювання та кристалізації. Неконтрольованими залишається цілий ряд технологічних параметрів, що впливає на кінцеву якість продукту та втрати цукру в процесі виробництва. У разі виникнення порушень технологічного режиму необхідно проводити корегування значення технологічних параметрів. За відсутністю алгоритмів автоматичної корекції, рішення щодо їх змінення повинен приймати апаратник варіння утфелю або оператор. Ймовірність прийняття ним правильних управлінських рішень залежить від його професійної майстерності, досвіду роботи, вміння швидко виявити причину порушення і провести адекватні дії оперативного керування.

Складність прийняття рішення зумовлена тим, що зміна технологічного режиму може відбутись під впливом різних слабоформалізованих факторів, а підтримати якісні показники процесу можна зміненням різних взаємопов'язаних параметрів.

На цукрових заводах України можна спостерігати використання різних технічних засобів систем автоматизації, а також різні підходи до побудови АСУ ТП. Це можуть бути як однорівневі так у цілому і багаторівневі (ієрархічні) АСУ ТП.

Такі системи не завжди можуть адекватно і точно здійснювати управління технологічними процесами, особливо у слабоформалізованих складних технологічних процесах. Чим вищі вимоги висуваються до якості продукту, тим складнішими та дорожчими стають такі системи

Все частіше цукрові заводи вдаються до поетапної комплексної автоматизації централізованої системи диспетчерського контролю та управління, на прикладі ПК «Зоря Поділля» (Гайсинський цукровий завод).

Наступним суттєвим кроком в автоматизації цукрових заводів є розробка систем автоматичного управління (САУ), на прикладі компанії «Техінсервіс». Заявлені основні функції САУ продуктовим відділенням [6]:

- налаштування розміру основних фракцій цукру (дозволяє налаштувати варіння на певний розмір кристала залежно від кон'юнктури ринку цукру);
- налаштування часу варіння вакуум-апаратів;
- режим автостарту вакуум-апаратів (дозволяє згладити пікові навантаження споживання пари);
- автоматичне управління кристалізаційною установкою шляхом підтримання в ній балансу температур між утфелем і охолоджуючою водою, забезпечуючи тим самим найкращий ефект кристалізації і, як наслідок, збільшення виходу цукру;
- повний контроль і управління периферійними параметрами роботи продуктового цеху.

Сучасні підходи та принципи управління з комплексу локальних задач управління основними процесами в продуктових відділеннях передбачають:

- здійснення автоматичного регулювання та логіко - програмного управління процесами та агрегатами. Синтез такого роду систем в більшості випадків виконується на основі класичної теорії автоматичного управління, а також з застосуванням спеціальних тематичних напрямків синтезу систем управління, методів лінійного та динамічного програмування, багатокритеріальної оптимізації;

- моделювання та оперативну ідентифікація з метою оцінки їх стану, пошуку оптимальних режимів та прогнозування техніко-економічних показників функціонування;

- оперативну оптимізацію роботи продуктового відділення в реальному масштабі часу, це зумовлює необхідність змінювати не лише матеріальні та енергетичні потоки між підсистемами технологічного комплексу (ТК), а й режими їх роботи;

- особливостями такого об'єкту наявність значної кількості підсистем, зв'язаних між собою складними структурними та функціональними відношеннями, що являють собою складну ієрархічну структуру;

- проблема прийняття рішень в області управління виробничими системами пов'язана не тільки з дослідженням і точним знанням стану організаційної системи, її структури та механізму функціонування, але й з вибором методів та засобів реалізації рішень по управлінню. Об'єктивні рішення можна приймати тільки в тому випадку, якщо є надійна інформація, яка точно відображає стан проблемної ситуації, поставлені цілі та задачі;

- таким чином для КІСУ продуктовим відділенням цукрового заводу важливим є те, що підсистеми управляються окремими технологічними станціями, які забезпечують виконання всіх прикладних функцій. В той же час автономність підсистем обмежена та завжди існує необхідність координації їх роботи;

- поряд з розширенням інформативності і підвищенням якісних показників процесу управління, зниження інформаційного навантаження на оператора, КІСУ продуктовими відділеннями можуть контролювати обстановку в цілому і аналізувати ситуацію, що склалася але тільки за умови якщо для цього є необхідне спеціалізоване програмне забезпечення в якому реалізовані алгоритми інтелектуального управління.

Одним з основних критеріїв роботи даної системи управління є висока живучість системи (тобто збереження працездатності системи управління при відмові деяких пристроїв).

Аналізуючи вимоги до сучасних систем автоматизації такими об'єктами (їх надійності, ефективності, безпеки, автономності, тощо), важливою проблемою стало підвищення якості функціонування та показників роботи системи управління, що пов'язане з тим, наскільки ефективно можливо використовувати ресурси управління технологічним комплексом при виникненні складних та аварійних нештатних ситуацій.

**Ціль та задачі дослідження.** На сьогодні широкого дослідження та впровадження набувають методи ситуаційного управління й експертні системи, що є основою для створення підсистем інтелектуальної підтримки прийняття рішень в умовах невизначеності.

Враховуючи складність технологічних процесів продуктового відділення та сезонність роботи цукрового заводу, існуючі автоматизовані системи доцільно

доповнити інтелектуальною системою з метою підтримки прийняття рішень, яка б допомагала обслуговуючому персоналу правильно оцінити ситуацію і прийняти відповідне управлінське рішення та забезпечити максимально можливий вихід готового продукту високої якості з мінімальними втратами та витратами у виробництві.

**Матеріали та методи досліджень використання нечіткої логіки для управління технологічними процесами.** Одним з новітніх методів управління технологічними процесами виробництва є використання інтелектуальних систем управління на основі нечіткої логіки. Використання нечіткої логіки забезпечує відносно простий шлях управління складних для опису слабоформалізованих процесів, які характеризуються суттєво нелінійною поведінкою [4].

За допомогою нечіткої логіки існує можливість імітації розумових здібностей людини для опису управління процесами, в основі яких є опис набору правил виду:

$$P_1: \text{Якщо } X \in A_1, \text{ тоді } Y \in B_1,$$

$$P_2: \text{Якщо } X \in A_2, \text{ тоді } Y \in B_2,$$

... ..

$$P_n: \text{Якщо } X \in A_n, \text{ тоді } Y \in B_n,$$

де  $X$  – вхідна змінна,  $Y$  – вихідна змінна,  $A$  та  $B$  – функції належності, визначені відповідно на  $X$  та  $Y$ .

Під нечітким управлінням (Fuzzy Control) у даному випадку розуміється стратегія управління, яка заснована на емпірично набутих знаннях відносно функціонування об'єкта, які представлені у лінгвістичній формі у вигляді сукупності правил.

В якості передумов до застосування нечітких регуляторів зазвичай називають:

- велика кількість вхідних параметрів;
- велика кількість керуючих параметрів;
- нелінійність;
- неточність математичної моделі;
- сильні збурення.

На рис. 1 представлена блок-схема нечіткого регулятора.

Нечіткий регулятор складається з чотирьох взаємопов'язаних блоків, причому формування бази знань базується на методах представлення та пошуку знань. Основна роль у цьому процесі віддається оператору-експерту, який здійснює наповнення бази знань набором правил.

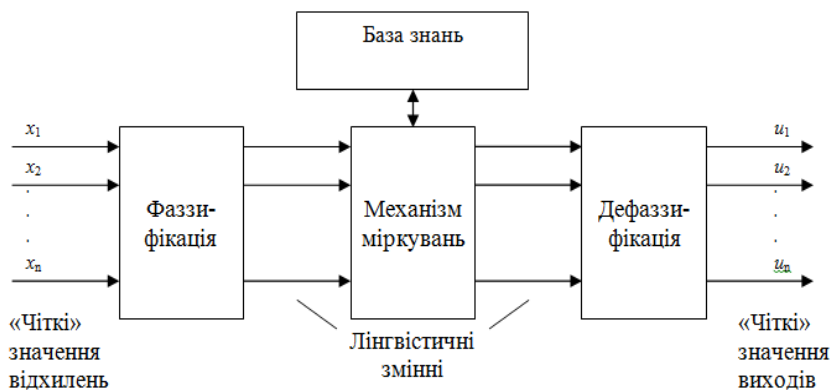


Рис. 1 – Блок-схема нечіткого регулятора

Важливою умовою ефективного функціонування нечіткого регулятора є побудова несуперечливої і оптимально повної бази знань. Функціонування бази знань здійснюється надбудованою машиною логічного виводу, яка представляє собою механізм міркувань, які оперують знаннями і з метою отримання нових знань.

Використання нечітких регуляторів в умовах невизначеності призводить до формування керуючих сигналів управління, які залежать не тільки від експертів та фіксованих факторів, але і від слабо визначених показників, які не контролюються експертами та/або недостовірно відомих їм в момент прийняття рішень [4].

**Висновки.** Впровадження інтелектуальних систем прийняття рішень на основі нечіткої логіки, у тому числі при автоматизації продуктового відділення цукрового заводу, дозволить підвищити:

- оптимальність технологічного процесу, враховуючи слабо контрольовані параметри;
- оперативність та своєчасність реагування на збурювання;
- вихід цукру та якість товарного продукту.

**Список літератури:** 1. Сапронов, А. Р. Технология сахарного производства [Текст] / А. Р. Сапронов. – М. : «Колос», 1999. – 495 с. 2. Ладанюк, А. П. Автоматизация технологических процессов и производств пищевой промышленности: Учебники [Текст] / А. П. Ладанюк, В. Г. Трегуб, И. В. Ельперин, В. Д. Цюцюра – К. : Аграрна освіта, 2001. – 224 с. 3. Сидлецький, В. М. Сучасні підходи в проектуванні систем автоматизації для цукрової промисловості [Текст] / В. М. Сидлецький // Міжнародна науково-технічна конференція цукровиків України "Конкурентоспроможність українського цукру на національному та світовому ринках - вимога часу", 25-27 березня: тези доп. – К. : НУХТ. – 2014. – С. 157-160. 4. Ладанюк, А. П. Задачі управління технологічним комплексом в умовах ситуаційної невизначеності [Текст] / А. П. Ладанюк, Я. В. Смітюх // Міжнародна науково-технічна конференція цукровиків України "Конкурентоспроможність українського цукру на національному та світовому ринках - вимога часу", 25-27 березня: тези доп. – К. : НУХТ. – 2014. – С. 149-151. 5. Соловьев, В. А. Искусственный интеллект в задачах управления. Интеллектуальные системы управления технологическими процессами : учеб. пособие [Текст] / В. А. Соловьев, С. П. Черный. - Владивосток : Дальнаука, 2010. – 267 с. 6. Макаров, И. М. Интеллектуальные системы автоматического управления [Текст] / Под ред. И.М. Макарова, В. М. Лохина. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2001. – 576 с. 7. Макаров, И. М. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления [Текст] / И. М. Макаров, В. М. Лохин, С. В. Манько, М. П. Романов; [отв. ред. И.М. Макарова] ; Отделение информ. технологий и вычислит. систем РАН. – М. : Наука, 2006. – 333 с. 8. King, R. Computational intelligence in control engineering [Text] / R. King // Presented at Marcel Dekker, The United States of America, 1999. – 304 с. 9. Zhang, H. Fuzzy Modeling and Fuzzy Control [Text] / H. Zhang, D. Liu // Presented at Birkhauser, Boston, 2006. – 416 с. 10. Автоматизация производства. – Режим доступа : \www/ URL: [http://nt-prom.ru/work/reconstruct/avtomatizacia\\_proizvodstva/](http://nt-prom.ru/work/reconstruct/avtomatizacia_proizvodstva/) – Инжиниринговая компания «Новые Технологии в промышленности». — Загл. с экрана. 11. Продуктове відділення «з нуля» за 4 місяці – це реально!. – Режим доступа : \www/ URL: <http://www.techinservice.com.ua/uk/presentr/novini/272-produktove-viddillennya-z-nulya-za-4-misyatsi-tse-realno.html/> – Компанія «Техінсервіс» – Загл. с экрана.

**Bibliography (transliterated):** 1. Sapronov, A. R. (1999). Technology of sugar production. Moscow.: Kolos, 495. 2. Ladanyuk A. P., Tregub, V. G., Elperin, I. V., Tsutsura, V. D. (2001). Automation of technological processes and food industry Pidruchnyky. Kyiv.: Agricultural Education, 224. 3.

Sidletsyy, V. M. Current approaches to the design of automation systems for the sugar industry (2014). International Scientific Conference of Sugar Ukraine "Competitiveness of Ukrainian sugar to national and international markets - the requirement of time", 25-27 March: Theses. - Kyiv.: NUFT. 157-160.4. Ladanyuk, A. P., Smityuh, Y. V. (2014). Problems of technological complex in terms of situational uncertainty. International Scientific Conference of Sugar Ukraine "Competitiveness of Ukrainian sugar to national and international markets - the requirement of time", 25-27 March: Theses. - Kyiv.: NUFT. 149-151.5. Soloviev, V. A., Black, S. P. (2010). Artificial intelligence in control problems. Intelligent process control systems: Proc. Allowance. Vladivostok: Dal'nauka, 267.6. Makarov, I. M., Lokhin, V. M. (2001). Intelligent automatic control system. Moscow.: FIZMATLIT, 576.7. Makarov, I. M., Lokhin, V. M., Manko, S. V., Romanov, M. P. (2006). Artificial intelligence and intelligent control systems. Moscow: Nauka, 333.8. King, R. (1999). Computational intelligence in control engineering, 304.9. Zhang, H., Liu, D. (2006). Fuzzy Modeling and Fuzzy Control. Presented at Birkhauser, Boston, 416.10. Computer-aided manufacturing. - Mode of access: \ WWW / URL: [http://nt-prom.ru/work/reconstruct/avtomatizacia\\_proizvodstva/](http://nt-prom.ru/work/reconstruct/avtomatizacia_proizvodstva/) - Engineering company "New technologies in the industry." - Caps. from the screen. 11. Food viddilennya 's zero "for 4 misyatsi - tse really !. - Mode of access: \ WWW / URL:<http://www.techinservice.com.ua/uk/pres-centr/novini/272-produktove-viddilennya-z-nulya-za-4-misyatsi-tse-realno.html/> - Kompaniia "Tehinservis" - Caps. from the screen.

*Надійшла (received) 21.02.2015*

**УДК 004.652, 621.397**

**Б. Е. ПАНЧЕНКО**, д-р физ.-мат. наук, с.н.с., Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАНУ, Киев;

**Д. А. ПЕЧЕНЮК**, аспирант, Сумский государственный университет

## **СИСТЕМА КОММУТАЦИИ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИГНАЛОВ**

Проведен каркасный анализ специализированной предметной области – нового способа коммутации сигналов с пакетной периодически-дискретной структурой. Обнаружены новые технические решения, в том числе многопользовательский режим. Приводятся функциональная и принципиальная схемы базового блока устройства. На основании анализа делается вывод о возможности оптимизации загрузки тракта при значительном числе источников.

**Ключевые слова:** способ коммутации телевизионных сигналов, автоматизация буферизации, многопользовательский режим, ПТС, ПТС-тренажер

**Введение.** Вопрос снижения себестоимости современных телевизионных технологий [1] без изменения качества результирующих продуктов является очень актуальным. Прямые трансляции событий (как на телеканалы, так и в интернет), обслуживаемые значительным числом телевизионных камер [2], обеспечивают объективность происходящего и сопричастность удаленных пользователей. Основным фактором такого обслуживания является значительное увеличение типов и числа одновременно обрабатываемых источников медийных сигналов.

Предложенный в [3] метод анализа предметных областей (ПрО) был хорошо апробирован при разработке промышленных приложений и при решении задач автоматизации бизнес-процессов [4]. Однако этот подход может успешно применяться и для исследования ПрО невычислительного характера. В настоящей работе методом каркасного анализа исследован предложенный в [5] способ автоматизированной цифровой многопрограммной мультисигнальной

© Б. Е. ПАНЧЕНКО, Д. А. ПЕЧЕНЮК, 2015