

УДК 664.6 : 665.2

METHODS OF SITUATIONAL CONTROL OF MULTIPURPOSE PRODUCTION

A. Ladanyuk, V. Ivashchuk, R. Boyko, O. Savchuk

National University of Food Technologies

Key words: <i>Multi-agent environment Situational control Assortment Production</i>	ABSTRACT The comprehensive approach is presented for the known prototypes of “situation-action” form, which are complemented by a formulation and methods for solving new problems. The paper describes requirements for the application of situational control. The order of formation of situational agents for formalizing the system behavior has been presented. The issues of using multi-agent systems for manufacturing process have been specified. Attention has been paid to the terms of the existing restrictions on raw materials, energy resources, volumes and quality when using situational control. The prospects for further application to solving the problems of forecasting, diagnosis and management decisions have been specified.
Article history: Received 12.02.2016 Received in revised form 25.02.2016 Accepted 18.03.2016	
Corresponding author: A. Ladanyuk E-mail: npnuht@ukr.net	

МЕТОДИ СИТУАЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ БАГАТОАСОРТИМЕНТНИМ ВИРОБНИЦТВОМ

А.П. Ладанюк, В.В. Іващук, Р.О. Бойко, О.В. Савчук

Національний університет харчових технологій

У статті обґрунтовано комплексний підхід для прототипів «ситуація-дія», які доповнено постановкою та методами розв’язання нових задач. Окреслено вимоги до умов застосування ситуаційного керування. Визначено порядок формування ситуаційних агентів для формалізації поведінки системи. Вказано на проблеми використання багатоагентних систем для технологічного виробництва. Акцентовано увагу на умовах дотримання існуючих обмежень на сировину, енергетичні ресурси, об’єми та якість продукції при використанні ситуаційного керування. Вказано на перспективи подальшого застосування для розв’язання задач прогнозування, діагностики, прийняття управлінських рішень.

Ключові слова: *багатоагентне середовище, ситуаційне керування, асортимент, виробництво.*

Постановка проблеми. Ситуаційне керування набуває практичної значимості у зв’язку з поширенням дискретних явищ, в тому числі і для гібридного керування динамічними процесами. Спрощення процесів і наближення до ефективних дискретно-неперервних процесів у промисловому виробництві суттєво збільшує можливості технологічних комплексів для багатоасортиментного виробництва [1, 2, 3, 4]. Поєднання методів координації підсистем складних комплексів із ситуаційним керуванням і використанням когнітивних підходів

надає можливість підвищити ефективність керувальних дій на основі технологічних і техніко-економічних критеріїв оптимальності. Особливого значення ситуаційне керування набуває в багатоасортиментному виробництві, коли постійно змінюється стан технологічного комплексу, попит на продукцію щодо її асортименту, необхідності застосування енергоощадних методів без втрати обсягу виробництва та якості всіх видів продукції.

Метою дослідження є обґрунтування комплексного підходу для прототипів «ситуація-дія», які доповнюються постановкою та методами розв'язання нових задач.

Матеріали і методи. Приймається, що система (автоматизований технологічний комплекс) та її процес функціонування відповідають початковим вимогам щодо кількості, асортименту та якості продукції, а в подальшому необхідно змінити параметри та (чи) структуру системи з урахуванням нових умов роботи. Це відповідає процесу навчання, що базується на інтелектуальних методах, зокрема використанні штучних нейронних мереж. Когнітивні методи використовують підходи, які відповідають когнітивній психології, наприклад, на базі когнітивних карт або ситуаційних агентів. Тоді в автоматизованій системі виділяються множини: датчиків, перетворювачів, вимірювальних приладів — сенсорів $SN = \{sn_i\}_{i=1}^{ns}$, ситуаційних агентів $CA = \{ca_j\}_{j=1}^{na}$, пристроїв керування — ефекторів $U = \{u_k\}_{k=1}^{mu}$, мотивів-причин $M = \{m_l\}_{l=1}^{nm}$.

Ситуаційний агент — упорядкована контекстна множина ситуаційних елементів. Для появи у системи нової поведінки необхідно створити новий ситуаційний агент або модифікувати один з існуючих. Такий підхід потрібен для можливості формалізації моделі навчання (керування), причому кожен сенсорний **sn** формується моделлю елементарної властивості й описується нечіткою характеристикою стану (активністю), а ситуаційний елемент **se** контекстного ланцюжка характеризується нечітким прототипом ситуації — \hat{S} , нечітким прототипом керування \hat{R} , контекстним зв'язком K , мотивованим зв'язком M . Такий підхід використаний для управління робототехнічним комплексом [2].

Для технологічних комплексів неперервного типу когнітивні карти, насамперед нечіткі, надають можливість перейти від моделі керування «ситуація-дія» до нечітких моделей «ситуація-стратегія керування-дія» у поєднанні з багатоагентним підходом, що забезпечує:

- подання набору еталонних описів системи у вигляді типових нечітких ситуацій — нечітких множин другого рівня (частинних нечітких когнітивних карт) на узагальненій нечіткій когнітивній карті;
- опис поточного стану системи у вигляді нечіткої ситуації;
- вибір цільової ситуації з множини всіх типових ситуацій і нечіткою комунікаційною мережею на основі аналізу визначених значень системних показників узагальненої нечіткої когнітивної карти;
- побудову нечіткої ситуаційної мережі з використанням заданих станів нечітких відношень і нечіткої продуктивної моделі «ситуація-дія», яка визначає ступінь відповідності керувальних рішень нечітким еталонним ситуаціям;

- набір продукції без їх явного опису для вибору рішень у поточній ситуації відповідно до стратегії керування — нечітким маршрутом у нечіткій ситуаційній мережі між початковою та цільовою ситуаціями.

Для багатоасортиментного виробництва моделі «ситуація-стратегія керування-дія» менш критичні до якості експертної інформації, тому що вибір рішення опирається не на пряме формулювання алгоритму керування, а на інформацію, яка визначає цей вибір.

Виклад основних результатів дослідження. Для багатоасортиментного виробництва необхідно виконати декомпозицію зазначеного процесу керування технологічним комплексом. Це пов'язано з тим, що ситуаційне керування фактично зводиться до процесів прийняття рішень за певних умов з урахуванням ряду невизначеностей, але реалізуються ці рішення в системах автоматизації, які для багатоасортиментного виробництва мають ряд особливостей. Наприклад, на відміну від інших виробництв, технологічні комплекси багатоасортиментного виробництва при зміні асортименту продукції змінюють не лише технологічні режими, а й структуру за рахунок зміни технологічних агрегатів, що призводить до необхідності реалізації не лише функцій стабілізації технологічних параметрів, а й виконання запуску та зупинки різного обладнання.

З урахуванням особливостей багатоасортиментного виробництва ситуаційне керування потребує таких процедур:

1. Формування ієрархічної структури об'єкта керування на консультаційному рівні:

- технологічний оператор (елементарний технологічний процес) → загальний технологічний процес(технологічний агрегат) → технологічна підсистема (відділення) → виробництво(основне, допоміжне) → підприємство(завод);

- оцінка стану підсистеми, технологічного і виробничого комплексів на основі когнітивних карт (у тому числі і нечітких), порадчих систем з нечіткою логікою в класі «ситуація-дія» або «ситуація-спостережне управління-дія», відображення системи керування за допомогою нечіткої ситуаційної мережі у вигляді нечіткого явного графу переходів за еталонними ситуаціями залежно від початкової та цільової ситуації.

2. Виділення множини факторів, які зумовлені технологічними відхиленнями від розрахункових (регламентованих) технологічних режимів, станів технологічного обладнання (зношення, поломки), забезпечення енергоресурсами (пара, електроенергія — її витрата та якість), стан системи автоматизації (технічних засобів, програмного та інформаційного забезпечення) для оцінки множини ситуацій, у яких може знаходитись технологічний комплекс та окремі підсистеми:

- прийняття адекватних оперативних рішень керування після ідентифікації поточної інформації й прогнозування розвитку подій та їх наслідків;

- формування структури системи керування для стабілізації або оптимізації технологічних режимів з підсистемами підтримки прийняття рішень й оцінкою техніко-економічних показників функціонування об'єкта.

При формалізації задач керування доцільно виділити такі аспекти: в режимі нормального функціонування складні об'єкти характеризуються певними показниками технологічних режимів і готової продукції, що знаходяться у

визначених діапазонах $\Pi = \{\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n\}$, тоді керувальні дії не потрібні, точніше — не потрібно їх змінювати.

Такий режим характеризується тим, що технологічна ситуація $S(t) \subseteq S^H$ — множини ситуацій нормального функціонування. В цьому випадку забезпечується максимум часу функціонування за умов існуючих обмежень на сировину, енергетичні ресурси, об'єми та якості продукції.

Для забезпечення тривалого функціонування технологічного комплексу необхідно постійно здійснювати контроль його стану, визначення проблемної ситуації та прогнозування її розвитку. Якщо виникла поточна ситуація $S(t)$ і відома вихідна (штатна) ситуація S^H , то оцінити можливі відхилення можна за алгоритмом:

$$\begin{aligned} \text{if } \rho(S(t), S^H) \leq \Delta, \text{ then } S(t) \subseteq S^H, \text{ else if} \\ \rho(S(t), S^H) > \Delta, \text{ then } S(t) \not\subseteq S^H. \end{aligned} \quad (1)$$

Відхилення поточної ситуації від штатної може викликатись різними причинами — випадковими невизначеностями або необхідністю зміни показників процесу функціонування, тому, крім виявлення поточної ситуації й оцінки її характеристик, необхідно визначити план керувальних дій для досягнення потрібного режиму за обраною траєкторією. Для багатоасортиментного виробництва ситуаційне керування поєднується з класичними задачами оптимальних рішень Майєра, Лагранжа, Больца. Така спроба була зроблена в [5], коли, наприклад, задача Майєра для оперативного ситуаційного керування трактується як вибір кінцевого значення стану об'єкта та формалізується так:

- ситуація-керування $\langle S(t), S^H \rangle$;
- оцінка досяжності робочого стану $S_j^H \in S^H$;
- відповідність критерія оптимальності обраній ситуації

$$W(S_j^H) = \max W(S_k^H : \forall S_k^H \in S^H), \quad (2)$$

де індекс «*k*» — кінцевий стан.

Задача Лагранжа трактується як вибір траєкторії переведення об'єкта в кінцевий стан (ситуацію), а задача Больца певною мірою об'єднує попередні.

Для формування функціональної структури системи автоматизації багатоасортиментним виробництвом використовуються ефективні методи сучасної теорії керування [6—8]. Приймаючи за основу ситуаційний підхід, для підвищення ефективності керування технологічними процесами, агрегатами та комплексами необхідно використовувати додаткові методи та підходи, наприклад, багатомірні й багатопараметричні регулятори, у тому числі нейронечіткі, які мають можливість адаптації до зміни параметрів і/чи структури. Для покращення взаємодії між окремими підсистемами ефективними є як методи координації, так і сценарно-цільовий підхід, ситуаційне керування з додатковою обробкою часових рядів із застосуванням вейвлет перетворень, алгоритми діагностики та прогнозування тощо.

Особливого значення в останні роки набувають методи керування складними об'єктами в умовах невизначеності, коли ефективними підходами є інтелектуальні підсистеми підтримки прийняття рішень і робастно-оптимальні підсистеми.

Для технологічних об'єктів, крім загальних вимог робастної стійкості та якості, особливого значення набуває робастна стійкість технологічного процесу (технологічного режиму), що безпосередньо визначає якість готового продукту. Найбільш характерними видами невизначеності для багатоасортиментного виробництва в задачах робастного керування є параметрична, яка для передаточної функції задається так:

$$W(s, q) = \frac{A(s, q)}{B(s, q)}, \quad q \in Q, \quad (3)$$

де s — комплексна змінна; q — параметри (коефіцієнти невизначеності), які лежать у діапазоні:

$$Q = \{ \underline{q}_i \leq q_i \leq \bar{q}_i \}. \quad (4)$$

Використовуються також частинні оцінки невизначеності, наприклад, для передаточної функції

$$W(s) = W_0(s) + \Delta W(s) \quad (5)$$

частинну невизначеність відносять до певного класу

$$|\Delta W(j\omega)| \leq |W(j\omega)|. \quad (6)$$

Висновки

Таким чином, багатоасортиментне виробництво об'єктивно відноситься до окремого класу об'єктів керування, маючи ряд характерних ознак, що потребує використання адекватних методів для підвищення показників процесу керування.

Перспективним напрямом є також використання для моделювання складних об'єктів байсовських мереж, які використовують для розв'язання задач прогнозування, передбачення, діагностики, прийняття управлінських рішень та автоматичного керування [9].

Література

1. Ладанюк А.П. Ситуационное координирование подсистем технологических комплексов непрерывного типа / А.П. Ладанюк, Д.А. Шумидай, Р.О. Бойко // Международный научно-технический журнал «Проблемы управления и автоматика». — Киев: Институт космических исследований НАН Украины и НКА Украины. — 2013. — № 4. — С. 117—122.

2. Каргин А.А. Когнитивная модель формирования прототипов в задаче самообучения системы ситуационного управления / А.А. Каргин, Н.В. Крачковский // Електротехнічні та комп'ютерні системи. — 2013. — № 9. — С. 71—77. — Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/etks_2013_9_12.

3. Бойко Р.О. Нечёткая когнитивная карта для анализа функционирования технологического комплекса / Р.О. Бойко, В.В. Ивашук, А.П. Ладанюк // Оралдың ғылым жаршысы: серия Математика, физика. — Казакстан: ЖШС «Уралнаучкнига» — 2014. — № 40 (119). — С. 25 — 30.

4. Савчук О.В. Розробка когнітивної моделі для аналізу функціонування технологічного комплексу молочного заводу / О.В. Савчук, А.П. Ладанюк // Технологический аудит и резервы производства. — 2015. — № 4 (3). — С. 46—50. — Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tatrv_2015_4\(3\)_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tatrv_2015_4(3)_10).

5. Куандыков А.А. Задачи ситуационного управления сложными объектами и их особенности / А. А. Куандыков // Системи обробки інформації. — 2008. — Вип. № 2. — С. 6—11. — Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2008_2_4.

6. Ладанюк А.П. Методи сучасної теорії управління : навч. посіб. для студ. ВНЗ / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук; Нац. ун-т харч. технологій. — Київ: НУХТ, 2010. — 195 с.

7. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів: монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко [та ін.]. — Київ: Інтер Логістик Україна, 2015. — 408 с.

8. Луцька Н.М. Ладанюк А.П. Оптимальні та робастні системи керування технологічними об'єктами. Монографія. — Київ: Видавництво Ліра-К, 2015.— 288 с.

9. Байсєвські мережі в системах підтримки прийняття рішень [Текст]: навч. посібник / М.З. Згуровський, П.І. Бідюк, О.М. Терентьєв, Т.І. Просянкін-Жарова; Національний техн. університет України «Київський політехнічний Інститут». — Київ: [ТОВ «Вид. підприємство «Едельвейс»)], 2015. — 300 с.

МЕТОДИ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕННЯ МНОГОАССОРТИМЕНТНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

А.П. Ладанюк, В.В. Іващук, Р.О. Бойко, О.В. Савчук

Национальный университет пищевых технологий

В статье обоснован комплексный подход к прототипам «ситуация-действие», которые дополняются постановкой и методами решения новых задач. Определены требования к условиям применения ситуационного управления. Указан порядок формирования ситуационных агентов для формализации поведения системы. Описаны проблемы использования многоагентных систем для технологического производства. Акцентировано внимание на условиях обеспечения существующих ограничений на сырье, энергетические ресурсы, объемы и качество продукции при использовании ситуационного управления. Представлены перспективы дальнейшего применения для решения задач прогнозирования, диагностики и принятия управленческих решений.

Ключевые слова: *многоагентная среда, ситуационное управление, ассортимент, производство.*