

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

Системний підхід до розв'язання задачі координації в складних технологічних комплексах

Д.А. Шумигай¹

Abstract – A systematic approach to the coordination problem of the subsystems of technological complex is considered in this article. The main solution features of the coordination problem are described.

Ключові слова - принципи координації, підсистеми технологічного комплексу, функція мети, координаційний механізм.

I. ВСТУП

Виникнення ієрархічної структури керування було зумовлене зростанням складності технологій об'єктів, які контролюються, що створює великі труднощі для централізованого керування. Тому з'явилася необхідність у розділенні всього процесу прийняття рішень на таку кількість рівнів, щоб розв'язання задачі оптимізації на кожному з них було нескладним. Складна система складається з різноманітних елементів - керуючих центрів, які виникають у результаті горизонтального та вертикального розподілу функцій. Показано, що технологічні комплекси (ТК) є складними системами, в яких виділяють підсистеми. Саме тому з виникненням багаторівневих ієрархічних систем управління з'явилася і нова задача координації рішень. В доповіді розглядається ТК цукрового заводу.

II. МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ ТА ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ

Теорія координації поєднує в собі досить широкий спектр досліджень, перш за все, через різні підходи до постановки та вирішення задачі координації. Для ТК цукрового заводу слід виділити дві базові концепції, які покладено в основу моделей, методів та алгоритмів координаційного механізму:

- координаційний механізм, орієнтований на задачу. Дана концепція будує ієрархічну модель системи управління відповідно до оптимізаційної задачі, покладеної в центр дослідження. Цей напрямок є логічним розвитком методу вирішення задач математичного програмування великої розмірності Данцига-Вульфа.

- координаційний механізм, орієнтований на систему управління. Дана концепція спирається на роботу Месаровича М., Мако Д. та Такахари И. В центр дослідження покладена модель системи управління, при цьому модель процесу розглядається або в досить узагальненому вигляді, або приймаються до уваги лише окремі параметри процесу, як змінні центрів керування.

З моменту появи систем управління ієрархічної структури виникла проблема створення оптимального координаційного механізму, метою якого є узгодження

дій центрів прийняття рішень різного рівня в просторі та часі для досягнення глобальної мети системи.

Задачу координації доцільно розглядати в широкому та вузькому сенсах. Задача координації в широкому сенсі – модифікація структури системи управління, тобто вибір «оптимальної схеми взаємозв'язку» між центрами прийняття рішень, по якій розповсюджується координаційний сигнал. Задача координації у вузькому сенсі – є вибір «оптимального координаційного сигналу», який при розповсюдженні по ієрархічній системі (в рамках сталої структури) дозволяє спрямувати та синхронізувати діяльність центрів прийняття рішень для досягнення глобальної мети функціонування системи.

Однією із особливостей ієрархічних систем є агрегування інформації, що передається на верхній рівень керування [1]. Елемент верхнього рівня (координатора) цікавить не поточний стан всіх елементів нижнього рівня, а певні показники їх роботи на визначеному інтервалі часу. Ця інформація допомагає ефективно розв'язувати координуючу задачу управління.

Процес функціонування ТК та системи управління ним дає можливість стверджувати, що в загальному випадку виникає задача координації роботи управляємих підсистем, і тільки в цьому випадку можна забезпечити найкращі техніко-економічні показники функціонування автоматизованих ТК.

На сьогодні координація використовує ряд алгоритмів [2,3], на яких засновані ітеративні та безітеративні процедури розв'язання поставленої задачі. За ітеративними процедурами оптимальне рішення визначається в процесі ітеративного обміну інформацією між центром і елементами. На кожному кроці ітеративного процесу розв'язуються локально-оптимальні задачі елементів і координуюча задача центру. За безітеративними алгоритмами прийняття рішення здійснюється у результаті одноразового обміну інформацією між рівнями. Проаналізовано такі алгоритми:

- прогнозування взаємодій, коли координація здійснюється шляхом задання змінних взаємодії координуємих підсистем (це відповідає проміжним завданням);

- узгодження взаємодій, який передбачає модифікацію локальних функцій мети за допомогою параметрів, які задаються координатором (це відповідає проміжним цінам);

- оцінки взаємодій, який можна розглядати як узагальнення принципу прогнозування взаємодій на

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

випадак, коли в підзадачах нижнього рівня координатором задаються області допустимих значень змінних взаємодії підсистем.

Координаційний механізм, орієнтований на систему управління, є ефективним при застосуванні до складних систем з відносно сталою ієрархічно-впорядкованою структурою. Його задачею є визначення оптимального координуючого сигналу, що дозволяє спрямувати діяльність центрів прийняття рішень різних рівнів на досягнення глобальної мети функціонування системи.

Координаційний механізм, побудований на основі постулату сумісності, включає наступні етапи:

- центр прийняття рішення найвищого рівня формулює та вирішує глобальну задачу координації виходячи з поточної задачі прийняття рішення та узагальненої моделі складної системи.

- результатом вирішення глобальної координаційної задачі є координаційні сигнали, які центр прийняття рішень найвищого рівня направляє локальним елементам.

- координаційні сигнали перетворюють моделі підсистем локальних елементів на локальні задачі прийняття рішень, результати вирішення яких направляються до глобального центру.

- на основі сигналів зворотного зв'язку, отриманих від локальних елементів, центр прийняття рішень найвищого рівня визначає новий координаційний сигнал та направляє його локальним центрам.



Рис. 1. Загальна схема концепції координаційного механізму, орієнтованого на систему управління

Дана процедура повторюється до тих пір, поки центром прийняття рішень найвищого рівня не буде визначено оптимальний координаційний сигнал. Загальна схема даного координаційного механізму зображена на рис. 1.

Підхід, орієнтований на систему управління, пропонує вирішення задачі пошуку оптимального координаційного сигналу для узгодженості цілей центрів прийняття рішень, проте не має механізму оптимізації структури системи при виникненні нових задач.

В загальному випадку управління ТК, які характеризуються великою кількістю технологічних та

інформаційних зв'язків між підсистемами, мають множини управляючих діянь та збурень та відсутністю потрібних математичних моделей, приводить до необхідності використання багаторівневого підходу [3], реалізація якого пов'язана з декомпозицією об'єкта управління P на ряд підсистем $\{P_i\}, i \in \Omega$, кожна з яких має свою локальну функцію мети:

$$J_i = \varphi(U_i, X_i, Z_i), i \in \Omega \quad (1)$$

та вектор-функцію вихідних координат:

$$y_i = \psi(U_i, X_i, Z_i), i \in \Omega \quad (2)$$

де: U_i - вектор управління; X_i - вектор взаємодій, який враховує вплив на i -ту підсистему з боку інших підсистем; Z_i - вектор збурень; Ω - множина виділених підсистем.

Загальна задача оперативної оптимізації статичних режимів ТК при умові адитивності загальної функції мети записується так:

$$\max \sum_{U_i, X_i, i \in \Omega} \varphi(U_i, X_i, Z_i) \text{ при } y_{ij}(U_i, X_i, Z_i) = X_{ij} \quad (3)$$

Для реальних ТК більш ефективним є метод координації по прогнозуванню взаємодій [3]. При управлінні такими ТК можна використовувати метод цін. В цьому методі координуючими діяннями є множники Лагранжа, а підзадачі нижнього рівня полягають в оптимізації модифікованої функції мети підсистеми як по управляючим діянням, так і по вхідним змінним підсистеми.

III. ВИСНОВОК

Для досягнення кращих показників ефективності функціонування складних технологічних комплексів варто розглядати ТК як сукупність підсистем, які мають свої задачі оптимізації, а на верхньому рівні вирішувати задачу координації (узгодження взаємодій) підсистем. Для ТК цукрового розглядаються підсистеми, які виділені за організаційною ознакою: бурякоприймальне відділення, бурякопереробне, очистка соку, випарка, продуктове відділення тощо. Існує також необхідність названі відділення (підсистеми) розділити на окремі стадії для «внутрішньої» координації.

Науковий керівник – проф., д.т.н. А.П. Ладанюк

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Алиев, Р.А. Методы и алгоритмы координации в промышленных системах управления / Р.А. Алиев, М.И. Либерзон. - М.: Радио и связь, 1987. - 208 с.
2. Месарович, М. Общая теория систем и ее математические основы. Исследования по общей теории систем / М. Месарович. - М.: Прогресс, 1969. - с.165-180.
3. Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем / М. Месарович, Л. Мако, И. Тахачара. - М.: Мир, 1973. - 344 с.