

Tiếp Cận Hệ Thống Trong Điều Khiển Các Quá Trình Công Nghệ

Nguyễn Văn Châu
Viện Tin Học
Viện Khoa Học Việt Nam

1. Mở đầu

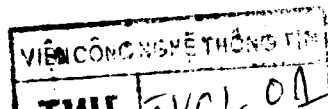
Cùng với sự bùng nổ về thông tin và công nghệ ngày nay thuật ngữ công nghệ đã thâm nhập vào nhiều mặt của đời sống xã hội. Nó gắn liền với hoạt động của con người vào những mục đích nhất định. Việc nghiên cứu bản chất của quá trình công nghệ do đó là vấn đề triết học còn phát triển. Tuy nhiên tồn tại một lớp khá rộng các quá trình công nghệ có đặc thù là nhằm mục đích thực hiện việc làm ra sản phẩm cho tiêu dùng xã hội dưới dạng vật chất và năng lượng. Nói cách khác mục đích hoạt động của con người ở đây được thể hiện trong sản phẩm cuối dưới dạng vật chất và năng lượng.

Trong bài này tác giả chỉ giới hạn xét đến khả năng điều khiển lớp quá trình công nghệ nói trên. Để phân biệt khái niệm quá trình công nghệ ở đây được kí hiệu QTCN. Các định nghĩa trong bài này chỉ dùng trong phạm vi giới hạn đó.

2. Một vài khái niệm

1 - Hiện tượng kỹ thuật - là hiện tượng lí hoá sinh do con người thực hiện theo các thiết kế chủ quan đối với các đối tượng lao động và có sử dụng vào mục đích đó các công cụ và phương tiện kỹ thuật.

2 - QTCN - là một tập hợp các hiện tượng kỹ thuật có liên hệ với nhau, là khâu sơ cấp tạo ra các giá trị vật chất đảm bảo thực hiện việc làm ra các sản phẩm cần thiết cho tồn tại xã hội. Trong QTCN các hiện tượng kỹ thuật liên hệ với nhau trực tiếp và xác định qua các sản phẩm cuối cụ thể (cần hiểu ở đây khái niệm sản phẩm cuối là sản phẩm dưới dạng vật chất và năng lượng đã có thể đi vào tiêu dùng hoặc cũng có thể là nguyên, nhiên liệu, năng lượng cho các QTCN khác). QTCN do đó là quá trình kỹ thuật có chứa đựng các quan hệ kinh tế - xã hội.



Với ý nghĩa đó, cùng với mức độ phát triển khoa học kỹ thuật tương ứng, khái niệm kinh điển về quá trình công nghệ thường chỉ các quá trình kỹ thuật không phức tạp lắm được thực hiện với một vài đối tượng công nghệ không nhiều lắm và chủ yếu là được thực hiện trên một thiết bị công nghệ chính và có thể cùng với một số không lớn lắm các thiết bị phụ. Các QTCN có thể chỉ là một quá trình kỹ thuật hoặc một số không lớn lắm các quá trình kỹ thuật có liên hệ với nhau. Trong trường hợp chung có thể diễn đạt trạng thái của QTCN dưới dạng số lượng của một vài chỉ tiêu độc lập X nào đó đối với sản phẩm (ví dụ: áp suất, nhiệt độ, điện áp, tần số, nồng độ, độ PH, ...) trong đó mỗi chỉ tiêu được biểu diễn bằng véc tơ n chiều:

$$X(t) = \{x_i(t)\}_{i \in N} \quad (1)$$

$x_i(t)$ - biến trạng thái; không gian trạng thái là không gian chứa véc tơ $X(t)$ và nói chung là không gian xác suất (\mathcal{X}, S, μ) trong đó S là σ - đại số của các tập con x ; μ - độ đo xác suất.

,Dạng chuẩn của phương trình trạng thái khi đó là

$$\dot{X}(t) = f(X(t), U(t), t, \xi). \quad (2)$$

Phương trình quan sát hệ

$$Y(t) = g(X(t), U(t), \eta), \quad (3)$$

$U(t)$ - véc tơ điều khiển, là véc tơ các thông số quản lí được (hoặc dẫn xuất của chúng); ξ, η - các véc tơ nhiễu nói chung có thứ nguyên $x \leq n$.

3. Tiếp cận hệ thống trong điều khiển các QTCN

Nhu cầu xã hội ngày càng tăng về số lượng và cả về chất lượng. Điều đó dẫn đến sự xuất hiện nhiều công nghệ mới và các khả năng thực hiện chúng (thiết bị công nghệ, vật liệu, công nghệ, thiết bị và phương pháp xử lý thông tin điều khiển). Ví dụ: trong quá trình lưu hóa một sản phẩm cao su có thể nhận sản phẩm với chất lượng như nhau bằng nhiều phương án (công nghệ): 10 phút ở 150 độ C, 8 phút ở 180 độ C hoặc 6 phút ở 210 độ C. Ví dụ khác: năng suất của một quá trình công nghệ hóa chất:

$$V = k \cdot C_L^l C_M^m \dots$$

C_L, C_M - nồng độ mol của các hoá chất tham gia phản ứng; l, m, \dots - hệ số phụ thuộc dạng phản ứng

$$k = f(\theta)$$

θ - nhiệt độ phản ứng.

Rõ ràng là có nhiều khả năng (công nghệ) để thực hiện quá trình đó.

Ví dụ khác: để cung cấp một lượng năng lượng nhiệt, điện cho lưới năng lượng với chất lượng và số lượng nhất định (U, ω, P - điện áp, tần số, công suất) có thể có nhiều phương án khác nhau thay đổi các thông số trên sơ đồ nhiệt của nhà máy nhiệt điện (thay đổi phân phối phụ tải giữa các khối lò máy, thay đổi các thông số hồi nhiệt, gia nhiệt, thay đổi cung cấp nhiên liệu, ...).

Việc xuất hiện nhiều công nghệ mới và khả năng thực hiện kỹ thuật đồng thời cũng dẫn đến phức tạp hoá bản thân các đối tượng công nghệ cũng như các mối quan hệ giữa các thiết bị công nghệ chính và phụ. Thứ nguyên các mô hình toán học các QTCN do đó tăng lên rất lớn. Điều đó trên thực tế gây nhiều khó khăn cho việc nghiên cứu cũng như thực hiện kỹ thuật các hệ điều khiển chúng.

Tiếp cận hệ thống cho phép xem các quá trình kỹ thuật là các quá trình cơ sở (QTCS). Các QTCS có thể đóng vai trò chính hoặc phụ trong QTCN. Các ví dụ đó (chính hoặc phụ) có thể thay đổi trong quá trình tiến hành QTCN tương ứng với sự thay đổi trọng số của chúng trong giới hạn loại

$$\sum_{k \in N} \gamma_k = 1$$

Trong QTCN, các QTCS liên hệ trực tiếp với nhau (liên hệ nối tiếp một chiều hoặc hai chiều) hoặc liên hệ với nhau qua sản phẩm cuối (liên hệ song song hoặc hỗn hợp). Các QTCS đảm bảo chủ yếu mặt chất lượng nên có tính kỹ thuật. Các mối liên hệ chủ yếu trong QTCN được xác định thông qua các thông số công nghệ và các chỉ tiêu đối với sản phẩm. Đối với toàn bộ QTCN bởi vì nó luôn gắn liền với khái niệm sản phẩm cuối nên nó thực hiện cả hai mặt của sản phẩm: số lượng (phi kỹ thuật - năng suất, các loại chi phí,...) và chất lượng (kỹ thuật - độ chính xác công nghệ). Các quan hệ chủ yếu trong QTCN được xác định thông qua các thông số công nghệ và các chỉ tiêu của sản phẩm cuối bao gồm hai mặt: chất lượng và số lượng của sản phẩm cuối. Như vậy sản phẩm cuối là điều kiện tồn tại của QTCN và là sự thống nhất của hai mặt chất lượng và số lượng (vốn đối lập nhau) của QTCN.

Sự thay đổi trạng thái của QTCN được xác định bởi sự thay đổi trạng thái của QTCS và sự thay đổi của các điều kiện thực hiện các QTCS. Như vậy nếu với khái niệm kinh điển QTCN được xem như một hệ kỹ thuật thì với quan điểm hệ thống ngoài những đặc trưng kỹ thuật, QTCN còn mang những đặc trưng phi kỹ thuật (thường là những đặc trưng kinh tế). Do đó trong công nghiệp thông thường có thể xem các QTCN là các hệ kinh tế kỹ thuật.

Từ đó, điều khiển QTCN là lựa chọn các thông số kiểm soát được sao cho có thể đưa QTCN đến trạng thái tối ưu theo ý nghĩa của cả hai mặt: chất lượng và số lượng của sản phẩm cuối.

Từ những phân tích cơ bản đó đi đến tiên đề:

Tiên đề - Không tồn tại QTCN mà không có sản phẩm cuối.

- QTCN là điều khiển được.

và có các định nghĩa sau:

Định nghĩa 1 QTCN là hệ kinh tế- kỹ thuật điều khiển được và được xác định bởi:

- mô hình cấu trúc:

Gồm bộ bốn:

$$(S, \{S_k | k = 1, 2, \dots, M, N\}, \gamma, \beta) \quad (4)$$

trong đó: S đặc trưng của QTCN; S_k - đặc trưng của QTCS $_k$; $k = 1, 2, \dots, N$; $\gamma = \{\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_N\}$
- tập các liên hệ, trong đó γ_k là tập các liên hệ của QTCS $_k$ với các QTCS $_{l \neq k}$ trong hệ; $\beta =$

$\{\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_M\}$ - tập các liên hệ, trong đó β_k là liên hệ trực tiếp giữa QTCS_k với QTCN. Ngoài ra

$$\beta \neq \emptyset, \quad \text{nghĩa là } \exists \beta_l = \emptyset \quad (5)$$

- Mô hình chuyển pha:

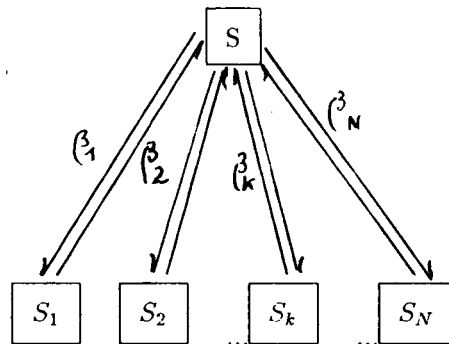
Hệ các hàm chuyển trạng thái:

$$\dot{X}_k(t) = F(X_k(t), U_k(t), \beta_k, \gamma_k, \xi_k); \quad k = 1, 2, \dots, N, \quad (6)$$

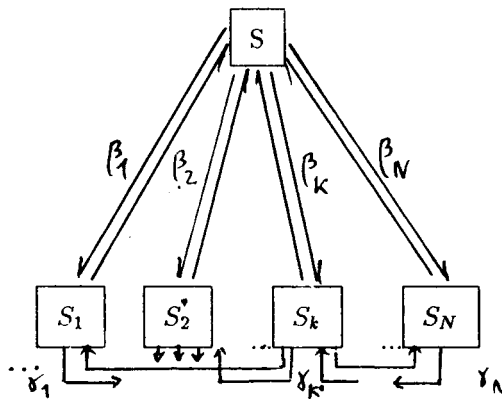
trong đó: X_k - véc tơ trạng thái của QTCS_k: $X_k \in X$; U_k - véc tơ điều khiển của QTCS_k: $U_k \in U$; ξ_k - véc tơ nhiễu. Ngoài ra

$$X \neq \emptyset, \quad U \neq \emptyset, \quad \gamma_k = g^*(X_k(t), \beta_k); \quad \beta_k = g^{**}(X_k(t), \gamma_k) \quad (7)$$

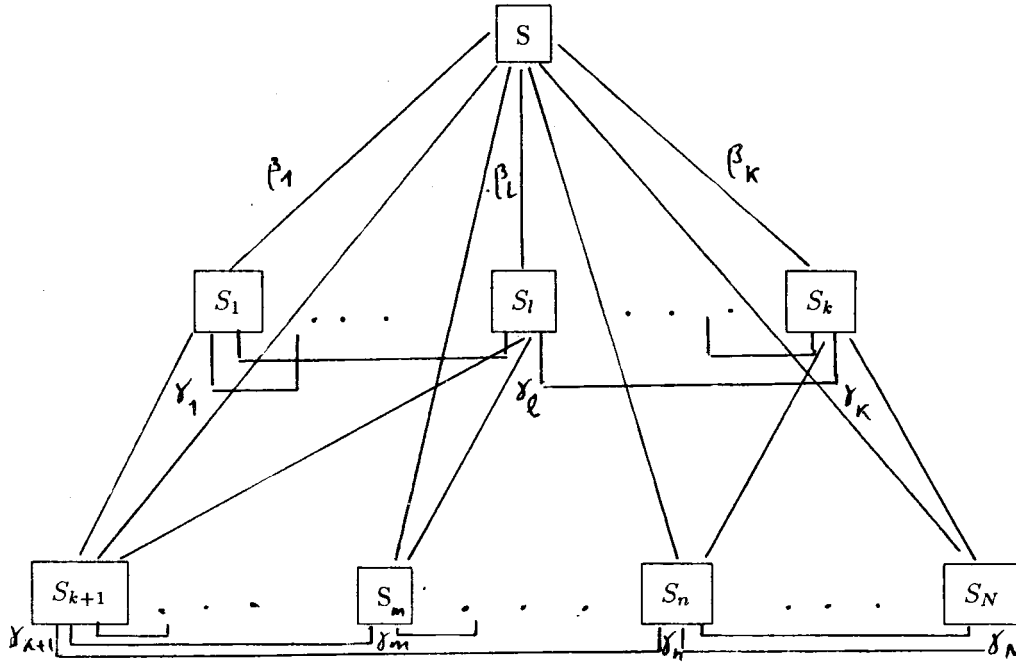
Để minh họa hãy khảo sát một vài cấu trúc điển hình sau (hình 1 và 3):



Hình 1 - Cấu trúc 1: $\gamma = \emptyset \forall \gamma_k$ - hệ chỉ tồn tại các liên hệ trực tiếp giữa các QTCS_k với QTCN.



Hình 2 - Cấu trúc 2: $\gamma_k \neq \emptyset$ and $\beta_k \neq \emptyset$ - giữa các QTCS tồn tại các liên hệ.



Hình 3: - Cấu trúc 3: $\beta = \{\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_N\}$; $\gamma = \{\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_N\}$ trong đó $\{l, m, n = 1, 2, \dots, N\}$ - tập các chỉ số được ánh xạ từ $\{1, 2, \dots, N\} \rightarrow \{1, 2, \dots, N\}$; $\beta_1, \dots, \beta_k, \dots, \beta_N$; $\exists \gamma_k : \gamma_k \neq \emptyset$

Cấu trúc này biểu diễn trường hợp có những QTCS chỉ liên hệ được với QTCN qua các QTCN khác do đó còn gọi là cấu trúc phân cấp. Khi đó $\beta_l = \emptyset$, S_l không có liên hệ trực tiếp với S mà chỉ liên hệ phân cấp. Thông qua $s_{m \neq l}$ xuất hiện phân cấp mới. Bởi vì γ và β là biến đổi động (7) trong quá trình tiến hành QTCN, do đó tính phân cấp trong QTCN là động.

Trong công nghệ việc đảm bảo chất lượng sản phẩm thường được thực hiện bằng cách giữ ổn định một vài thông số công nghệ gắn liền với các QTCN:

Gọi $V_k = V_k(X_k(t), U_k(t), t, \xi_k(t))$ viết gọn là $V_k = V_k(t)$ là hàm biểu diễn các thông số công nghệ được điều khiển trong QTCN_k ta có:

Định nghĩa 2 QTCN là hệ kỹ thuật S_k được xác định từ định nghĩa 1 và

$$S_k = f\{V_k(X_k, U_k, t, \xi_k) : \exists k \in K, l \in K = \{1, 2, \dots, K\} \Rightarrow \lim_{t \rightarrow \infty} |V_k^*(t) - V_k(t)| \leq \epsilon \quad (8)$$

ở đây $V_k(t)$ - thông số công nghệ được điều khiển; $V_k^*(t)$ - đánh giá của $V_k(t)$; ϵ - ngưỡng cho trước tùy ý và xác định theo (III-3).

Dễ dàng thấy rằng QTCN có cấu trúc 1 nếu thỏa mãn ĐN 1 và ĐN 2.

Định nghĩa 3 QTCN xác định bởi ĐN 1 và ĐN 2 là có điều khiển và điều khiển được nếu trong đó

$$\exists U_k : U_k \neq \emptyset. \quad (9)$$

Định nghĩa 4 QTCN là được điều khiển tự trị nếu nó thỏa mãn

- 1 - các điều kiện (8), (9)
- 2 - $\gamma_k = \emptyset$ (10).

Trong đó các điều kiện (8) và (9) khẳng định tính điều khiển được của QTCS. Điều kiện (10) xác định tính không có liên hệ trực tiếp với các $QTCS_{l \neq k}$ của $QTCS_k$.

- Trong hệ QTCN có $\beta \neq \emptyset$ và $\gamma \neq \emptyset \forall \gamma_k$, nghĩa là tất cả các QTCS đều được điều khiển tự trị thì ta gọi đó là QTCN được điều khiển tự trị. Một hệ như thế thoả mãn cấu trúc 1.

Từ các định nghĩa trên dẫn đến:

Định lý 1 (Định lý tồn tại) Nếu V là hàm đặc trưng các thông số của QTCN cần giữ ổn định hoặc giữ thay đổi theo một hàm cho trước thì ít nhất $\exists S_k : S_k = f(V)$. Ở đây hàm f được xác định theo DN 2.

Chứng minh Nếu ngược lại, theo DN 2 ta có $S_k \neq \emptyset \forall k \Rightarrow X = \emptyset$ trái với (7) của DN 1.

Định lý 2 (Định lý phân tích) Nếu $M > N$ thì QTCN có cấu trúc phân cấp nhiều cấp: $n > 1$.

Chứng minh Nếu $n = 1$ và $M > N$ thì ít nhất $\exists S_k$ mà trong đó $\beta_k^* \neq \beta_k^{**}$ trái với DN 1.

Hệ quả 1 Nếu V_k là thông số của QTCN cần giữ ở định hoặc giữ thay đổi theo một hàm cho trước thì ít nhất $\exists S_k : S_k = f(V_k)$ và $V_k = f(X_k, \beta_k)$.

Chứng minh Từ định lý 1 dễ dàng thấy rằng khi đó $V_k = V$.

4. Phân tích và tổng hợp

Việc phân tích và tổng hợp QTCN cơ bản là dựa vào mô hình cấu trúc và mô hình chuyển phía (DN 1).

Khi nghiên cứu cấu trúc QTCN buộc phải xem xét các tính chất macro của hệ trên cơ sở nghiên cứu các trạng thái macro và micro của chúng. Bởi vì tồn tại sự khác biệt về các tính chất và nội dung kỹ thuật - kinh tế ngay trong bản thân đối tượng (QTCN) nên có thể xác định các trạng thái macro và micro trong những không gian khác nhau. Việc nghiên cứu các liên hệ giữa các trạng thái macro và micro là vấn đề của các đối tượng nghiên cứu (QTCN) cụ thể.

1 - *Trạng thái micro* là trạng thái của hệ được xác định bởi các tọa độ và tốc độ (hoặc gia tốc) các biến. Việc xử dụng các phương pháp phân tích micro (các phương pháp tần số, phương pháp phương trình trạng thái ...) đối với các QTCN ít phức tạp có thứ nguyên nhỏ hoặc đối với các QTCS thường rất có hiệu quả. Ở trạng thái micro, tư cách (trạng thái) của hệ được diễn đạt dưới dạng tường minh quan hệ của các thông số cấu trúc, các liên hệ và các tác động ngoài. Có thể xem trạng thái micro là hàm của các biến trạng thái và tốc độ (hoặc gia tốc) của chúng. Dạng hàm đó phụ thuộc cấu trúc hệ và các tác động ngoài.

Khi đó ta có

$$X_l = G_l(x_l, u_l, \beta_l, \gamma_l, \xi, t) \quad (11)$$

ở đây $x_l = \{x_l^1, x_l^2, \dots, x_l^M\}$ - véc tơ ngẫu nhiên các trạng thái micro với phân bố $p(x_l^i)$ và kỳ vọng

$$\bar{X}_l = \int_M x_l^i dp(x_l^i) \quad (12)$$

G_1 - một vài hàm phân bố tính chất micro trong trạng thái macro của hệ. Việc xác định (11) phụ thuộc vào phương pháp phân tích.

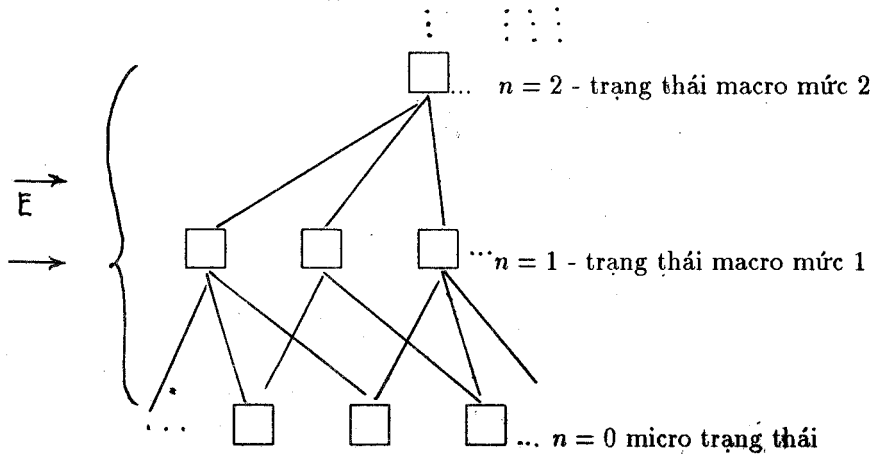
Trường hợp việc nghiên cứu tính chất micro của hệ (QTCN) tương ứng với việc nghiên cứu tính chất của một QTCS nào đó theo một nghĩa nào đó (ví dụ khi xét một chỉ tiêu chất lượng của sản phẩm cuối mà chỉ tiêu đó lại do tính chất của một QTCS nào đó quyết định) thì (11) có thể xác định từ (6) theo ĐN 1.

2- *Trạng thái macro* Nói chung, có thể mô hình hóa các QTCN (ví dụ các QTCN trong sản xuất năng lượng nhiệt điện, trong các ngành công nghiệp giấy, hóa dầu, ...) bằng các phương pháp phân tích micro. Tuy nhiên trên thực tế mô hình hóa các QTCN phức tạp, các phương pháp đó tỏ ra ít hiệu quả. Việc áp dụng các phương pháp phân tích macro (ví dụ phương pháp entropi) [37], phương pháp tương quan, phương pháp tập mở, ...) có thể chỉ ra các tính chất macro cần thiết mà không nhất thiết phải tính đến mọi tính chất micro của hệ. Tổ hợp nhiều trạng thái micro có thể dẫn đến một trạng thái macro. Nhưng điều đó không có nghĩa là trạng thái macro của QTCN bằng tổng (hoặc tích) các trạng thái micro. Điều đó trên cơ sở loại bỏ các liên hệ yếu có thể cho phép đơn giản hóa đến một mức độ đáng kể cấu trúc hệ khi tổ hợp hệ điều khiển các QTCN. Như vậy trạng thái X của QTCN là một vài kết quả mở rộng của các trạng thái micro của nó. Ngoài ra nó còn chứa các tính chất macro khác không mô hình hóa được khi tiến hành nghiên cứu micro hoặc không tồn tại trong các trạng thái micro (người ta gọi nó là emergence - tính trội E của các hệ thống lớn và phức tạp). Rõ ràng là: nếu

$$\exists S : \forall \beta_k = \emptyset \Rightarrow n = \emptyset \ \& \ E = \emptyset. \quad (13)$$

Từ (13) cho ta tính trội E chỉ có thể được phát hiện và tồn tại trong macro trạng thái QTCN trong điều kiện giữa chủ thể điều khiển và đối tượng điều khiển (micro trạng thái và các mức phân cấp macro thấp hơn) có trao đổi thông tin.

Từ cấu trúc 3 (cấu trúc tổng quát) có thể rút ra sơ đồ phân cấp của trạng thái macro và được giới thiệu trên hình 4, ở đây $n \geq 0$.



Hình 4. Tính phân cấp của trạng thái macro QTCN

3- ϵ - ngưỡng. Điều khiển các QTCN cần được tiến hành theo những quan điểm chủ quan (hàm mục tiêu, các chỉ tiêu chất lượng, số lượng) cùng với các yếu tố tác động đến các quan điểm chủ quan đó (truyền thống, thói quen, kinh nghiệm, sự đào tạo, mệnh lệnh từ trên, đường lối quy định trước, giá cả thị trường ...) trên cơ sở xem xét các yếu tố khách quan hiện hữu. Do đó vai trò quan sát viên trong điều khiển các QTCN rất quan trọng. Quan sát viên có thể là người, là otomat, là máy tính trong thành phần cơ cấu xử lý thông tin điều khiển và kiểm tra. Các yếu tố chủ quan đó có thể được diễn đạt dưới dạng số lượng qua khái niệm ngưỡng phân biệt của quan sát viên gọi là ϵ - ngưỡng [21,31].

Trong hệ được khảo sát, đối tượng quan sát được đặc trưng bởi một vài tập các biến (véc tơ X_l). Khi đó có thể lập mỗi véc tơ X_l trong một trạng thái tương ứng với đối tượng được điều khiển sao cho tập tất cả các trạng thái có khả năng của đối tượng là đẳng cấu với tập của mỗi véc tơ X_l . Khái niệm đó là khái niệm chuẩn trong việc diễn đạt các hệ động học [6,7]. Có nghĩa là, khái niệm trạng thái (macro và micro) chỉ có thể có ý nghĩa với mỗi hệ đối tượng - quan sát viên cụ thể. Trong điều khiển QTCN nhờ ϵ - ngưỡng mà phân biệt được các trạng thái của hệ diễn đạt trong dạng các đặc trưng về chất lượng và số lượng của sản phẩm cuối.

Ví dụ: Giả sử trạng thái của QTCN được xác định bởi các ĐN 1,2 và 3. Một trong những nhiệm vụ điều khiển QTCN là ổn định thông số công nghệ V . Khi đó chất lượng điều khiển đối với V được biểu diễn dưới dạng làm cực tiểu phiếm hàm J_k

$$\min J_k = \min \Phi(V_k^* - V_k). \quad (14)$$

Điều đó cũng tương ứng với việc làm cực tiểu khoảng cách giữa hai điểm V_k^* và V_k , nghĩa là

$$\min J_k = \min \rho(V_k^*, V_k) = \min \{ \rho(V_{k1}^*, V_{k1}), \rho(V_{k2}^*, V_{k2}), \dots \}. \quad (15)$$

Cho rằng QTCN được tiến hành một cách hoàn chỉnh nếu trị số bằng số của J_k không vượt quá đại lượng cho phép một trị số $\epsilon_k > 0$ nào đó, khi đó

$$\rho(V_k^*, V_k) = |V_k^* - V_k| \leq \epsilon; \quad \epsilon_k \in \epsilon. \quad (16)$$

Điều đó có nghĩa là ϵ được chọn sao cho trạng thái macro của hệ không thay đổi khi hệ chưa ra khỏi giới hạn (16). (Ở đây ϵ - ngưỡng là tập các ngưỡng quan sát theo khái niệm trên). Có nghĩa là ϵ_k là modun bé nhất của khoảng cách giữa V_k và ước lượng của nó V_k^* , phản ánh tồn tại của QTCN mà để đạt được nó về mặt kỹ thuật là giới hạn của khả năng, hoặc theo quan điểm của quan sát viên việc tiếp tục phân biệt là không cần thiết.

Giả sử - X_i, X_j là hai trạng thái của hệ,

- $\rho: X \times X \rightarrow R$, ρ là metric của hai trạng thái của hệ,

- ϵ - là ngưỡng phân biệt trạng thái của hệ.

thì:

* - Nếu $\rho(X_i, X_j) \leq \epsilon$ thì X_i, X_j là hai trạng thái không phân biệt được. Khi đó ta có $X_i \simeq X_j$.

* - Nếu $\rho(X_i, X_j) > \epsilon$ thì X_i, X_j là hai trạng thái phân biệt được. Nghĩa là $X_i \neq X_j$.

ρ có thể là khoảng cách Euclide:

$$\rho(X_i, X_j) = |X_i - X_j| \quad (17)$$

ρ có thể là độ lệch bình phương. Nếu ta xét không gian các trạng thái là không gian xác suất (X, σ, μ) :

$$\rho(X_i, X_j) = \left[\int_{X_i}^{X_j} (X - X_i)^2 dP(X) \right]^{1/2}. \quad (18)$$

Trong không gian metric điều kiện phân biệt được giữa hai trạng thái X_i, X_j của QTCN tương ứng với

$$\rho(X_i, X_j) = |X_i - X_j| = \Delta X \geq \epsilon \quad (19)$$

đồng thời ta có phương sai (dispersion) của X

$$D(X_i) = \int_{X_i} (x_i - X_i)^2 dP(x_i). \quad (20)$$

Khi đó hiển nhiên điều kiện phân biệt được là [19]

$$\rho(X_i, X_j) \geq \sqrt{D(X)} \quad (21)$$

Nghĩa là với tư cách là ngưỡng phân biệt có thể lấy trị số

$$\epsilon = \sqrt{D(X)}. \quad (22)$$

Nếu X là miền biến thiên các trạng thái QTCN thì số lượng lớn nhất các trạng thái có thể phân biệt đối với quan sát viên trong miền đó là

$$M_\epsilon(X) = \frac{|X|}{\epsilon}. \quad (23)$$

Khi đó theo Ashby, độ đa dạng của QTCN là

$$L_\epsilon = \log_2 M_\epsilon(X). \quad (24)$$

Lượng thông tin chứa các đại lượng ngẫu nhiên $x \in X$, xác định trạng thái của QTCN hoặc năng lượng của nó có trị số lớn nhất chỉ khi các trạng thái (được phân biệt bởi ϵ - ngưỡng) là đồng xác suất, khi đó

$$L_\epsilon(X) = \max_{p_i} \left\{ - \sum_{i \in M_\epsilon} p_i \log p_i \right\} = \max_{p_i} H(X), \quad (25)$$

p_i - xác suất của trạng thái x_i , ở đây $p_i = p_{j \neq i}$; $\sum_{i \in M_\epsilon} P_i = 1$; $H(X)$ - entropi của các đại lượng ngẫu nhiên của tín hiệu hoặc năng lượng hệ được rời rạc hóa với phân bố $f(p_i)$ và ϵ - ngưỡng.

Đại lượng $L_\epsilon(X)$ ở (24) gọi là ϵ - dung lượng thông tin của tập X [31].

Định lý 3. Giả sử $\Delta V_{k.max}$ là sai số điều khiển lớn nhất đối với chỉ tiêu chất lượng k của QTCN và ϵ_{vk} là ngưỡng phân biệt đối với V_k . Nếu $\Delta V_{k.max} \leq \epsilon_{vk}$ thì điều khiển chất lượng QTCN độc lập với điều khiển năng xuất QTCN.

Chứng minh Điều đó có thể dễ dàng rút ra trực tiếp từ khái niệm ϵ - ngưỡng.

5. Điều khiển

Về bản chất QTCN là một hệ năng lượng [33]. Điều khiển QTCN là điều khiển quá trình biến đổi năng lượng (thay đổi mối tương quan giữa động năng và thế năng, biến đổi từ dạng năng lượng này sang dạng năng lượng khác). Ở đây khái niệm năng lượng cần được hiểu rộng hơn. Nó bao gồm sức lao động sống, sức lao động đã được vật hóa trong nguyên, nhiên, vật liệu và trong các thiết bị công nghệ cùng với hóa nhiệt năng tích lũy trong vật chất. Khi chọn hàm mục tiêu điều khiển người ta mong muốn sao cho hiệu quả của quá trình đó là lớn nhất (nghĩa là chọn trạng thái của hệ là tối ưu trong những điều kiện ràng buộc nhất định). Khác với các bài toán tối ưu trong quy hoạch toán học, điều khiển QTCN phải được thực hiện trong chế độ thời gian thực và là quá trình đưa hệ từ trạng thái này sang trạng thái khác tốt hơn tiến dần đến trạng thái tối ưu. Khái niệm đó đối với điều khiển QTCN là hoàn toàn hợp lí bởi vì:

a) Trong quản lí xí nghiệp người ta quan tâm đồng thời trạng thái tối ưu của hệ và trị số bằng số đánh giá hàm mục tiêu (chủ yếu là quan tâm trị số bằng số của hàm mục tiêu).

b) Trong điều khiển QTCN vấn đề đặt ra có đôi chút khác hơn. Ở đây người ta chỉ quan tâm đến trạng thái của hệ mà ở đó hoạt động của hệ là tối ưu. Điều khiển đó có thể được xác định từ việc giải các bài toán tối ưu mở rộng mà việc giải nó đơn giản hơn việc giải bài toán tối ưu đặt ra ban đầu.

Định nghĩa 5 Có QTCN được xác định theo các DN 1, 2, 3 và hàm mục tiêu $J(x)$: $\exists x_{j.opt}(x$ - trạng thái của hệ). Bài toán $I(x)$ là bài toán tối ưu mở rộng [12] của $J(x)$ nếu như

$$\exists x_{i.opt} : x_{i.opt} = x_{j.opt}. \quad (26)$$

c) Nếu như không chấp nhận biện pháp nói trên thì khối lượng lớn thông tin trong điều khiển QTCN có thể dẫn đến phá vỡ chế độ thời gian thực vì quá tải hệ thống kỹ thuật xử lý thông tin.

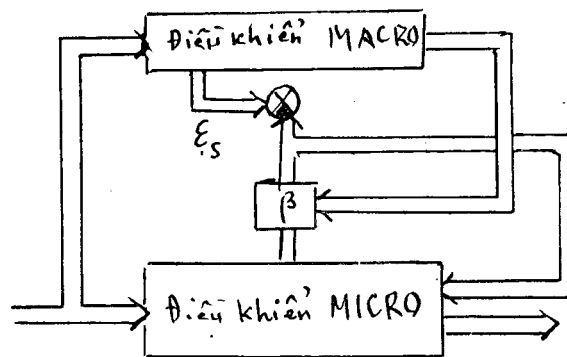
Từ những khái niệm trên về trạng thái của QTCN rút ra tương ứng các khái niệm điều khiển macro và điều khiển micro:

1- Điều khiển micro. là tác động lên hệ sao cho các thông số phân tích micro thay đổi theo hướng mong muốn. Bởi vì chất lượng sản phẩm cuối phụ thuộc chủ yếu vào độ chính xác của các thông số công nghệ, điều khiển micro trước hết thỏa mãn mặt chất lượng sản phẩm. Điều khiển micro do đó có thể thực hiện tự trị đối với tất cả các QTCS cũng như điều khiển nhiều liên hệ trong toàn bộ QTCN hoặc đối với từng nhóm các QTCS.

2- Điều khiển macro. Trong phân tích macro, các tính chất macro của hệ phụ thuộc vào các tính chất micro và các quan hệ phân cấp. Do đó điều khiển macro là điều khiển các phân bố tính chất micro và các quan hệ phân cấp sao cho sự thay đổi trạng thái của hệ (trạng thái macro) xảy ra

theo hướng tốt hơn. Như vậy, ngoài việc đảm nhận chính về mặt sản lượng của sản phẩm cuối trong chừng mực nhất định điều khiển macro có ảnh hưởng đến mặt chất lượng. (Cũng cần chú ý rằng giữa điều khiển macro và quản lý xí nghiệp có những khác biệt quan trọng). Trong công nghệ thường hai mặt chất lượng và sản lượng đối lập với nhau. Điều khiển macro là thực hiện sự thống nhất giữa hai mặt đối lập đó trong sản phẩm cuối. Như vậy, mở rộng ĐN 1, để thấy rằng điều khiển macro còn là điều kiện tồn tại QTCN.

Từ đó, ta thấy rằng điều khiển QTCN là điều khiển đa mục tiêu và được thực hiện ở chế độ đối thoại (dialog) giữa các mức phân cấp của hệ. Các thông số điều khiển là các thông số quản lý được, nghĩa là các thông số mà ta có thể thay đổi tiền định (ví dụ các thông số của bộ điều chỉnh tự động trong điều khiển micro, các quan hệ có mặt trong đối thoại giữa các mức phân cấp macro). Trên hình 4 giới thiệu sơ đồ nguyên lý điều khiển QTCN.



Hình 4 - Sơ đồ lý điều khiển QTCN

Định nghĩa 6 Cho QTCN xác định theo các ĐN 1, 2 và 3, quá trình điều khiển macro gọi là đối thoại được cân thỏa mãn điều kiện (5).

Hệ quá 2 Nếu $\exists \beta_l (\neq 0) \ll \gamma_l$ sao cho $\rho(V_{k, \beta_l=0}, V_k) \leq \epsilon_k$ thì có thể bỏ qua đối thoại macro đối với QTCN_l. Khi đó gọi β_l là liên hệ yếu.

HQ 2 cho ta thêm khả năng xây dựng các bài toán tối ưu mở rộng (26).

6. Kết luận

Phương pháp giới thiệu trên đây tỏ ra đơn giản, dễ xử dụng, phù hợp với thực tế công nghệ, cho phép xử dụng có hiệu quả đồng thời các công cụ hiện đại cũng như kinh điển về lý thuyết và phương tiện kỹ thuật xử lý thông tin và điều khiển. Cùng với việc phát triển kỹ thuật vi tính về khả năng xử lý thông tin (dung lượng nhớ, khả năng thông, tốc độ tính toán) cũng như việc

giảm đáng kể chi phí đầu tư cơ bản cho chúng, tiếm cận hệ thống trong điều khiển QTCN ngày càng có ý nghĩa quan trọng.

Tài liệu tham khảo

1. Balakirev V.C., Volodin V.M. & Kirilin A.M., Optimalnoe upravlenie procesami khimicheskoi technology M.1978 (Tiếng Nga)
2. Baimuratov U.B. & Kramarenko G.B., Economiseckaia effectivnocti granhixi primenhia visiclitelnoi tehniki. Alma-ta .1974. (tiếng Nga)
3. Bakman L.E., Slosnie signali i principii nheopredelennociti v radiolokasi . 1965.(tiếng Nga).
4. Duel M.A., Meresko V.M. & Procvetov M.M., AXU teplovoi electrocstansi, Kiev. 1977.(tiếng Nga).
5. Gluskov V.M., Dobrov G.M. & Teressenko V.I., Besedi ov upravlenhi. 1974. (tiếng Nga).
6. Zade L.A., Ponhiatie soctoianhia v theorii system . Bài trong sách : " Ovshaia theoria system " M.1966. (tiếng Nga).
7. Kalman P.E., Ov ovsei theorii system upravlenhia, theorii discretnioxoptimalnix i xamonacstraivaiusixsia system. Bài trong sách " Trudi 1 - megdunarodnovo kongreca IFAC ". M.1963. (tiếng Nga).
8. Kuzmin I.V., Asenka effectivnocti i optimizasia ASKU. M.1972.(tiếng Nga).
9. Kuzmin I.V., Iavna A.A. & Kliusko V.I., Elementi veroiatnoctnix modeli ASU M 1975.(tiếng Nga).
10. Landao L. & Livsic E.M., Statictiseckaia phisika. M 1964 (tiếng Nga).
11. Lecdon L.C., Optimizasia bolsix system. (Bảng dịch tiếng Nga M 1975.)
12. Chau N.V., Loan N.T. & Selezuhov M.A. Sintez becspoikovix samonactraivaiusixsia system upravlenhia promislennimi ovektami, ocnovannix na minhimizatii mosnocti signali osivki. Energetika , n^o 10, 1974 (tiếng Nga).
13. Mamikonov ? Upravlenie i informasia, M 1975 (tiếng Nga).
14. Mesarovic M. & Takagiara Ia.- Ovsaia theoria system, matematiseckie ocnovi (bản dịch tiếng Nga M 1978).
15. Morozovski V.T., Mnogosviaznie systemi avtomatiseckovoe regulirovanhia M1970 (ti)ng Nga).
16. Ocnovi upravlenhia technologiseckimi proceccami, Chủ biên Raiman, N.C. M 1978 (ti)ng Nga).
17. Octrovski G.M. Berezinski T.A.& Beliaeva A.P. Algoritmi optimizatii chimiko-technologiseckix processov. M.1978. (tiếng Nga).
18. Padalko L.P., Kriteri i metodi optimalnbovo upravlenhiia electroenergetiseckoi siystemoi, Minsk 1979 (ti)ng Nga).
19. Petrov B.N., Kosubievski I., Ulanov G.M. & Dudin E.B., Razlisnocst invariantnoc i informasia v systemax s zecskoi i peremennoi structuroi. (tiếng Nga - bài trong " Trudi III Fsesoiuznoie sovesanhie po avtomatiseckomu upravlenhiu", Techniseckaia kibernetika, Odesa 1965 & M 1968).
20. Petrov B.N., Petrov V.V., Ulanov G.M., Ageev V.M., Zaporozes A.V., Kosubievski I.D., Mai

- V.P. & Uckov A.C., Nachalo informationnoi teorii upravlenhيا, Techniseckaia kibernetika 1968, VNIITI M 1970(tiếng Nga).
21. Petrov E.N., Petrov V.V. & Ulanov G.M. Nasalo informationnoi teorii upravlenhيا (tiếng Nga, bài trong tuyển tập "Techniseckaia kibernetika " tập 4, chủ biên Petrov B.N. VNIITI M 1972 và trong tập 6, quyển 1 1975).
 22. Problemmi tozdanhيا ASU proizvodstvom. Ovizor mezdunarodni centr nausnoi i techniseckoi informasi, M 1977(tiếng Nga).
 23. Raibman N.U. & Sadaev V.N., Pochtroenhie modelei processov proizvodstva, M 1975(tiếng Nga).
 24. Ractrighin L.A. Slusainii poics v processax adaptasi, Riga 1973 (ting Nga).
 25. Popirin L.C. Mathematiseckoe modelirovanhie i optimizasia teploenergetiseckix uctanovoc, M 1978 (tiếng Nga).
 26. Slosnie systemi upravlenhيا, ANUSSR Kiev 1968 (tiếng Nga).
 27. Solodov A.V., Teoria informasii i eo primenhenhie k zadasam avtomatiseckovo upravlenhيا i kontroliia M 1967(tiếng Nga).
 28. Sragovic V.G., Teoria adaptivnix system, M 1976 (tiếng Nga).
 29. Tikhonov A.N. & Acsenhin V. Ia. Metodi resenhia nhekorettnix zadast M 1979 (tiếng Nga).
 30. Turbovic I.T. O sootnosenhii nheopredelennosti v radiotechnike, Radiotechnika n^o 3, 1966 (tiếng Nga).
 31. Ulanov G.M. Statitiseckie i informationnie voprosi upravlenhيا po vozmysenhiu, M 1970 (tiếng Nga).
 32. Esbi U.P., Vvodenhie v kibernetiku. (bản dịch tiếng Nga) M 1959.
 33. Chestnut H. - Systems Engineering Tools, John Wiley a Sons Inc, N 1965.
 34. Director S. & Rohrer R.A., Introduction to Systems Theory N 1972.
 35. Handbook of Industrial Control Computer. Ed. By Harrison T., John wiley a Sons, N. London, Sydney, Toronto 1972.
 36. Kullback S., Information Theory and Statistics N.Y. ,London
 37. Willson A.G., Entropy in Urban and Regional Modelling Pion Limited London 1970.
 38. Simon P. & Meunier R., Microbiologie industrielle et genie biochimique (bản dịch tiếng Việt - NXB Y học, 1981).

Abstract

The System Approach for Technology Process Control

A broad class of technology processes for production of social consumption products in material and energy form is studied by system engineering. The last product is used as existence condition of the mentioned above class. The system of axiom and principal definitions, theorems for structure, analysis and synthesis, observation and control to this class of technology processes is created.