e-ISSN: 3039 - 3145
Tạp chí Khoa học và Công nghệ Y khoa, 2026, 06, 089-095

CÁC THUẬT NGỮ CHÍNH TRONG TỰ ĐỘNG HÓA - ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU KHOA HỌC TRONG PHÂN TÍCH VÀ TỔNG HỢP HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG ĐIỀU KHIỂN

Nguyễn Tiến Dũng*

Trường Đại học Lương Thế Vinh, Số 9 Đường Cầu Đông, Phường Nam Định, tỉnh Ninh Bình, Việt Nam
**Tác giả liên hệ: nguyentiendung@ltvu.edu.vn*

THÔNG TIN BÀI BÁO

Ngày nhận: 16/08/2026
Ngày hoàn thiện: 26/08/2026
Ngày chấp nhận: 06/09/2026
Ngày đăng: 15/09/2026

TỪ KHÓA

Hệ thống tự động điều khiển;
Hệ thống tự động điều khiển tự động hở;
Hệ thống tự động điều khiển kín sự ổn định;
Hệ thống tự điều chỉnh;
Độ chính xác của hệ thống tự động điều khiển.

TÓM TẮT

Bài viết xem xét một số thuật ngữ chính — được coi là các đối tượng nghiên cứu khoa học và thường sử dụng để phân tích và tổng hợp hệ thống tự động điều khiển. Sự hình thành và quá trình phát triển của các thuật ngữ này được trình bày. Những đánh giá về nội hàm của các thuật ngữ và tác động tương hỗ giữa chúng với sự phát triển của các hệ thống tự động điều khiển và lý thuyết: hệ thống tự động điều khiển loại kín; hệ thống ổn định tuyệt đối; hệ thống tự hiệu chỉnh; lý thuyết nhiễu loạn, tất cả như là một phần của lý thuyết chung về điều khiển tự động, đã được trình bày.

MAIN TERMS IN AUTOMATION – OBJECTS OF SCIENTIFIC STUDY IN THE ANALYSIS AND SYNTHESIS OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS

Tien Dung Nguyen*

Luong The Vinh University, 9 Cau Dong Street, Nam Dinh Ward, Ninh Binh Province, Viet Nam
**Corresponding Author: nguyentiendung@ltvu.edu.vn*

ARTICLE INFO

Received: Aug 16, 2026
Revised: Aug 26, 2026
Accepted: Sep 06, 2026
Published: Sep 15, 2026

KEYWORDS

Automatic control system;
Open-loop automatic control system;
Closed-loop automatic control system;
Stability;
Self-adjusting system;
Accuracy of an automatic control system.

ABSTRACT

The article examines several key terms—considered objects of scientific study and frequently used to analyze and synthesize automatic control systems. The formation and development of these terms are presented. Assessments regarding the underlying concepts of these terms, and their interplay with the development of automatic control systems and theories: specifically closed-loop automatic control systems, absolutely stable systems, self-adjusting systems, and perturbation theory, have been presented as part of the general theory of automatic control.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay, các thuật ngữ như: tự động hóa; điều khiển tự động; điều chỉnh tự động; tính ổn định; tính bền vững; độ chính xác; thời gian đáp ứng (thời gian quá trình quá độ); chế độ động học; chế độ xác lập; điều khiển tối ưu; điều khiển mờ; điều khiển thích nghi; tự điều chỉnh; phản hồi âm-dương; phản hồi âm đơn vị; v.v..., đã trở nên quen thuộc. Tuy nhiên, chưa có một sự giải thích nào đủ để làm rõ nghĩa một số thuật ngữ chính với cách tiếp cận, xem chúng là những đối tượng khoa học cần nghiên cứu: từ sự hình thành ban đầu đến quá trình phát triển sau này.

Trong thực tiễn, việc sử dụng các thuật ngữ, phổ biến nhất là sử dụng các thuật ngữ: tự động quản lý với tự động điều khiển và tự động điều chỉnh; độ ổn định và độ bền vững, chưa thực sự chính xác trong một số trạng thái của hệ kỹ thuật tự động hóa. Thí dụ, khi nói hệ thống tự động điều khiển (hoặc điều chỉnh) có tính ổn định hoặc nói có tính bền vững, hoặc nói độ ổn định hay nói độ bền vững, thì trường hợp nào hay hiện tượng nào sẽ là chính xác. Nguyên nhân nói (hoặc viết) không chính xác có phần nguyên nhân là chưa hiểu rõ nội hàm của từng thuật ngữ. Thí dụ, chỉ nói (hoặc viết) Tự động điều chỉnh khi hệ thống tự động điều khiển có tính ổn định điểm làm việc (trạng thái cân bằng) sẽ thay đổi điểm làm việc ngay khi chịu tác động nhiễu thì tự động điều chỉnh tín hiệu nào đó trong hệ thống tự động điều khiển để đưa đối tượng được điều khiển nhanh chóng trở lại điểm làm việc như cũ, nếu nói (hoặc viết) là tự động điều khiển đối tượng được điều khiển thì có lẽ là không chính xác.

Bài viết này cố gắng luận giải mang tính khoa học mà các thuật ngữ khoa học chính chứa đựng trong chúng những nội dung đủ đầy, để từ đó khi sử dụng chúng sẽ có nội dung lớn hơn trong diễn giải luận án hay tham luận; phân tích và tổng hợp hệ thống tự động điều khiển; cũng như trong mô tả sản phẩm, v.v...thuộc chuyên ngành Tự động hóa điều khiển.

2. MỤC TIÊU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU

* Làm rõ khái niệm ban đầu và quá trình phát triển nội hàm của 5 thuật ngữ chính: tự động hóa; tự động điều khiển; hệ thống tự động điều khiển; sự ổn định; độ chính xác;

** Xem xét tác động tương hỗ giữa sự phát triển nội hàm của các thuật ngữ với sự phát triển của các sản phẩm kỹ thuật tự động hóa trong các lĩnh vực khác nhau.

2.2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

* Sử dụng thư viện và các nguồn tư liệu từ cuộc cách mạng kỹ thuật lần thứ nhất cho đến nay để làm rõ quá trình, từ ý tưởng đến sản phẩm sơ khai và phát triển trong thời gian dài;

** Thay đổi cách tiếp cận đối với các thuật ngữ nêu trên, xem xét chúng như là đối tượng nghiên cứu khoa học, trong đó xét sự tương tác qua lại giữa quá trình phát triển nội hàm của các thuật ngữ với quá trình phát triển khoa học kỹ thuật tự động hóa, cả lý thuyết và sản phẩm.

3. NỘI DUNG VÀ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. THUẬT NGỮ "AUTOMATION"

"Automation" — Tự động hóa — lĩnh vực khoa học và kỹ thuật, bao gồm:

* Lý thuyết và nguyên tắc xây dựng hệ thống điều khiển hoạt động mà không cần sự tham gia trực tiếp của con người;

** Theo nghĩa hẹp — tập hợp các quy tắc và phương tiện kỹ thuật, loại bỏ sự tham gia của con người khi thực hiện các công đoạn của một quá trình cụ thể.

Với tính chất như là một ngành công nghệ độc lập, thuật ngữ "Automation" đã được công nhận tại hội nghị năng lượng thế giới lần thứ hai (tại Berlin, Đức vào năm 1930), ở đó đã xác lập một phần về nội hàm điều khiển tự động và điều khiển cơ học từ xa. Ở Việt Nam, thuật ngữ "Automation" được chấp nhận và phổ biến rộng trong những năm 70 và 80 của thế kỷ trước.

Thuật ngữ "Automation", tự thân mang tính khoa học dựa trên những "nội dung khoa học" có trong nó, đó là:

* Lý thuyết tự động điều khiển, có gốc từ các công trình khoa học của J.K. Maxwell (1868), I. A. Vyshnegradsky (1872-1878), A. Stodola (1899) và các nhà khoa học khác;

** Thuật ngữ này được sử dụng và làm sáng tỏ ngữ nghĩa vào những năm 1940 trong các luận án khoa học kỹ thuật.

Lịch sử của thuật ngữ "Automation" như là một ngành kỹ thuật chính xác cao gắn liền với sự phát triển của các máy tự động, thí dụ dễ thấy là động cơ đốt trong từ thủa khai sinh đã chính xác là cỗ máy cơ khí tự động hóa, các thiết bị tự động và tổ hợp máy tự động hóa.

Trong giai đoạn phát triển ban đầu thì thuật ngữ "Automation" dựa chủ yếu vào lý thuyết cơ học; lý thuyết mạch; và hệ thống điện, nhằm giải các vấn đề liên quan đến điều chỉnh áp suất trong nồi hơi; hành trình của piston hơi nước; tốc độ quay của động cơ điện; kiểm soát sự hoạt động của các máy tự động bằng các thiết bị bảo vệ relays. Tương ứng với thuật ngữ này là các phương tiện kỹ thuật trong giai đoạn này được phát triển nhằm mục đích sử dụng trong các hệ thống điều chỉnh tự động. Từ sự phát triển sâu của tất cả các ngành khoa học kỹ thuật vào những năm cuối thế kỷ 20, dẫn đến sự tăng trưởng nhanh chóng của công nghệ tự động điều khiển theo chương trình và tự động điều chỉnh để giữ điểm làm việc mong muốn dưới tác động nhiễu; và việc sử dụng nó trở nên phổ biến trong từng máy, cũng như trong dây chuyền công nghiệp. Đặc biệt là công nghệ sử dụng máy tính điện tử với lập trình điều khiển tự động hóa đã trở nên quen thuộc [1-3] và tạo ra các hệ thống tự động phức tạp hơn.

Thêm nữa, đó là trong công nghiệp thì thuật ngữ "Automation", từ trong máy đơn lẻ đến tổ hợp máy phức tạp lại liên quan đến sự hoạt động của chúng với vị trí địa lý đặt các máy (hoặc các tổ hợp máy) ở khoảng cách xa nhau, thí dụ:

* Các cụm công nghiệp và năng lượng lớn;

** Hệ thống điều khiển tàu vũ trụ, thiết bị bay, …

Đối với sự giao tiếp giữa các thiết bị xa nhau như thế trong cùng một hệ thống thì cần phải sử dụng điều khiển cơ học từ xa, cùng với các thiết bị điều khiển và đối tượng được điều khiển, tất cả tạo nên hệ thống tự động hóa từ xa.

Trong hệ thống dạng này thì các phương tiện kỹ thuật (bao gồm cả điều khiển cơ học từ xa) có nhiệm vụ thu thập và xử lý thông tin một cách tự động theo chương trình đã định, sẽ có tầm quan trọng rất lớn, vì nhiều vấn đề trong các hệ thống tự động điều khiển có tính phức tạp chỉ có thể giải quyết được với sự trợ giúp của công nghệ máy tính điện tử.

3.2. THUẬT NGỮ "AUTOMATIC CONTROL"

Thuật ngữ "Automatic control" — điều khiển tự động — tập các hoạt động, hướng đến duy trì hoặc làm tốt hơn nữa chức năng của đối tượng được điều khiển mà không có sự tham gia trực tiếp của con người tương ứng với mục đích điều khiển được xác định. "Automatic control" được dùng phổ biến trong nhiều hệ thống kỹ thuật và công nghệ sinh học nhằm mô tả:

* Các thao tác, mà không thể xử lý bởi con người do cần xử lý một lượng thông tin lớn trong một thời gian bị giới hạn;

** Nhằm tăng năng suất lao động; chất lượng và độ chính xác của sự điều khiển;

*** Giải phóng con người ra khỏi hệ thống điều khiển được đặt trong môi trường nguy hại sức khỏe hoặc không thể tiếp cận.

Mục đích của sự điều khiển theo cách này hay cách khác được gắn liền với sự thay đổi theo thời gian của các đại lượng được điều khiển — các đại lượng đầu ra của đối tượng được điều khiển. Để thực hiện mục đích điều khiển, có tính đến các đặc điểm của đối tượng được điều khiển có tính chất khác nhau và tính đặc hiệu của từng loại hệ thống riêng biệt, thì sự tác động lên các bộ phận điều khiển của đối tượng sẽ được tổ chức, đó chính là tác động điều khiển. Tác động điều khiển (đôi khi chấp nhận dùng thuật ngữ này để mô tả, chính xác hơn là sử dụng thuật ngữ "Tác động điều chỉnh") cũng nhằm mục đích bù đắp sai lệch bởi sự ảnh hưởng của các nhiễu loạn bên ngoài gây ra theo xu hướng làm sai lệch các hành vi (giá trị) mong muốn của các đại lượng được điều khiển. Các tác động điều khiển? (điều chỉnh) được tạo ra bởi thiết bị điều khiển? (control device — CD?, Adjustment device — AD). Vậy nên, sử dụng cụm từ "Thiết bị điều khiển và điều chỉnh tự động" sẽ là hợp lý hơn). Sự kết hợp giữa thiết bị điều khiển-điều chỉnh và đối tượng được điều khiển-điều chỉnh sẽ tạo ra hệ thống điều khiển-điều chỉnh tự động [3-10]. Như vậy, CD về bản chất đã chứa AD trong nó, tức có thể coi thuật ngữ "Automatic control" chứa thuật ngữ "Automatic adjustment", ngược lại là không được. Vậy, nói (hoặc viết) thuật ngữ "Automatic control" thì đều có thể được trong mô tả nhiều trường hợp, còn ngược lại thì có thể được coi là không chính xác.

Các vấn đề tổng hợp thiết bị "Automatic control" và phân tích các quá trình trong hệ thống điều khiển là chủ đề của "Lý thuyết điều khiển tự động" (mang tính đại diện đủ chính xác cho cụm từ "Lý thuyết điều khiển và điều chỉnh tự động" [15-19].

3.3. THUẬT NGỮ "AUTOMATIC CONTROL SYSTEM"

Thuật ngữ "Automatic control system" — Hệ thống điều khiển tự động — duy trì hoặc làm tốt hơn nữa chức năng của đối tượng được điều khiển. Trong vài trường hợp, bổ sung cho "Automatic control system" là các hoạt động (khởi động, dừng, điều khiển, điều chỉnh và v.v) cũng có thể được tự động hóa. Về cơ bản thì chức năng của "Automatic control system" sẽ được coi là một thành phần của một tổ hợp sản xuất hoặc là một thành phần của một tổ hợp bất kỳ nào khác có tính phức tạp cao.

Lịch sử kỹ thuật tự động hóa cho thấy nhiều thí dụ vào buổi bình minh của "Automatic control system" đã có cấu trúc với tất cả các tính năng của "Automatic control system" (như điều chỉnh lưu lượng hạt trong máy xay với cách "lắc" hạt, mực nước trong máy hơi nước của Polzunova, năm 1765). "Automatic control system" kín đầu tiên được dùng phổ biến là hệ thống điều chỉnh tự động với bộ điều chỉnh ly tâm trong động cơ hơi nước của Watt's (1784). Cùng với sự hoàn thiện dần của động cơ hơi nước, của tuabin và của động cơ đốt trong thì các hệ thống và thiết bị điều khiển cơ khí có những phát triển đáng kể vào cuối thế kỷ 19 và đầu thế kỷ 20. Giai đoạn phát triển mới của "Automatic control system" được đặc trưng bởi việc đưa vào nó các thiết bị và linh kiện điện tử, nhằm mục đích tự động hóa và điều khiển từ xa. Điều này dẫn đến sự xuất hiện các hệ thống bám và giám sát có độ chính xác cao, điều khiển và đo lường từ xa, các hệ thống điều khiển và điều chỉnh tự động. Những năm 50 của thế kỷ 20 được đánh dấu bằng sự xuất hiện các hệ thống điều khiển có mức độ phức tạp cao, nhằm điều khiển các quá trình sản xuất và các cụm công nghiệp, dựa trên ứng dụng máy tính điện tử với vai trò là thiết bị điều khiển [10-15].

"Automatic control system" được phân loại dựa trên:

* Mục đích điều khiển;

** Theo vòng điều khiển;

*** Theo phương pháp truyền tín hiệu.

Lịch sử cho thấy rằng, thuở sơ khai sử dụng thuật ngữ này thì thuật ngữ "Automatic control system" có nội hàm là hệ thống tự động duy trì các quy luật thay đổi theo thời gian của đại lượng được điều khiển (theo các quy luật đó), trong điều kiện (trong và ngoài hệ thống) thay đổi ngẫu nhiên. Trong lớp hệ thống này, lại chia ra thành các hệ thống sau:

* Hệ thống điều chỉnh tự động ("Automatic adjustment system") có nhiệm vụ giữ nguyên giá trị đầu ra của đại lượng được điều khiển;

** Hệ thống tự động điều khiển theo chương trình, mà ở đây, hành vi; thông số; ... của đối tượng được điều khiển sẽ thay đổi theo chương trình xác định;

*** Hệ thống tự động bám — tự động điều khiển hoặc điều chỉnh hành vi của đối tượng được điều khiển theo hành vi của mục tiêu phải bám, chất lượng bám quan trọng nhất là thời gian đáp ứng của hệ bám phải ngắn nhất có thể và sai số phải thấp nhất.

Sau này, mục đích điều khiển được mở rộng, gắn trực tiếp với các chỉ số xác định chất lượng, đặc trưng cho hệ thống (hiệu suất, độ chính xác của sự lặp lại và v.v.). Thuộc về chỉ số chất lượng có thể là yêu cầu đạt được giá trị cận biên của nó (lớn nhất hoặc nhỏ nhất), để có được điều này thì cần phải phát triển các hệ thống thích nghi hoặc tự điều chỉnh.

Cuối cùng, theo phương pháp điều khiển thì "Automatic control system" được phân loại thành:

* Hệ thống tự điều chỉnh, mà trong nó, các thông số của thiết bị điều khiển được thay đổi cho đến khi đạt được giá trị tối ưu hoặc gần tối ưu của đại lượng được điều khiển;

** Hệ thống tự tổ chức, mà trong nó xảy ra quá trình tự xác lập cấu trúc của nó để đạt được mục đích tối ưu về giá trị của đại lượng được điều khiển;

*** Hệ thống tự học, mà trong nó có khả năng tự hoàn thiện các thuật toán điều khiển trên cơ sở phân tích kinh nghiệm điều khiển. Về nguyên tắc thì đây là hệ thống có tính rộng nhất về nguyên tắc điều khiển.

Việc tìm kiếm chế độ làm việc (hoặc điểm làm việc) tối ưu trong "Automatic control system" thích nghi có thể thực hiện được bằng cách tìm kiếm tự động hoặc không tìm kiếm.

Phương pháp bù ảnh hưởng của nhiễu loạn được gắn với kiểu vòng (phản hồi) điều khiển của hệ thống.

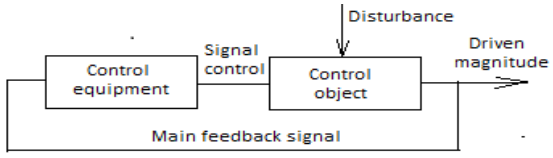
Trong "Automatic control system" hở:

* Các tín hiệu mang thông tin về trạng thái hiện tại của đối tượng được điều khiển, không nhập vào "control device";

** Các nhiễu loạn chính được đo lường và được bù ngay trong chúng;

*** Sự điều khiển được thực hiện theo chương trình cứng, không có bất kỳ sự phân tích nào về các yếu tố trong quá trình làm việc.

"Automatic control system" điển hình là kiểu hệ kín như **H. 1**,



H. 1. *"Automatic control system" điển hình*

Với những đặc điểm chính

* Sự điều chỉnh theo sai lệch được thực hiện;

** Mạch truyền dẫn tín hiệu tạo vòng kín;

*** Cấu trúc gồm: đối tượng được điều khiển – thiết bị điều khiển - mạch phản hồi chính;

**** Sai lệch về giá trị của đại lượng được điều khiển so với giá trị mong muốn, được bù bằng cách tác động thông qua phản hồi âm (hoặc dương nhưng với những điều kiện ngặt nghèo nhất để không kích hoạt sự mất tính bền vững của trạng thái cân bằng được xác lập, tức trạng thái cân bằng tại các điểm làm việc ổn định bị phá vỡ) không phụ thuộc vào nguyên nhân bất kỳ nào gây ra các sai lệch này.

Sự thống nhất (kết hợp) hai nguyên tắc điều khiển (theo sai lệch và theo nhiễu loạn) đưa đến hệ thống liên hợp. Ở hệ thống liên hợp này thì thông thường, ngoài vòng điều khiển chính và phản hồi chính được khép kín, còn có thêm các vòng điều khiển phụ (hệ thống đa vòng — multiloop systems) trong "Automatic control system" để ổn định và hiệu chỉnh các tính chất động học. Sự điều khiển đồng thời một vài đại lượng, mà chúng ảnh hưởng qua lại lẫn nhau, được thực hiện ở hệ thống điều khiển hoặc điều chỉnh đa kết nối.

Trong "Automatic control system", về hình thức thì các tín hiệu được phân thành hai dạng:

* Rời rạc, tại một điểm của mạch dẫn thì nó được lượng hóa theo thời gian, hoặc theo mức, hoặc theo cả hai;

** Liên tục.

Nói chung, công nghiệp thường cho ra các bộ điều khiển? (điều chỉnh: OK?) đa năng, hoạt động trên luật điều khiển PID, các bộ điều khiển? (điều chỉnh: OK?) cực đoan, để điều khiển các đối tượng khác nhau.

Các "Automatic control system" chuyên dụng được phổ biến rộng trong các lĩnh vực kỹ thuật khác nhau, thí dụ:

* Hệ thống bám điều khiển máy phay chép hình theo dạng copy cứng;

** "Automatic control system" của máy công cụ với chương trình điều khiển từ băng từ, băng đục lỗ hoặc thẻ đục lỗ (ưu điểm của nó là tương đối linh hoạt, dễ thay đổi chương trình và có độ chính xác cao trong gia công);

*** Phần mềm điều khiển máy cái đảo chiều, mà trong vòng (điều khiển) của nó có máy tính điều khiển.

Trong lĩnh vực công nghiệp hóa và dầu mỏ, nơi mà các quá trình công nghệ diễn ra tương đối chậm thì phổ biến là các "Automatic control system" đa liên kết, thực hiện điều chỉnh một số lượng lớn các đại lượng có tác động và ảnh hưởng qua lại lẫn nhau. Thí dụ, trong quá trình chưng cất dầu mỏ thì các thông tin về nhiệt độ, áp suất, tốc độ dòng chảy và thành phần của sản phẩm dầu mỏ sẽ được hình thành từ hàng trăm cảm biến, mà các thông tin này lại được sử dụng để tạo ra các tín hiệu điều khiển bởi hàng chục các bộ điều chỉnh khác nhau.

"Automatic control system" giữ vai trò rất quan trọng trong kỹ thuật hàng không và vũ trụ, thí dụ: lái tự động là "Automatic control system" của bộ điều chỉnh khí tài bay, và đôi khi là hệ thống tự điều chỉnh.

Trong kỹ thuật quân sự, các hệ thống bám có độ chính xác cao được sử dụng và thường có máy tính trong chúng (thí dụ, hệ thống quay góc của trạm rada). Một điều thú vị là khi phân tích các quá trình sinh lý trong động vật thì thấy: quá trình lưu thông máu, quá trình tự điều hòa nhiệt thân thể và quá trình vận động của các cơ, cũng cho thấy có đặc điểm của "Automatic control system".

3.4. THUẬT NGỮ "STABILITY"

Thuật ngữ "Stability" — tính ổn định của "Automatic control system" — khả năng của "Automatic control system" hoạt động:

* Bình thường dưới tác động của các nhiễu loạn không tường;

** Chỉ với sự thay đổi nhỏ bất kỳ của tín hiệu đầu vào cũng có đáp ứng của tín hiệu đầu ra.

"Stability" của các "Automatic control system" khác nhau được xác định bằng các phương pháp khác nhau.

Lý thuyết mang tính chính xác và chặt chẽ về "Stability" của "Automatic control system" được mô tả bằng phương trình vi phân, do A. M Lyapunov đề xuất vào năm 1892.

Tất cả các trạng thái của "Automatic control system" tuyến tính sẽ hoặc ổn định bền vững hoặc không ổn định, bởi thế có thể nói về "Stability" của hệ thống như là một nghĩa bao hàm cả hai khả năng nêu trên khi nghiên cứu "Automatic control system". Đối với "Stability" của "Automatic control system" tuyến tính tiêu chuẩn, mà nó được mô tả bằng phương trình vi phân truyền thống, sẽ là cần và đủ (cho hệ "Automatic control system" có "Stability") khi tất cả nghiệm của phương trình đặc trưng có phần thực mang giá trị âm.

Ngoài ra, có nhiều tiêu chuẩn (điều kiện) khác nhau để xét dấu các nghiệm của phương trình đặc trưng, mà không nhất thiết phải giải trực tiếp phương trình vi phân theo các hệ số của nó. Khi nghiên cứu thuật ngữ "Stability" của "Automatic control system", mà nó được mô tả bằng phương trình vi phân có bậc không cao (đến bậc 4), thì thường dùng tiêu chuẩn Raus và Hurwitz (E. Raus là nhà cơ học người Anh; A. Hurwitz là nhà toán học người Đức). Các tiêu chuẩn này được dùng khi "Automatic control system" có phương trình vi phân bậc cao, nhưng thực tế là khó dùng, vì:

* Cần phải thực hiện các phép toán với khối lượng lớn;

** Việc tìm ra phương trình đặc trưng của "Automatic control system" khá phức tạp và kéo theo các phép tính toán mất nhiều thời gian.

Trong khi đó, các đặc tính tần số của bất kỳ "Automatic control system" phức tạp nào thì đều có thể tìm thấy thông qua các phép đồ họa và các tính toán đại số đơn giản. Bởi vậy, khi nghiên cứu và thiết kế "Automatic control system" tuyến tính tiêu chuẩn, thường sử dụng các tiêu chuẩn tần số Nyquist và Mikhailov (H. Nyquist, nhà vật lý người Mỹ; A. V. Mikhailov, nhà khoa học Liên Xô trong lĩnh vực điều khiển tự động). Đặc biệt đơn giản và thuận tiện khi sử dụng tiêu chuẩn Nyquist trong thực tế. Tập hợp các giá trị của các tham số của "Automatic control system", mà khi đó hệ thống ổn định sẽ được gọi là miền "Stability". Miền tiệm cận với ranh giới hạn miền "Stability" được chấp nhận gọi là độ dự trữ của "Stability" theo pha và theo biên độ, mà chúng được xác định theo đặc tính biên độ-pha của "Automatic control system" dạng hở. Lý thuyết hiện đại của "Automatic control system" tuyến tính cho ra các phương pháp nghiên cứu "Stability" của hệ thống này khi nó có các tham số mang đặc trưng:

* Tập trung và phân tán;

** Liên tục và rời rạc (xung);

*** Tiêu chuẩn và phi tiêu chuẩn.

Vấn đề "Stability" của "Automatic control system" phi tuyến có một loạt các đặc điểm đặc biệt so với "Automatic control system" tuyến tính. Tùy thuộc từ đặc tính phi tuyến tính trong "Automatic control system" mà hệ thống này có trạng thái ổn định và không ổn định. Lý thuyết về "Stability" của hệ thống "Automatic control system" phi tuyến tính là xem xét một trạng thái xác định của "Automatic control system", chứ không phải là nói về hệ thống "Automatic control system". "Stability" của trạng thái nào bất kỳ nào của "Automatic control system" phi tuyến tính có thể được giữ nguyên, nếu như nhiễu loạn tác động đủ nhỏ, và bị phá vỡ khi tác động của nhiễu đủ lớn. Bởi vậy mới đưa ra khái niệm "Stability" nhỏ, "Stability" lớn khi nói chung về "Stability" của "Automatic control system".

Khái niệm "Stability" tuyệt đối có ý nghĩa quan trọng, và được hiểu như sau: "Stability" của "Automatic control system" dưới tác động nhiễu ban đầu tùy ý có giới hạn và hệ thống có tính phi tuyến tính bất kỳ (từ loại phi tuyến tính được xác định), thì được gọi là "Stability" tuyệt đối.

Việc nghiên cứu "Stability" của "Automatic control system" phi tuyến tính, thực ra rất khó, ngay cả khi sử dụng máy tính điện tử. Để tìm ra điều kiện đủ của "Stability" thì thường sử dụng phương pháp hàm Lyapunov. Tiêu chuẩn tần số (đủ để dùng) để xác định "Stability" tuyệt đối của "Automatic control system", được đề xuất bởi nhà toán học Rumani V. M. Popov.

Ngoài ra, còn một vài phương pháp khác để nghiên cứu "Stability" tuyệt đối của "Automatic control system" với độ chính xác cho phép, đó là các phương pháp gần đúng, được dựa trên việc sử dụng các hàm mô tả, thí dụ: các phương pháp tuyến tính hóa điều hòa hoặc tuyến tính hóa thống kê.

"Stability" của "Automatic control system" dưới tác động của nhiễu loạn và can nhiễu ngẫu nhiên, được nghiên cứu bằng lý thuyết "Stability" của hệ thống ngẫu nhiên.

Phương pháp tính toán hiện đại cho phép giải nhiều vấn đề "Stability" của nhiều "Automatic control system" tuyến tính và phi tuyến tính các loại khác nhau, hai phương pháp điển hình:

* Bằng cách sử dụng các thuật toán đã tường;

** Dựa trên các thuật toán chuyên dụng mới, mà chúng tính toán được trên các máy tính điện tử và các hệ thống tính toán hiện đại.

3.5. THUẬT NGỮ "ACCURACY"

Thuật ngữ "Accuracy" — tính chính xác của "Automatic control system" — một trong những đặc tính quan trọng của "Automatic control system", mà nó xác định mức độ gần nhau giữa quá trình được điều khiển diễn ra thực tế với quá trình được điều khiển mong muốn. Sai lệch giữa hai quá trình này có nguyên nhân:

* Các thuộc tính động của đối tượng điều khiển và của "Automatic control system";

** Sai số của các phần tử đo lường và thiết bị chấp hành thuộc "Automatic control system";

*** Nhiễu bên trong của vài phần tử thuộc "Automatic control system" và nhiễu bên ngoài.

Sai số do các nguyên nhân này được xem là sai số hệ thống và ngẫu nhiên. Sai số hệ thống là kỳ vọng toán học của sai lệch ngẫu nhiên của quá trình được điều khiển diễn ra thực tế so với quá trình được điều khiển mong muốn. Sai số ngẫu nhiên thì thường được đặc trưng bằng sai lệch phương sai hoặc sai lệch trung bình bình phương (trong trường hợp quá trình được điều khiển là quá trình một chiều) hoặc được đặc trưng bằng ma trận tương quan (trong trường hợp quá trình được điều khiển là quá trình đa chiều). Sự tương quan giữa sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên được xác định bởi băng thông của hệ thống (dải tần số của tín hiệu dao động đầu vào, là dải mà hệ thống phản ứng rõ ràng với tín hiệu đầu vào).

Bằng cách mở rộng băng thông thì quán tính của "Automatic control system" giảm đi và do đó sai số hệ thống cũng giảm xuống, tuy nhiên khi này phương sai của sai số ngẫu nhiên lại tăng lên. Bởi vậy, khi thiết kế "Automatic control system" cần phải có giải pháp thỏa hiệp trong nhiệm vụ chọn ra băng thông tối ưu. "Accuracy" có liên quan chặt chẽ với một đặc tính quan trọng khác của "Automatic control system", đó là độ nhạy của "Automatic control system".

Giai đoạn ban đầu của lịch sử phát triển ngành kỹ thuật điều khiển tự động hóa thì sai số ngẫu nhiên không được xét đến, mà chỉ xét sai số hệ thống như là một tiêu chí về độ chính xác của "Automatic control system". Sự cần thiết phải xét các sai số ngẫu nhiên, xuất phát ban đầu từ việc phải giải bài toán về độ chính xác khi nhắm bắn và thả bom từ máy bay, sau đó càng ngày càng cấp thiết với việc xuất hiện khí tài radar. Kết quả là dẫn đến hình thành và phát triển lý thuyết thống kê quá trình được điều khiển, mà dần dần nó trở thành một trong những hướng phát triển quan trọng của lý thuyết điều khiển tự động.

Vấn đề chính của lý thuyết thống kê quá trình được điều khiển:

a) Tính toán "Accuracy", khi biết trước các đặc tính của đối tượng được điều khiển; của "Automatic control system"; và các nhiễu loạn ngẫu nhiên. Đây chính là sự phân tích thống kê của "Automatic control system";

b) Xác định đặc tính tối ưu của "Automatic control system", mà ở đó "Accuracy" đạt được khả năng lớn nhất ở điều kiện biết trước đặc tính tĩnh của tín hiệu điều khiển và can nhiễu. Đây chính là bài toán tổng hợp "Automatic control system".

Lý thuyết thống kê đối tượng được điều khiển cho ra các phương pháp phân tích và tổng hợp thống kê của các lớp (hệ thống) khác nhau (tuyến tính, đưa về tuyến tính, mà chúng được mô tả bằng phương trình vi phân ngẫu nhiên hoặc phương trình vi phân khác biệt), cũng như các phương pháp tổng quát cho tối ưu hóa các hệ thống tuyến tính và phi tuyến tính theo các tiêu chuẩn khác nhau và phương pháp cho việc xác định giới hạn cho phép của "Accuracy" trong trường hợp xác định được các đặc tính thống kê của tín hiệu có ích và nhiễu loạn.

Các phương pháp xuất phát từ lý thuyết thống kê đối tượng được điều khiển là phức tạp và cần sử dụng máy tính điện tử.

Sự điều khiển bằng hệ thống điều khiển có tính phức tạp thì thường có trong các điều kiện không rõ ràng, đó là sự không đầy đủ thông tin về đặc tính của các tín hiệu có ích và của nhiễu loạn, và trong vài trường hợp là không đủ thông tin của đối tượng được điều khiển.

Bởi vậy, phát sinh vấn đề cần nâng cao độ chính xác của "Automatic control system" một cách trực tiếp ngay trong quá trình làm việc của "Automatic control system". Điều này đạt được bằng cách áp dụng các nguyên tắc:

* Thích nghi;

** Đào tạo hoặc tự đào tạo (điều khiển nơ-ron) của "Automatic control system".

Từ lý thuyết thống kê quá trình được điều khiển sẽ có được lý thuyết cơ bản cho việc thiết kế các "Automatic control system":

* Thích nghi (đặc biệt là "Automatic control system"; tự hiệu chỉnh);

** Đào tạo và tự đào tạo;

*** Cũng như các phương pháp đánh giá hiệu quả đào tạo (là kết quả nâng cao "Accuracy").

Sự phát triển của lý thuyết thống kê quá trình được điều khiển đã dẫn đến hình thành (vào đầu những năm 70 của thế kỷ 20) nền tảng cho lý thuyết hệ thống ngẫu nhiên, mở rộng và khái quát hóa các phương pháp thống kê quá trình được điều khiển (bao gồm cả phương pháp tính toán "Accuracy") trên hệ thống, không chỉ là máy móc, thiết bị tự động hóa và máy tính điện tử, mà còn lên cả các nhóm người.

Hệ thống tự điều chỉnh ("Self-Tuning system") quá trình điều khiển là hệ thống có khả năng tự điều chỉnh tham số của bản thân, mà thiết bị trong nó đảm bảo được sự thay đổi tự động các thông số cài đặt hoặc tự động tìm kiếm cài đặt tối ưu khi có sự thay đổi ngẫu nhiên của các điều kiện làm việc.

Sự điều khiển trong bất kỳ hệ thống tự động không tự điều chỉnh thì đều có các thông số, mà chúng có ảnh hưởng lên độ ổn định và chất lượng quá trình điều khiển và chúng có thể được thay đổi khi cài đặt hệ thống. Nếu các thông số này được giữ không thay đổi, còn điều kiện hoạt động:

* Đặc tính của đối tượng được điều khiển;

** Tác động của nhiễu loạn thay đổi, thì quá trình điều khiển sẽ xấu đi hoặc thậm chí mất ổn định. Hiệu chỉnh hệ thống bằng tay thì thường là khó khăn và đôi khi là không thể.

"Self-Tuning system" được phân loại thành:

* "Self-Tuning system" tìm kiếm;

** "Self-Tuning system" không tìm kiếm.

Ở "Self-Tuning system" loại * thì yêu cầu về chất lượng điều khiển là phải đạt được sự tìm kiếm tự động điều chỉnh tối ưu (theo nghĩa nào đó). Chất lượng điều chỉnh được đặc trưng bằng một vài chỉ số tổng quát, mà chúng gắn với cài đặt (phức tạp) các thông số chính, mà thường thì không ổn định và là không đủ cho ứng dụng thực tế. Các chỉ số này được đo lường trực tiếp hoặc được tính ra từ các giá trị đo lường được của các thông số chính. Các thông số điều chỉnh trong hệ thống tự điều chỉnh cho mỗi lần thay đổi tìm kiếm hoặc thay đổi trạng thái thử nghiệm thì đều được lưu lại. Việc phân tích sự dao động của chỉ số chất lượng điều chỉnh (gây ra bởi tác động tìm kiếm), cho phép thiết lập điều chỉnh tối ưu, tức là tương ứng cực trị (cực đại hoặc cực tiểu) của chỉ số chất lượng. Nếu có sai lệch so với cực trị, thì sự điều chỉnh sẽ thay đổi cho đến khi gần đạt tối ưu. "Self-Tuning system" tìm kiếm có thể hoạt động khi các điều kiện bên ngoài thay đổi trong phạm vi rộng.

Còn ở "Self-Tuning system" loại ** có những ưu điểm nhất định so với hệ thống *, ở chỗ: sự tìm kiếm trạng thái tối ưu chiếm thời gian đáng kể, tức là thời gian tự điều chỉnh của * bị chặn dưới. Trong "Self-Tuning system" loại **, để đánh giá chất lượng điều khiển thì một vài chỉ số (được) điều khiển được sử dụng (thí dụ, giá trị đạo hàm theo thời gian của thông số được điều khiển). Sự điều chỉnh thông số của chỉ số này được duy trì trong khoảng nhất định.

Tùy thuộc dạng chỉ số của quá trình được chọn mà hệ thống tự điều chỉnh có thể được phân loại thành:

* "Self-Tuning system" với mục tiêu kiểm soát quá trình quá độ (thời gian đáp ứng);

** "Self-Tuning system" với mục tiêu kiểm soát đặc tính tần số;

*** "Self-Tuning system" dựa trên mô hình tham chiếu;

Tất cả các loại "Self-Tuning system" theo tiêu chí là các chỉ số mong muốn của các quá trình được chọn này đều là hệ loại ** có vòng phản hồi kín cho tự điều chỉnh, mà trong đó các thông số điều chỉnh tự động được thay đổi khi các chỉ số chất lượng đầu ra vượt qua dải cho phép. Một vài loại ** có dạng gần gũi với hệ thống điều khiển tự động phi tuyến tính với việc suy giảm độ nhạy đến đặc tính của đối tượng, thí dụ như hệ thống điều khiển "relays" hoặc hệ thống điều khiển với cấu trúc biến đổi.

"Self-Tuning system" hở cũng được sử dụng nhiều như hệ kín, như các hệ thống bù thông số. Các "Self-Tuning system" hở này, có đặc điểm:

* Các tác động gây ra sự thay đổi thuộc tính của đối tượng được điều khiển sẽ được kiểm soát, và theo một phần mềm đã được tính và viết trước đó, sẽ làm thay đổi các thông số cài đặt của hệ thống;

** Vòng lặp tự điều chỉnh trong trường hợp này được hở.

Việc tự điều chỉnh như thế có thể được xem là tức thời, tuy nhiên nó đòi hỏi phải thực hiện kiểm soát môi trường xung quanh và hiểu khá chính xác các luật tác động của môi trường lên đối tượng được điều khiển.

Tự điều chỉnh được hiện thực hóa bằng các thiết bị chuyên dụng (dưới dạng các khối tự điều chỉnh, hoặc tự điều chỉnh của các bộ điều chỉnh cực đoan), cũng như bởi các thuật toán thích nghi của máy tính điện tử điều khiển trung tâm. Việc đưa ra được các thuật toán thực hiện thuộc tính tự điều chỉnh (thích nghi) đã mở rộng khả năng đáng kể cho điều khiển các quá trình đa dạng.

Việc triển khai các loại "Self-Tuning system" cho phép tiến đến gần hơn nữa:

* Các chế độ vận hành tối ưu của đối tượng;

** Mở ra điều kiện cho việc thống nhất các hệ thống điều khiển;

*** Giảm thời gian thử nghiệm và điều chỉnh;

**** Giảm yêu cầu công nghệ để sản xuất một số bộ phận của thiết bị điều khiển;

***** Giảm (tiến đến loại hẳn) nhân viên kỹ thuật cho thao tác điều chỉnh.

Trên thực tế thì việc sử dụng "Self-Tuning system" và các thuật toán thích nghi là một trong những đặc điểm đặc trưng của tiến bộ kỹ thuật trong chuyên ngành kỹ thuật điều khiển.

4. THẢO LUẬN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Với nội dung được trình bày nêu trên, có thể đưa ra những nhận xét:

* Cách tiếp cận, xem các thuật ngữ cơ bản trong lĩnh vực tự động hóa như là các đối tượng nghiên cứu khoa học, là cách tiếp cận khoa học tạo nên động lực nghiên cứu-phát triển trong phân tích và tổng hợp "Automatic control system";

** Việc sử dụng các thuật ngữ trong các hệ thống kỹ thuật tự động hóa sẽ trở nên chính xác hơn. Loại bỏ những trường hợp sử dụng chưa chính xác các thuật ngữ có nội hàm tương đồng trong một số trường hợp làm việc của hệ thống tự động hóa, thí dụ: thuật ngữ "Automatic control system" với thuật ngữ "Automatic adjustment system" hoặc với thuật ngữ "Automated management system"; thuật ngữ "Automatic control" với thuật ngữ "Automatic adjustment"; "Stability" với "Sustainability".

*** Việc sử dụng chính xác các thuật ngữ được nghiên cứu nêu trên sẽ thể hiện chiều sâu tư duy trong tự động hóa, giúp hoạt động thực tiễn đạt kết quả tốt hơn so với sử dụng thuật ngữ, cùng hiện tượng hoặc cùng đối tượng, có lúc dùng thuật ngữ này; có lúc lại dùng thuật ngữ khác, sẽ thể hiện tư duy không sâu sắc và đương nhiên hiệu quả hoạt động khoa học kỹ thuật sẽ kém hơn;

**** Kết quả nghiên cứu đã chứng minh tính đúng cho quá trình hình thành và phát triển các thuật ngữ, sự tác động tương hỗ phát triển giữa các thuật ngữ được nghiên cứu với hệ thống kỹ thuật tự động hóa, cả trong quá khứ-hiện tại-tương lai;

***** Kết quả nghiên cứu, tự bản thân nó, một phần nào đó đã lý giải được rằng, trong nghiên cứu phát triển các hệ thống kỹ thuật tự động hóa hiện đại bằng các tên gọi khác phù hợp với việc mở rộng các tiêu chí và tích hợp những tiến bộ của công nghệ vi mạch và khoa học máy tính là chính xác.

5. KẾT LUẬN

Với cách tiếp cận, xem các thuật ngữ: “Automation”; “Automatic control”; “Automatic control system”; “Stability”; “Accuracy”, được sử dụng trong phân tích và tổng hợp “Automatic control system”, như là các đối tượng khoa học cần được nghiên cứu, có thể kết luận:

* Lịch sử hình thành và phát triển các thuật ngữ, cũng như nội hàm của các thuật ngữ, cho thấy các thuật ngữ này, về bản thân chúng đã mang tính khoa học;

** Làm rõ thêm nội hàm khoa học của các thuật ngữ với tính chặt chẽ trong phân tích và thí dụ điển hình;

*** Thấy được tính bền vững của các thuật ngữ được xét và xu hướng xuất hiện thêm các thuật ngữ trong chuyên ngành kỹ thuật điều khiển tự động trên nền các thuật ngữ được nghiên cứu.

**** Thấy được xu hướng phát triển của các hệ thống tự điều chỉnh chỉ trên cơ sở phân tích ngữ nghĩa và tham chiếu thực tế.

Cuối cùng, với bài báo này, hy vọng sẽ giúp cho bạn đọc làm việc trong ngành “Tự động hóa” nói chung và chuyên ngành “Điện – Tự động hóa” nói riêng, sẽ viết-nói những thuật ngữ được xem xét nêu trên với độ chắc chắn-chính xác-niềm tin cao hơn trong hoạt động nghề nghiệp của bản thân.

6. TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] **Воронов А. А**. Основы теории автоматического управления. М. Л., 1970. Ч. 3.

[2] **Емельянов С. В**. Системы автоматического управления с переменной структурой. М., 1967.

[3] **Ильюшин Ю. В**. Исследование запаса устойчивости систем автоматического управления // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2012. No 1 (56). С. 26-37.

[4] **Ильюшин Ю. В**. Методика расчета оптималь-ного количества нагревательных элементов в зависимости от значений температурного поля // Научнотехнические ведомости СПбГПУ. Сер. «Информатика. Телекоммуникации. Управление». 2011. Т. 2. No 6-2 (138). С. 48-53.

[5] **Ильюшин Ю. В**. Определение шага дискретизации для расчета теплового поля трехмерного объекта управления // Известия Южного федерального университета. 2011. No 6. С. 192-200.

[6] **Ильюшин Ю. В**. Проектирование распределенной системы со скалярным воздействием // Научное обозрение. 2011. No 4. С. 85-90.

[7] **Ильюшин Ю. В**. Проектирование системы управления температурными полями туннельных печей конвейерного типа // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Сер. «Информатика. Телекоммуникации. Управление». 2011. No 3 (12-6). С. 67-72.

[8] **Ильюшин Ю. В**. Синтез замкнутой системы управления температурным полем туннельной печи конвейерного типа. Пятигорск: Издательство ПГГТУ, 2012. 184 с.

[9] **Ильюшин Ю. В**. Синтез цифрового регулятора управления температурным полем туннельной печи // Приволжский научный вестник. Ижевск: ПервопечатникЪ, 2012. No 5. С. 16-19.

[10] **Ильюшин Ю. В**. Система автоматического регулирования температуры туннельной печи конвейерного типа // Альманах современн-ой науки и образования. Тамбов: Грамота, 2012. No 4 (59). С. 97-103.

[11] **Ильюшин Ю. В**. Устойчивость распределен-ных систем с дискретными управляющими воздействиями // Известия Южного федерального университета. 2010. No 12. С. 166-171.

[12] **Ильюшин Ю. В., Кравцова А. Л., Мардоян М. М**. Анализ устойчивости систем автоматического управления // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2012. No 4 (59). С. 103-110.

[13] **Ильюшин Ю. В., Чернышев А. Б**. Нахожден-ие функции начального нагрева двухмерного объекта управления // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2010. No 8 (39). Математика, физика, строительство, архитектура и технические науки. С. 52-56.

[14] **Ляшенко А. Л**. Математическое моделирование распределенного объекта управления с подвижным источником воздействия // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Сер. «Информатика. Телекоммуникации. Управление». 2011. No 1 (115). С. 113-118.

[15] **Ляшенко А. Л**. Определение области устойч-ивости систем с распределенными параметрами методом расширенных частотных харак-теристик // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Сер. «Информатика. Телекоммун-икации. Управление». 2011. No 3 (126). С. 73-77.

[16] **Ляшенко А. Л**. Разработка методики синтеза распределенного Прегулятора по показателю колебательности // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Сер. «Информатика. Телекоммуникации. Управление». 2012. No 4 (15-2). С. 51-55.

[17] **Ляшенко А. Л**. Разработка номограмм для расчета настроек распределенного ПИД регул-ятора // Научноехнические ведомости СПбГ-ПУ. Сер. «Информатика. Телекоммуникации. Управление». 2012. No 2 (145). С. 67-71.

[18] **Ляшенко А. Л., Золотов О. И**. Анализ систем с распределенными параметрами на запас устойчивости по показателю колебательности // Известия Южного федерального университета. Технические науки. Таганрог: ТТИ Ю-ФУ, 2011. С. 206-213.

[19] **Ляшенко А. Л., Морева С. Л. и др**. Разработка математической модели температурных полей активной зоны реактора РБМК-1000 // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Сер. «Информатика. Телекоммуникации. Управление». 2012. No 4 (152). С. 79-84.