

Mô hình hoá quá trình thích nghi trong các hệ thống tổ chức quản lý

Modeling of the adaptation process in organizational management systems

Nguyễn Thị Hồng*, Nguyễn Khánh Lâm

Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh

*Tác giả liên hệ: hong@ut.edu.vn

Ngày nhận bài: 16/10/2023 ; Ngày chấp nhận đăng: 15/11/2023

Tóm tắt:

Bài báo trình bày nghiên cứu, thiết kế, xây dựng các công cụ toán học - kinh tế dựa trên cơ sở sử dụng các phương pháp và giải pháp tiếp cận hiện đại. Việc sử dụng các phương pháp mới, bao gồm phương pháp Heuristic, cho phép khắc phục một số hạn chế của các phương pháp hiện có để xây dựng mô hình quá trình phát triển trong điều kiện bất ổn định, thông tin không đầy đủ và sự sai lệch của các quy định thuộc thuyết kinh tế đã gây ra các cuộc khủng hoảng: Xây dựng và tiêu chuẩn hoá khả năng thích ứng của của hệ thống vĩ mô; Xác định các chỉ số cơ bản đặc trưng cho sự thích ứng trong hệ thống quản trị, đưa ra các phương pháp đánh giá định lượng những chỉ số này; Đề xuất phương pháp luận đánh giá khả năng cạnh tranh của hệ thống quản trị giáo dục, xác lập mối quan hệ giữa chỉ số năng lực cạnh tranh và các chỉ số chính đặc trưng cho sự thích ứng trong hệ thống quản trị.

Từ khóa: Mô hình hóa thích nghi; Hệ thống tổ chức quản lý; Khả năng thích ứng của của hệ thống vĩ mô; Sự thích ứng trong hệ thống quản trị.

Abstract:

This article presents the research, design, and construction of mathematical-economic tools based on modern methods and approaches. Using new methods, including heuristic methods, allows some of the limitations of existing methods to be overcome to model the development process under unstable conditions. Incomplete information and distortions of the rules of economic theory have caused crises: build and standardize the adaptability of the macro system; identify basic indicators that characterize adaptation in the economy and provide methods for quantitative assessment of these indicators; propose a methodology to evaluate the competitiveness of the economic system; and establish the relationship between the competitiveness index and main indicators characterizing adaptation in the economy.

Keywords: Adaptive modeling; Management organization system; Adaptability of the macro system; Adaptation in the management system.

1. Giới thiệu

Nghiên cứu về sự thích nghi (thích ứng) của hệ thống quản trị đại học được tiến hành riêng biệt, do đó, cần phải xác định với hệ thống các chỉ số khi chúng đặc trưng định lượng của hiện tượng này. Dưới đây là phương pháp luận do nhóm tác giả đề xuất nhằm tính toán một số chỉ tiêu đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố nói trên. Ở đây,

có thể xác định, trong trường hợp có sự thích nghi hay xuất hiện những thay đổi và chúng chỉ xảy ra khi các điều kiện hoạt động thay đổi. Xem xét các phụ thuộc phiếm hàm cơ bản:

(i) Điều kiện hoạt động tại thời điểm t :

$$K_t = f[K_{t-1}, F_{t-1}] \quad (1)$$

(ii) Tình trạng của hệ thống tại thời điểm t :

$$C_t = u[C_{t-1}, K_{t-1}] \quad (2)$$

(iii) Cấu trúc của hệ thống:

$$S_t = \Psi[S_{t-1}, K_{t-1}] \quad (3)$$

(iv) Hiệu quả hoạt động của hệ thống (U_t):

Để xây dựng tiêu chí về khả năng thích ứng của hệ thống, cần xác định gia số và các đạo hàm hiệu quả riêng:

$\frac{\partial u}{\partial c}$: Gia số hiệu quả do thay đổi tình trạng của hệ thống, điều kiện và cơ cấu không thay đổi;

$\frac{\partial u}{\partial k}$: Gia số (suy giảm) hiệu quả do thay đổi các điều kiện, tình trạng và cơ cấu không thay đổi;

$\frac{\partial u}{\partial s}$: Thay đổi hiệu quả do thay đổi cơ cấu, tình trạng và điều kiện không thay đổi.

$\Delta u = u_t - u(t-1) = \frac{du}{dt}$: Gia số hiệu quả do ảnh hưởng của tất cả các yếu tố tại một thời điểm thời gian.

$$\Delta \hat{u} = \left(\frac{\partial u}{\partial t}\right) - \left(\frac{\partial u}{\partial k}\right) \quad (4)$$

Thay đổi hiệu quả của hệ thống do sự thay đổi về trạng thái và cơ cấu. Hiệu quả gia tăng toàn phần khi chuyển đổi từ trạng thái này sang trạng thái khác:

$$\Delta u = u_{t+\tau} - u_t \quad (5)$$

Tiêu chí khả năng thích ứng của hệ thống trong hình thức sau đây:

$$\text{Nếu } G = \frac{du}{dt} - \frac{\partial u}{\partial k} = 0 \quad (6)$$

Thì không có sự thích ứng bởi vì sự thay đổi hoạt động của hệ thống chỉ xảy ra nếu có sự thay đổi các điều kiện hoạt động, tức là:

$$\frac{du}{dt} = \frac{\partial u}{\partial k} \text{ nếu } G = \frac{du}{dt} - \frac{\partial u}{\partial k} > 0 \quad (7)$$

Có yếu tố thích ứng, do lượng tăng hiệu quả nhất định xảy ra, không chỉ bởi ảnh hưởng của các điều kiện đã thay đổi ($\frac{du}{dt} > \frac{\partial u}{\partial k}$), còn nhờ sự thích nghi.

Trong trường hợp này cần xác định ảnh hưởng của sự thích ứng như là một yếu tố thông qua mối quan hệ với chỉ số kinh tế vĩ mô. Ngoài ra, để xác định một trường đại học công lập có khả năng tự chủ cần phải có những tính chất đặc điểm:

(i) Một hệ thống tài chính tự chủ và cơ hội phát triển theo con đường riêng, có tính đến những đặc thù riêng của hệ thống giáo dục. Hệ thống tồn tại trong một môi trường các hệ thống giáo dục khác với các mối quan hệ phức tạp giữa chúng. Mục tiêu của các hệ thống khác nhau đôi khi lại mâu thuẫn lẫn nhau.

Cần xây dựng yêu cầu đầu tiên của một hệ thống quản trị có khả năng cạnh tranh: Hệ thống quản trị này phải là hệ thống quản trị hiệu quả Pareto, nghĩa là, phải đạt được một trạng thái $X^*(x1^*, x2^* \dots xn^*)$, trong đó, sự phồn vinh của một hệ thống giáo dục được cải thiện, không hy sinh sự phồn vinh của các hệ thống khác. Điều này đặt ra những hạn chế nhất định đối với việc tiến hành chính sách đối ngoại. Trên thực tế, hệ thống giáo dục chỉ nên phát triển thông qua các nguồn lực bên trong và trên cơ sở hợp tác cùng có lợi với các đối tác quốc tế. Tuy nhiên, vấn đề đặt ra là việc cùng có lợi, nếu nguyên nhân làm cho một quốc gia phải chấp nhận các điều kiện thỏa thuận ít có lợi hơn chính là sự ràng buộc bởi điều kiện kinh tế hoặc chính trị. Trạng thái tối ưu X^* có thể được định nghĩa là một điểm cân bằng trong mô hình lập trình phi tuyến động. Việc tìm được nghiệm bài toán và xây dựng các giải pháp giai đoạn điển hình giúp làm sáng tỏ bản chất của các quá trình diễn ra trong hệ thống quản trị quốc tế. Các đặc tuyến của điểm này biểu diễn trạng thái: Ổn định hay không ổn định, thu hút hoặc đẩy ra.

Cần lưu ý rằng, một hệ thống quản trị hiệu quả không phải luôn luôn là tối ưu theo Pareto. Ví dụ, ta có sự tăng trưởng tài chính ổn định, bền vững, thế nhưng, nó không phải là tối ưu theo Pareto trong định nghĩa này, có nghĩa là, khi các nguồn thực hiện tăng trưởng hiệu quả đó đang nằm ngoài lợi ích của hệ thống giáo dục

khác. Giới hạn đầu tiên của chỉ số năng lực cạnh tranh thuộc hệ thống kinh tế vĩ mô. Giả sử $x_i \in X, i = 1 \dots n$ là tập hợp các đặc điểm kinh tế vĩ mô. Từ tập hợp này, tách thành một tập hợp con $\tilde{X} \subseteq X$ các chỉ số đặc trưng cho nguồn hiệu suất tăng trưởng. Khi đó, có thể viết giới hạn này như sau:

$$x_i \leq x_i^*, x_i \in \tilde{X}, i = 1 \dots n \quad (8)$$

Trong đó,

x_i : Nguồn hiệu suất tăng trưởng thực tế của hệ thống.

(ii) Một hệ thống quản trị có khả năng cạnh tranh khi có sự tăng trưởng tài chính ổn định.

(iii) Tăng trưởng tài chính phải được thực hiện do sử dụng mở rộng các yếu tố tăng cường nâng cao hiệu quả và giảm các yếu tố nhất thời. Chẳng hạn, sự gia tăng tạm thời từ nguồn thu học phí, mặc dù sự gia tăng đạt được các chỉ số kinh tế vĩ mô cơ bản, nhưng vẫn cho thấy hệ thống quản trị đó không có khả năng cạnh tranh. Nếu chỉ trông cậy vào việc nguồn thu học phí không thể tái tạo, sớm hay muộn sẽ dẫn đến sự suy giảm của toàn bộ hệ thống.

(iv) Chỉ số quan trọng nhất của một hệ thống quản trị có khả năng cạnh tranh là nâng cao thu nhập của giảng viên và người lao động. Chỉ số này không những chỉ phản ánh sự thay đổi trong thu nhập bình quân đầu người, còn phản ánh đặc điểm định tính mức sống của giảng viên và người lao động.

(v) Tầm quan trọng của một hệ thống quản trị cạnh tranh là cơ cấu chi tiêu công, sự ưu tiên cần được dành cho đầu tư dài hạn về khoa học và giáo dục.

(vi) Hệ thống quản trị có khả năng cạnh tranh phải đào tạo ra nhân lực khi có thể cạnh tranh trên thị trường thế giới.

(vii) Một số chỉ tiêu của hệ thống quản trị giáo dục, chẳng hạn như nguồn thu của trường đại học, qui mô của quỹ, tình trạng của các quỹ,... cần phải có một ngưỡng, khi không đạt được ngưỡng này, kể cả đạt được các chỉ tiêu

về tăng trưởng tài chính, hệ thống quản trị chưa thể được xem là có khả năng cạnh tranh:

$$x_i \geq z_i \quad (9)$$

Trong đó,

z_i : Giá trị ngưỡng của chỉ số thứ i .

Tất cả các yêu cầu này phải được tính đến khi nghiên cứu thiết kế, xây dựng phương pháp đánh giá khả năng cạnh tranh của một hệ thống quản trị giáo dục.

Chỉ số năng lực cạnh tranh trong các hình thức sau đây:

$$F = \frac{J^+}{J^-} \rightarrow \max \quad (10)$$

Trong đó, J^+ là chỉ số tham số tổng hợp theo các chỉ số, chúng phản ánh những tác động tích cực trong hệ thống quản trị; J^- là chỉ số thông số tổng hợp đặc trưng cho các chi phí và các sự kiện bất lợi.

Các chỉ số tham số được tiếp tục quy định như sau:

$$J^+ = \sum_{i=1}^n \lambda_i x_i^+; \quad J^- = \sum_{j=1}^m \lambda_j x_j^- \quad (11)$$

Trong đó, λ_i, λ_j là chỉ số tham số “trọng lượng”, do các chuyên gia đưa ra và chúng đặc trưng cho tầm quan trọng của tham số i hay tham số j theo trình tự ưu tiên và:

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1; \quad \sum_{j=1}^m \lambda_j = 1 \quad (12)$$

Để đánh giá các thông số x_j và x_i có thể so sánh, cần chuyển chúng từ giá trị tuyệt đối sang các chỉ số tương đối:

$$\begin{aligned} x_i &= \frac{x_t^+}{x_0^+}; & x_i &= \frac{x_t^+ - x_{t-1}^+}{x_{t-1}^+} \\ x_j &= \frac{x_t^-}{x_0^-}; & x_j &= \frac{x_t^- - x_{t-1}^-}{x_{t-1}^-} \end{aligned} \quad (13)$$

Với, x_t^+, x_t^- là giá trị hiện tại của tham số ước tính; x_0^+, x_0^- là giá trị cơ bản của các thông số ước tính.

Để đánh giá các chỉ số chất lượng (chỉ số định tính) trong mô hình, cần tiến hành như sau:

(i) Bằng cách thẩm định, tiến hành xác định giá trị mong muốn của tham số, tại đó, nhu cầu của hệ thống quản trị được thực hiện 100% - x_j

(ii) Xác định giá trị thực tế - x_f

(iii) Tìm hệ thức:

$$x_i = \frac{x_\phi}{x_{\text{ж}}} \quad (14)$$

Ngoài ra, các chỉ số được đưa vào mô hình là nguồn mức tăng hiệu quả, phải đáp ứng các yêu cầu sau đây:

$$z_i \leq x_i \leq x_i^*, x_i \in \tilde{X} \quad (15)$$

Trong đó, z_i – giá trị ngưỡng tối thiểu của chỉ số, nếu không đạt được giá trị này, có nghĩa là hệ thống quản trị chưa có khả năng cạnh tranh; x_i^* - giá trị x_i tối ưu theo Pareto.

Khi các thông số ước tính x_i^+ (tử số) được xem như là tốc độ tăng trưởng (mức tăng thêm) của nguồn thu trường đại học, tốc độ luân chuyển của dòng tiền, sự thay đổi chỉ số khả năng cạnh tranh của tuyển sinh, đánh giá chất lượng và mức sống, chỉ tiêu công cho khoa học và giáo dục, tỷ lệ tuyển sinh,...

Để đánh giá chi phí và các hiện tượng tiêu cực trong hệ thống quản trị, giả sử x_i^- là tốc độ tăng trưởng (mức tăng) của tất cả các loại chi phí, mức độ sinh viên tốt nghiệp có việc làm, ô nhiễm môi trường, số nợ công,...

Tiến hành xác định mối liên quan giữa chỉ số khả năng cạnh tranh của hệ thống quản trị giáo dục với các chỉ số đặc trưng cho sự thích ứng với hệ thống quản trị. Dựa trên các tiêu chí về khả năng thích ứng của G (xem ở trên), áp dụng hệ số thích ứng của hệ thống như sau:

$$K_a = \frac{du/dt - \partial u / \partial k}{du/dt} = 1 - \frac{\partial u}{\partial k} * \frac{dt}{du} \quad (16)$$

Hệ số này đặc trưng cho mức tăng trưởng hiệu quả nhờ đặc tính thích ứng của hệ thống trong toàn bộ mức tăng hiệu quả.

Lợi ích là chỉ số hiệu quả thích nghi:

$$\Theta_a = \int_{t=1}^{\tau} \left[\frac{du}{dt} - \frac{\partial u}{\partial k} \right] dt \quad (17)$$

Với, τ - lag trễ, đặc trưng cho tổng thời gian chuyển tiếp trạng thái của hệ thống dưới tác động của yếu tố gây bất ổn.

Dưới dạng một hàm hiệu quả hoạt động của hệ thống (U), đề xuất lấy một chỉ số khả năng cạnh tranh (trong động lực học). Việc sử dụng chỉ số này (như một chỉ số kinh tế vĩ mô toàn diện nhất trên cơ sở quan điểm an ninh kinh tế quốc gia), là hợp lý hơn cả, bởi vì chỉ số này không những phản ánh quá trình tăng (giảm) phúc lợi của hệ thống quản trị giáo dục, bên cạnh đó, có thể tính đến các chi phí phải chi và hậu quả tiêu cực của việc tăng trưởng tài chính.

Như vậy, mối quan hệ giữa hệ số thích ứng và chỉ số năng lực cạnh tranh của hệ thống quản trị có thể được biểu thị trong hình thức sau đây:

$$K_a = \frac{dF/dt - \partial F / \partial k}{dF/dt} = 1 - \frac{\partial F}{\partial K_a} * \frac{dt}{dF} \quad (18)$$

$$\Theta_a = \int_{t=1}^{\tau} \left[\frac{dF}{dt} - \frac{\partial F}{\partial k} \right] dt \quad (19)$$

Hiệu quả thích ứng với tác động của Θ_a , đặc trưng cho sự biến động của chỉ số năng lực cạnh tranh thuộc hệ thống khi chuyển tiếp trạng thái do yếu tố thích nghi. Nó xác định chỉ số năng lực cạnh tranh của hệ thống thay đổi do đặc tính thích ứng.

Cơ hội tiếp tục nghiên cứu được tạo ra bởi việc xây dựng chuỗi động lực hệ số thích ứng và xác lập các phụ thuộc tương quan với hàng loạt những chuỗi động lực khác. Điều này rất cần thiết để xác định các yếu tố có ảnh hưởng đáng kể đến những đặc tính thích ứng của hệ thống quản trị giáo dục.

2. Mô hình hóa cấu trúc thích ứng của hệ thống quản trị giáo dục

Một trong những công cụ cơ bản để thích ứng hiệu quả của các ngành (các doanh nghiệp) với những điều kiện biến động của môi trường là sự đa dạng hóa hoạt động. Với nhiều hướng hoạt động, trong một môi trường không ổn định, các ngành giáo dục vẫn có khả năng chuyển đổi từ hướng hoạt động có ít lợi nhuận sang hướng hoạt động có nhiều lợi nhuận hơn. Nếu khéo léo

vận dụng công cụ này, các thực thể hoạt động quản trị vẫn có thể duy trì hoặc thậm chí nâng cao nguồn thu, trong trường hợp trường đại học bị suy giảm trên một hoặc vài lĩnh vực đào tạo.

Trong hướng nghiên cứu này đã đặt ra bài toán linh hoạt chọn một chiến lược đa dạng trong điều kiện nhu cầu bất định hay ngẫu nhiên. Nói cách khác, nếu chủ thể có m hướng hoạt động, cần phải xác định tỷ lệ của từng hướng trong tổng sản lượng sản phẩm đối với mỗi một thời điểm.

Nhóm tác giả tiến hành xem xét vấn đề xây dựng mô hình vĩ mô (macromodels), trong đó, sự thích ứng của các tác nhân kinh tế được mô hình hóa bằng thuật toán tiến hóa. Bài toán đặt ra được giải bằng cách sử dụng các thuật toán di truyền.

Áp dụng phương pháp cấu trúc dựa trên sự cần thiết phản ánh tình hình bất định của các khái niệm về tác nhân kinh tế và tính phức tạp của đối tượng nghiên cứu – đó là hệ thống kinh tế vĩ mô. Phép giải cho bài toán này với việc sử dụng các phương pháp hiện có khác sẽ làm giảm tính thích hợp của mô hình, do đó, giảm chất lượng của mô hình.

Một số ưu điểm của việc mô phỏng thích ứng theo cách này. Trước tiên, các thuật toán không đòi hỏi yêu cầu cao về khả năng tính toán của các tác nhân. Thứ hai, có thể mô phỏng các quan điểm khác nhau của các tác nhân về mức giá dự kiến. Thứ ba, các phép giải (nghiệm) được dựa trên mức độ hoàn thiện của chúng để xác định phần thắng của từng tác nhân với việc áp dụng nghiệm này. Các thuật toán di truyền tốt hơn so với các phương pháp kỳ vọng hợp lý hoặc các mô hình hành vi thích nghi để giải thích những hiện tượng xảy ra trong hệ thống quản trị.

Thuật toán di truyền là một thuật toán chắc chắn tìm kiếm ngẫu nhiên dựa trên cơ chế chọn lọc tự nhiên. Mô tả chi tiết về thuật toán này trong phần 3 của bài báo.

Dưới đây là một thuật toán giải pháp dựa trên phương pháp này:

Bước 1: Đối với tập hợp ban đầu, các thông số λ_i được tạo ra ngẫu nhiên sao cho:

$$\sum_{i=1}^m \lambda_i = 1 \quad (20)$$

Trong đó, λ_i là trọng số ký hiệu cho phần tỷ lệ hướng hoạt động i trong tổng lượng sinh viên khai thác (dịch vụ); m là số lĩnh vực hoạt động của ngành giáo dục (thuộc nhà trường). Trong trường hợp này, tập hợp ban đầu hiểu theo nghĩa là một tập hợp các chuỗi nhị phân để mã hóa tập hợp các hệ số đa dạng hóa trong giai đoạn đầu. Gọi dòng $\lambda_1 t \lambda_2 t \dots \lambda_i t \dots \lambda_m t$ là chiến lược đa dạng hóa vào thời điểm thời gian t .

Bước 2: Ký hiệu toàn bộ sản phẩm của ngành là X , khi đó:

$$q_{it} = \lambda_{it} X \quad (21)$$

q_{it} là số lượng sản phẩm (giáo dục, đào tạo) theo hướng hoạt động i vào thời điểm thời gian t .

Bước 3: Đánh giá sự phù hợp của từng giải pháp khai thác được tiến hành bằng cách sử dụng mô hình kiểu mạng nhện của m thị trường (đối với từng thị trường có các tham số A và B khác nhau trong phương trình nhu cầu, đồng thời, các tham số x và y cho các đường cong chi phí biên cũng khác nhau).

Bước 4: Đánh giá lợi nhuận của giải pháp khai thác cho mỗi hoạt động - q_{it} .

Từ phương trình nhu cầu đã có (ở dạng rút gọn, nhu cầu là một hàm giá cả tuyến tính ở thời điểm thời gian hiện hành):

$$D_t = a + bp_t \quad (22)$$

Có các số liệu về lượng cung thực tế tại thời điểm t , ta có:

$$S_t = \sum_{i=1}^n q_{it} \text{ hoặc } S_t = q_{it} \quad (23)$$

Tuỳ thuộc vào việc một thị trường được đại diện bởi một số trường đại học (nếu xem xét ở góc độ một trường riêng biệt) hay một số thị trường (nếu xem xét ở góc độ ngành kinh tế) vì nó phụ thuộc vào việc là thị trường đó có là độc quyền.

Dựa trên dữ liệu có sẵn, xác định một mức giá được xác lập trên thị trường tại thời điểm t :

$$p_t = \frac{\sum_{i=1}^n q_{it} - a_i}{b_i} = \frac{1}{b_i} \sum_{i=1}^n q_{it} - \frac{a_i}{b_i}, i = 1 \dots n \quad (24)$$

Đối với trường hợp khi thị trường được đại diện bởi một số trường đại học, và:

$$p_t = \frac{1}{b_i} q_{it} - \frac{a_i}{b_i}, i = 1 \dots n \quad (25)$$

Đối với trường hợp khi thị trường được đại diện bởi một trường đại học duy nhất.

Bước 5: Tính chi phí C_{it} của một ngành giáo dục tại thời điểm t cho mỗi hoạt động:

$$C_{it} = xq_{it} + \frac{1}{2}y(q_{it})^2 \quad (26)$$

Trong đó, x và y là các tham số của đường cong chi phí biên cho một lĩnh vực hoạt động.

Bước 6: Tính toán sự thích hợp (lợi nhuận) của từng giải pháp khai thác:

$$\Pi_{it} = p_{it}q_{it} - C_{it}, i = 1 \dots m \quad (27)$$

Bước 7: Tính toán sự thích hợp (lợi nhuận) của toàn bộ dòng giải pháp khai thác:

$$\Pi_{jt} = \sum_{i=1}^m \Pi_{it}, j = 1 \dots \mu \quad (28)$$

μ là tham số cho biết qui mô của tập hợp (số hàng trong mỗi tập hợp được mã hóa từng chiến lược đào tạo).

Bước 8: Áp dụng các giới hạn:

$$\begin{aligned} 0 &\leq \lambda_i \leq 1; \\ p_i &\geq 0; q_i \geq 0; \\ c_{\min} &\leq c_i \leq c_{\max}, \end{aligned} \quad (29)$$

Trong đó, c_{\min} và c_{\max} là giá trị quan sát tối đa và tối thiểu giá thành của mỗi sản phẩm.

Sự cần thiết để áp dụng các giới hạn gần nhất, do thực tế, trong quá trình thực hiện mô hình dữ liệu cho thấy sự biến dạng nghiêm trọng các quy định cơ bản về kinh tế. Việc áp dụng giới hạn bổ sung cho phép sử dụng mô hình, ngay cả khi đối mặt với cuộc khủng hoảng gây ra biến dạng bằng cách thay đổi động cơ hành vi của các tác nhân kinh tế và bằng các yếu tố khác. Dưới đây, xem xét hai phiên bản thuật toán di truyền. Trước hết là phiên bản cơ bản,

bao gồm sự ứng dụng ba toán tử: Sinh sản, lai tạo và đột biến. Thứ hai, ngoài các toán tử liệt kê trên đây, còn có toán tử chọn lọc.

Toán tử sao chép tiến hành các bản sao của chuỗi nhị phân riêng. Tiêu chuẩn sử dụng để sao chép là giá trị của hàm phù hợp. Chuỗi nhị phân với giá trị lớn của hàm phù hợp có nhiều khả năng ảnh hưởng hơn đến các đời sau, những đời sau tiếp tục chịu tác động của các toán tử di truyền khác. Việc ứng dụng toán tử di truyền vào các số hạng của tập hợp chính tại thời điểm t được sử dụng để đưa ra quyết định ở thời gian $t+1$. Các bước mô tả ở trên được áp dụng cho T số lần lặp lại. Tập hợp chính ban đầu trong giai đoạn thời gian 0 được sinh ra ngẫu nhiên.

Toàn bộ quá trình có thể được giải thích kinh tế như sau: Toán tử sao chép mô phỏng theo quá trình cạnh tranh thành công. Chuỗi nhị phân được thiết lập từ yếu tố các trường đại học, cùng với đánh giá từ các bên liên quan. Dòng với giá trị thấp của hàm phù hợp ký hiệu cho các giải pháp sản xuất bất ổn và lợi nhuận thấp, dòng này khai thác bản sao ít hơn trong thế hệ tiếp theo. Toán tử lai tạo và đột biến được sử dụng để tạo ra những ý tưởng mới về cách thức khai thác, lượng khai thác đưa ra chào bán khi kết hợp các lượng cung hiện có và lượng cung mới. Nếu đưa vào toán tử chọn lọc, sự kiến giải trên có thể được sửa đổi như sau: Trong từng thời kỳ, các trường đại học đề ra các giải pháp quản lý đào tạo mới, bằng cách sử dụng toán tử di truyền, tiến hành so sánh sự phù hợp của các giải pháp khai thác mới so với tập hợp giải pháp cũ đối với các điều kiện thị trường đã được quan sát trong những năm trước. Chỉ có những ý tưởng mới đầy hứa hẹn xuất hiện trên cơ sở đó được áp dụng thực tế.

Lợi nhuận của các chiến lược đúng đang giảm sút theo thời gian, tuy nhiên, cầu vẫn vượt cung, trong ngành giáo dục đang xảy ra hiện tượng có sự gia tăng sản lượng của tất cả các tác nhân thị trường. Nếu việc tăng sản lượng dẫn đến thua lỗ, các chiến lược phản ánh xu hướng này được bỏ qua và thuật toán được qui về điểm

cân bằng. Chính các thuật toán di truyền đưa ra bằng chứng về hành vi này, nghĩa là chúng có thể nắm bắt các tính năng chính của các dữ liệu thử nghiệm tốt hơn so với tất cả các thuật toán khác. Cuối cùng, sự cạnh tranh giữa các quy tắc khác nhau của các hành vi kinh tế, khi khả năng tồn tại của chúng phụ thuộc vào mức độ hoàn thiện. Một tính năng quan trọng là nó có thể xác định sự khác biệt giữa việc giáo dục tiến hóa và giáo dục thống kê. Tính năng này có thể được sử dụng để tiếp tục nghiên cứu động lực tiến hóa và phân tích cách tác động lẫn nhau của đối tượng với môi trường.

3. Mô hình hóa tương tác liên ngành, có tính đến quá trình thích ứng

Thuật toán tiến hóa biến đổi, được đề xuất trong phần trước, có thể được sử dụng làm cơ sở để nghiên cứu hành vi của các hệ thống phức tạp trong điều kiện bất ổn.

Mô hình toán học cải tổ cấu trúc ma trận cân bằng giữa các ngành kinh tế, ma trận này là yếu tố gây bất ổn xác định. Những thay đổi liên tục trong ma trận được mô hình hoá có tính đến các quá trình thích ứng, trong đó, thích ứng được xem là mục đích của hệ thống.

Bài toán mô hình hoá các chuỗi thay đổi trong ma trận cân bằng giữa các ngành giáo dục được qui lại là mô tả công thức hóa các cơ chế thích ứng. Từ đó, dẫn đến sự chuyển đổi của các yếu tố thuộc ma trận ban đầu tại khu vực được thích ứng hoá, và gần đúng theo sự điều tiết của chính phủ trong việc điều tiết quỹ đạo này với đường phát triển đồng đều cân đối.

Nghiệm của bài toán này là một sơ đồ phân bổ đầu tư thích ứng trong điều kiện yếu tố gây bất ổn xác định.

Sơ đồ hướng biến đổi chuỗi trong cân bằng liên ngành. Trong trường hợp này, xem xét các vấn đề đơn giản về nghiên cứu, điều tra hành vi của hệ thống trong điều kiện bất ổn. Giả thiết là trong thời gian τ có một yếu tố gây mất ổn định, yếu tố này làm thay đổi một phần tử của ma trận cân bằng liên ngành.

Yếu tố bất ổn nạp vào sự tác động của các yếu tố khác nhau, chẳng hạn như sự thay đổi sở thích tiêu dùng, thay đổi về nhu cầu, công nghệ, cung cấp các nguồn lực. Cơ chế chính dẫn đến thay đổi các yếu tố trong ma trận cân bằng liên ngành là các quá trình thích nghi diễn ra trong hệ thống thị trường. Sự thích ứng được hiểu là việc đạt được sự phù hợp, nhất quán giữa đầu vào (chi phí) và đầu ra (sản phẩm) trong cơ cấu khai thác, và các điều kiện hoạt động của thị trường. Tạm dừng lại ở sơ đồ xảy ra chuỗi phản ứng dây chuyền đơn giản trong ma trận cân bằng liên ngành khi thay đổi phần tử $a_{ij} \in A$ thành đại lượng Δa_{ij} sẽ gây sự biến đổi trong cơ cấu nhu cầu nhân lực của ngành i và trong cấu trúc của nền sản xuất j thuộc ngành này (Hình 1). Chiến lược công nghệ được trình bày trong dạng: $\Psi_k(\frac{\partial a_{jk}}{\partial x_i}; I; \tau)$. Trong đó, $\frac{\partial a_{jk}}{\partial x_i}$ là đặc trưng cho số lượng bổ sung nguồn lực j cần thiết để tăng sản lượng thứ i trên một đơn vị sản phẩm thuộc chiến lược sản phẩm công nghệ k ; I_k là lượng đầu tư cần thiết để thực hiện chiến lược công nghệ - khai thác k ; τ_k là độ trễ lag thứ k cho thấy sự chậm trễ áp dụng công suất mới trong chiến lược k ; x_i là lượng sinh viên của ngành i . Tiến hành xây dựng các giới hạn của bài toán trong dạng sau:

$$\sum_{j=1}^n a_{ijt_0} x_{it_0} \pm \sum_{t=1}^{\tau} \sum_{j=1}^n \frac{\partial a_{itj}}{\partial x_i} \Delta x_{it} \leq B_i, i = \overline{1, n} \quad (30)$$

$$a_{ij} \geq 0; x \geq 0.$$

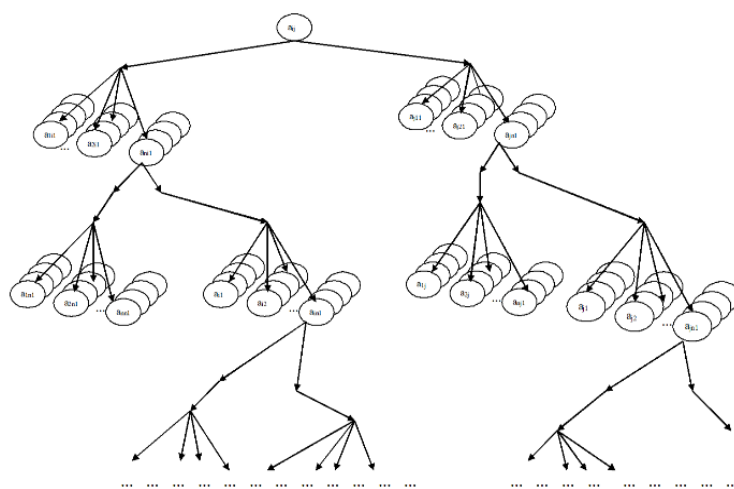
• Tiêu chuẩn thích ứng

Để chọn chiến lược công nghệ - sản xuất trong mỗi bước cần phải xây dựng một tiêu chí để đánh giá tính thích nghi, đây là mục tiêu của hệ thống trong điều kiện bất ổn. Ở đây cần lưu ý rằng, trong bài báo này, phải giải thích các tiêu chuẩn theo thuật ngữ thuật toán tiến hóa, theo đó, lựa chọn các chiến lược thành công nhất cho thế hệ các giải pháp khai thác tiếp theo. Giả thiết rằng mỗi ngành hoạt động trong một môi trường cạnh tranh tự do và đại diện đặc trưng cho một số lượng lớn các tác nhân thị trường với những quan điểm khác nhau về tình

hình thị trường. Do đó, xuất hiện những chính kiến khác nhau về chiến lược hoạt động. Các tác nhân thị trường phản ứng lại sự tác động của các yếu tố gây bất ổn bằng cách thay đổi số lượng sinh viên đào tạo, và xây dựng cơ sở chiến lược khoa học - đào tạo. Ngoài ra, quyết định thay đổi khối lượng đào tạo nhất thiết phải đi kèm với sự lựa chọn chiến lược công nghệ, cụ thể, xem xét các phương án thay thế công nghệ, mỗi một công nghệ đặc trưng bởi những chi phí nguồn lực và vốn đầu tư (trong bài báo này, để đơn giản, gọi đó là chiến lược bằng các phương tiện công nghệ). Giả định rằng đường cong chi phí giới hạn của ngành được chia thành

các khoảng thời gian theo số lượng sản phẩm đào tạo ra. Mỗi khoảng tương ứng với một tập hợp các chiến lược công nghệ - đào tạo. Nếu một trường đại học quyết định việc đào tạo ngành mới thì điều này có nghĩa là xem xét lại chiến lược. Việc chọn một chiến lược từ tập hợp nhiều công nghệ được chấp nhận diễn ra một cách ngẫu nhiên.

Qui mô của thế hệ tương đương với số lượng tác nhân kinh tế, chúng đại diện cho thị trường của từng ngành. Thế hệ đầu tiên được tạo ra ngẫu nhiên trong vùng lân cận với vùng các điều kiện hoạt động thực tế.



Hình 1. Sơ đồ hướng các chuỗi biến đổi trong ma trận với các phương pháp công nghệ khác nhau.

Chuỗi nhị phân mã hóa các quyết định hoạt động của các tác nhân trên khối lượng đầu ra trong khoảng từ q_{min} tối thiểu đến số lượng tối đa có thể của q_{max} . Điều này tạo nên phần đầu tiên của nhiệm sác thể, phần thứ hai được mã hóa trong biểu tượng nhị phân là số thứ tự của phương pháp công nghệ. Trong dạng một hàm số để đánh giá tính phù hợp của chiến lược công nghệ - đào tạo riêng trong mô hình chuỗi tương tác của ma trận cân bằng liên ngành, đề xuất xem xét ma trận sau đây:

$$F = \lambda_1 \frac{R_{\psi kt}(I, r, \alpha)}{\max_{\psi=1, k} R_{\psi kt}(I, r, \alpha)} + \lambda_2 \frac{l_{\psi kt}}{\max_{\psi=1, k} l_{\psi t}} \rightarrow \min \quad (31)$$

Trong đó, $\lambda_1 + \lambda_2 = 1$, $\psi = 1, \dots, n$; $k = 1, \dots, n$; λ_i là trọng số do các chuyên gia đưa ra để đánh giá tầm quan trọng của các tham số đề xuất; $R_{\psi kt}$ là chỉ số đánh giá nguy cơ rủi ro liên quan đến việc

áp dụng phương pháp công nghệ ψ của ngành k trong thời điểm thời gian t .

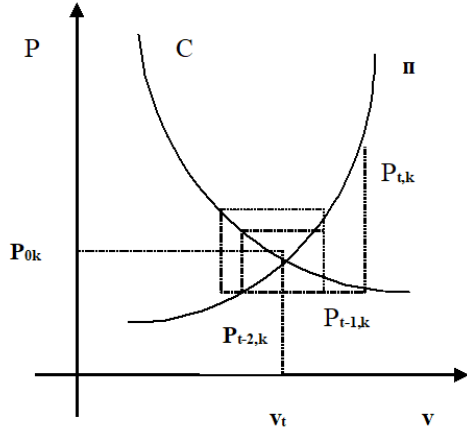
Nguy cơ trong trường hợp này được xác định là hàm khối lượng đầu tư I , tỷ lệ lãi suất ngân hàng r , sự ổn định tình trạng cân bằng, sự cân bằng này được xác định bởi góc nghiêng α các đường cong cầu và cung:

$$l_{\psi kt} = \sum_{k=1}^m \sum_{t=1}^{\tau} \sqrt{(p_{0k} - p_{tk})^2 + (q_{0k} - q_{tk})^2} \quad (32)$$

Với, p_{0k} - học phí sản k sau tác động của yếu tố gây mất ổn định; p_{tk} - học phí do nhà trường đưa ra trong khoảng thời gian t ; q_{0k} - số lượng sinh viên đào tạo, tương ứng với trạng thái cân bằng thị trường tại thị trường k sau tác động của yếu tố gây mất ổn định; q_{tk} - số lượng sinh viên đào tạo thực tế tại thị trường k vào thời gian t ;

λ_{ψ} - độ trễ liên quan tới việc ứng dụng phương pháp công nghệ ψ .

Phần thứ hai của tiêu chuẩn được đề xuất trên cơ sở phân tích mô hình thị trường kiểu mạng nhện (Hình 2).



Hình 2. Mô hình thị trường kiểu mạng nhện.

Đánh giá các nghiệm bài toán dựa trên cơ sở các tiêu chí này để chọn quỹ đạo phát triển của phản ứng dây chuyền với tổn thất tối thiểu và phản ứng nhanh tối đa đối với các điều kiện biến động.

• Giải thích kinh tế

Việc lựa chọn các chiến lược dựa trên hàm phù hợp được đề xuất có nghĩa, “người chiến thắng” là một trong những tác nhân thị trường, là người biết quản lý trong suốt thời gian có yếu tố gây mất ổn định để lựa chọn phương hướng hành động đúng đắn. Chiến lược giúp phản ứng nhanh hơn và chọn chính xác chuỗi các giải pháp công nghệ, tối đa hóa lợi nhuận với nguy cơ rủi ro tối thiểu.

Thuật toán di truyền, với các toán tử chọn lọc, đảo nghịch, lai tạo và đột biến, cho phép mô phỏng các quá trình trao đổi thông tin và học tập. Điều này có nghĩa rằng các tác nhân còn lại, chiến lược kém thành công hơn, cố gắng để sao chép các hành vi, hoạt động của các đối thủ cạnh tranh để có chiến lược thành công hơn. Từ việc này rất có thể xuất hiện những ý tưởng và các giải pháp mới. Thực hiện hàm này là các toán tử lai tạo, đảo nghịch và đột biến.

Theo thời gian, số lượng các tác nhân trong thể hệ hoạt động thích hợp, đúng cách, ngày càng trở nên nhiều hơn.

• Mô hình hóa quá trình lan truyền nhiễu loạn trong ma trận cân bằng liên ngành. Giả sử ma trận cân bằng liên ngành ban đầu phản ánh trạng thái cân bằng trên tất cả các thị trường: Hàng hoá, lao động và các nguồn lực, vốn.

$$x_i^0 = \sum_{j=1}^n x_{ij} + c_i$$

Lượng sinh viên cân bằng của ngành kinh tế i ;

$X_0(x_1^0 \dots x_i^0 \dots x_n^0)$: Vector cân bằng sản lượng trong thời gian ban đầu;

$P^0(p_1^0 \dots p_i^0 \dots p_n^0)$: Vector cân bằng học phí trong thời gian ban đầu.

Giả sử rằng điều làm hệ thống mất tình trạng cân bằng. Do bị tác động bởi những điều kiện biến động cần có những cơ chế thích ứng đưa hệ thống sang một trạng thái sự cân bằng mới thông qua một loạt các biến đổi chuỗi.

Việc phân biệt hai loại hành vi thích nghi của hệ thống tùy thuộc vào sự tác động đến lượng cầu cuối cùng:

(i) Lượng cầu tăng từ c_i^{t-1} đến c_i^t :

$$c_i^t - c_i^{t-1} > 0$$

↓

$$\text{Học phí tăng lên: } p_i^t - p_i^{t-1} > 0$$

↓

Học phí mới của các trường đại học khi tăng giá các nguồn lực.

↓

Lượng cung tăng tùy thuộc vào sự tham gia của các trường đại học mới, sau đó một phần sụt giảm đến trạng thái cân bằng lâu dài.

(ii) Lượng cầu giảm:

$$c_i^t - c_i^{t-1} < 0$$

Có chuỗi thích nghi nghịch.

Sự thích nghi tương tự xảy ra ở các thị trường giáo dục có thể thay thế và bổ sung cho nhau. Trạng thái cân bằng mới trên thị trường giáo dục i được xác lập trong khoảng thời gian

τ . Vị trí cân bằng phụ thuộc vào tỷ lệ lãi suất ngân hàng, vì tỷ lệ này ảnh hưởng đến việc lựa chọn phương pháp công nghệ và lượng sinh viên. Giả sử rằng sự cân bằng đã chuyển dịch đi một giá trị:

$$\Delta x_i = x_i^{t+\tau\psi}(r) - x_i^t \quad (33)$$

Trong đó, Δx_i và Δp_i là nhân tố gây bất ổn đầu vào cho thị trường nguyên vật liệu (thiết bị giáo dục). Nhu cầu cơ sở vật chất tăng thêm/giảm đi một giá trị:

$$\Delta c_j = \frac{\partial a_{jk}^\psi}{\partial x_i} \left| x_i^{t+\tau\psi}(r) - x_i^t \right|, j = 1 \dots n \quad (34)$$

Sự biến động trong lượng cầu kích thích điều chỉnh thích ứng lượng cung, từ đó, xác định việc lựa chọn cách thức công nghệ để đạt được trạng thái cân bằng và học phí cân bằng mới cho nguyên vật liệu.

- Xác định miền đột phá công nghệ ε

Xác định sản lượng thực tế (đầu ra: số sinh viên) của ngành giáo dục i cho trường hợp tăng trưởng của ngành này. Giả sử rằng $x_{i,t+\tau\psi}^*$ là sản lượng đầu ra cân bằng được quyết định bởi các cơ chế thích ứng, trong khi đó, khối lượng thực tế của ngành i cho t thời gian $t + \tau\psi$ (có nghĩa là để đạt được một trạng thái cân bằng mới phù hợp với tiêu chuẩn thích ứng mới tại biểu thức (31), phải chọn chiến lược ψ - π có độ trễ $\tau\psi$) được xác định theo công thức:

$$x_{it}^\phi = \min \left[\frac{B_i - \sum_{j=1}^n a_{ijt} x_{jto}}{\partial a_{i\psi}} \partial x_i; X_{i,t+\tau\psi}^* \right] \quad (35)$$

Khi đó, miền đột phá công nghệ cho trường hợp bài toán đóng đối với ν cho trước, sẽ tính được khoảng thời gian:

$$t - \varepsilon \leq t \leq t + \varepsilon \rightarrow |x_{it+\tau\psi}^\phi - x_{it+\tau\psi}^*| > \nu \quad (36)$$

Điều này có nghĩa rằng, ở một số giai đoạn phản ứng, trạng thái cân bằng đối với ngành i không thể đạt được thông qua việc thực hiện những phương pháp công nghệ đã có do sự hạn chế của một số loại nguyên vật liệu. Vì vậy, cần phải sử dụng các phương pháp công nghệ, lao động,

nguyên vật liệu mới, hoặc áp dụng phương pháp bảo toàn mới, hay bổ sung thông qua các liên kết bên ngoài (điều này không thích hợp cho hệ thống quản trị của quốc gia).

- Điều kiện hội tụ của phản ứng dây chuyền

Giả định rằng, quá trình biến đổi chuỗi trong ma trận cân bằng liên ngành bị mất dần, và ma trận A_t được qui về ma trận A^* , $A_t \rightarrow A^*$, nếu $\forall a_{ijt} \in A_t \exists \varepsilon$, giai đoạn thời gian ν quy định phải thỏa mãn bất đẳng thức sau:

$$|a_{ijt+\nu} - a_{ijt}| < \varepsilon \quad (37)$$

Giai đoạn thời gian giữa sự bắt đầu tác động của yếu tố gây bất ổn t_0 và sự bắt đầu tắt dần (suy giảm) của phản ứng dây được gọi là yếu tố trễ lag. Điều kiện (37) có nghĩa là các quá trình trong ma trận cân bằng liên ngành được ổn định, và thông tin về độ sai lệch không được truyền đến các cấp độ tiếp theo.

Đại lượng ε và ν xác định độ nhạy của mô hình và thời gian ổn định của các quá trình.

Sự bất ổn định và sự điều tiết của nhà nước: Tiêu chí lựa chọn quỹ đạo thích nghi phụ thuộc vào tỷ lệ lãi suất. Lãi suất ngân hàng, được xác lập tại thời điểm tác động của nhân tố gây mất ổn định, xác định việc lựa chọn phương pháp công nghệ tại mỗi bước phản ứng dây chuyền, và, tiếp sau đó, là xác định quỹ đạo thích nghi hơn với tỷ lệ lãi suất này.

Giả định tỷ lệ lãi suất tối ưu trong trường hợp tác động của yếu tố gây bất ổn là một tỷ lệ trên quỹ đạo thích nghi đảm bảo việc chuyển đổi sang một trạng thái cân bằng mới của hệ thống quản trị, sao cho gần tối đa với quỹ đạo phát triển đều đặn. Áp dụng hàm G như sau:

$$G = \int_{t=t_0}^{+\infty} |y_t(A(r_i)) - y_0 e^{ct}| dt \rightarrow \min \quad (38)$$

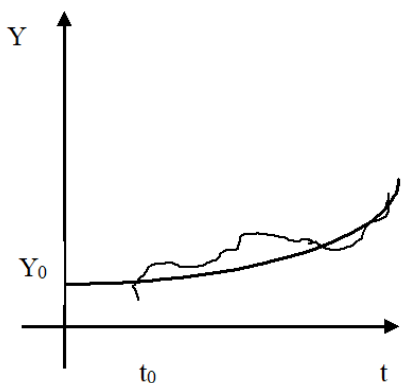
Khi đó mức lãi suất tối ưu cho tác động gây bất ổn là:

$$r^* = \operatorname{argextr} G \setminus \lim_{t \rightarrow +\infty} G(r^*) = 0 \quad (39)$$

Trong đó, y_t là tổng sản phẩm xã hội (Total Social Product - TSP) hoặc thu nhập quốc dân

(Gross National Income - GNI) vào thời gian t ; r_i là lãi suất ngân hàng; y_0 là trạng thái kinh tế ban đầu; c là tỷ lệ tăng trưởng tài chính; $A(r_i)$ là ma trận cân bằng liên ngành, việc chuyển sang ma trận cân bằng liên ngành được thực hiện ở tỷ lệ lãi suất này.

Qua đó, xem xét các quy định cơ bản về mô hình hoá phản ứng dây chuyền trong ma trận cân bằng liên ngành (MOB) bằng cách sử dụng thuật toán di truyền. Điểm mới của phương pháp này, sự thích ứng được xem là mục tiêu của hệ thống kinh tế vĩ mô, quá trình thiết lập trạng thái cân bằng mới được tiến hành thông qua chuỗi các biến đổi, giải pháp đề xuất chỉ dành cho trường hợp tác động của yếu tố gây bất ổn này. Đồng thời, đề xuất phương pháp luận chọn lọc tiến hóa các chiến lược công nghệ, quản lý và đầu tư.



Hình 3. Lựa chọn chiến lược quản lý điều tiết.

Một cải tiến đáng kể là đưa vào mô hình các thuật toán tiến hóa cho phép phản ánh đầy đủ hơn các động cơ của hành vi thích nghi thuộc các tác nhân kinh tế, đại diện cho hệ thống quản trị giáo dục.

Như đã đề cập ở trên, bất ổn là sự bổ sung cần thiết cho các hoạt động của hệ thống. Sự bất ổn này có thể mang tính chất bên trong và bên ngoài. Tiếp theo, có các ví dụ về việc mô hình hoá quá trình phát triển (động lực) và mối tương tác của các thị trường giáo dục hoá đổi lẫn nhau, từ đó, khám phá ra một trong các nguồn bất ổn nội bộ thường xuyên.

Sự tương tác không mang tính chất chiến lược, thực tế là tính chất hiện tượng tự phát. Các trường đại học đại diện trong từng thị trường

hoàn toàn phụ thuộc vào điều kiện bên ngoài, kể cả việc thiết lập một mức học phí cố định, một lượng sinh viên không ảnh hưởng thị trường. Hãy xem xét các thị trường của hai lĩnh vực X và Y có thể thay thế cho nhau (đối với bài toán này giả định rằng các trường đại học cùng một lượng sinh viên, vì vậy, ký hiệu này được sử dụng cho cả số lượng các trường đại học, cũng như lượng sinh viên).

Những thị trường này có quan hệ tương tác với nhau: Giảm lượng cung tại một trong những thị trường dẫn đến học phí của ngành đào tạo này tăng cao hơn và lượng cầu tăng lên đối với ngành đào tạo thay thế. Việc tăng học phí đối với ngành đào tạo thay thế thu hút các trường đại học mới và đẩy lượng cung lên mức lượng cầu đòi hỏi. Sự tham gia của các trường đại học mới vào ngành giáo dục này làm giảm tỉ lệ lợi nhuận khi giảm lượng cung và tăng học phí. Thông tin này được chuyển đến các thị trường của ngành đào tạo thứ nhất, nơi đang có những biến động tương tự.

Phương trình vi sai để xác định sự tăng trưởng, suy giảm và sự tiến hóa của các thị trường tương tác, có cấu trúc và hình thức tương tự như phương trình trong động học hóa học và, như trong động thái động lực của những tương tác này có thể có những biến động, tương tự như dao động ổn định của con lắc mà không suy giảm tắt dần.

Giả sử là trên thị trường của một trong những ngành đào tạo do sự bất ổn đã có những biến động dẫn đến gián đoạn giữa cung cầu và phải thiết lập một mức học phí cân bằng mới P^* . Điều này làm thay đổi tỷ lệ lợi nhuận của các trường đại học.

$$A = \frac{P^* - I_p}{x(t)} \quad (40)$$

Trong đó, I_p là chi phí cận biên; $x(t)$ là một đề xuất tại thời điểm t , A là tỷ lệ lợi nhuận. Tỷ lệ lợi nhuận càng cao, càng có nhiều luồng hàng đến thị trường, và tỷ lệ tăng lượng cung càng cao hơn.

Chi phí biên I_p , tùy thuộc vào mục đích mô hình hoá, có thể cố định ở mức không đổi và giả sử rằng chi phí này là như nhau đối với tất cả các trường đại học cùng một ngành đào tạo. Khi đó tỉ lệ lợi nhuận chỉ phụ thuộc vào các biến động cung cầu, hoặc đường cong chi phí biên tăng lên, tùy thuộc vào số sinh viên (liên quan tới học phí, chi phí nguyên vật liệu tăng lên trong trường hợp tăng cầu) và phân biệt đối với các trường đại học khác nhau.

Giả sử rằng tốc độ thay đổi khối lượng cung X tỷ lệ thuận với số lượng trường đại học và mức lợi nhuận A (tương tự như thức ăn trong mô hình hệ sinh thái một động vật ăn thịt - con mồi), ta có:

$$\frac{dx}{dt} = k_1Ax(t) \quad (41)$$

Với, k_1 là const. Tương tự như vậy, có thể giả định rằng tốc độ ra đi tỷ lệ thuận với số lượng các trường đại học và hai hằng k_3 và B , do đó:

$$\frac{dx}{dt} = -k_3Bx(t) \quad (42)$$

Kết hợp các phương trình này có được phương trình tốc độ thay đổi khối lượng cung:

$$\frac{dx}{dt} = (k_1A - k_3B)x(t) \quad (43)$$

Nếu trong hệ thống tỷ lệ tăng trưởng lợi nhuận là không thay đổi, tức là $A = \text{const}$, phương trình này thúc đẩy sự tăng trưởng khối lượng cung theo cấp số nhân khi $k_1A > k_3B$, còn được gọi là sự tăng trưởng Malthusian. Mặt khác, khi $k_1A < k_3B$, có sự sụt giảm lượng cung theo cấp số nhân. Trên cơ sở những kết quả này, có thể kết luận rằng hệ thống được ổn định bằng cách hạn chế tỷ lệ lợi nhuận, tốc độ thay đổi tỷ lệ lợi nhuận phải được cân nhắc tới khi xây dựng mô hình toán học. Minh họa điều này với một mô hình đơn giản gồm hai lĩnh vực đào tạo với lượng sinh viên là x và y .

Giả sử rằng các trường đại học ngành thứ nhất có mức lợi nhuận không giới hạn, để thay đổi số sinh viên cần phải tuân thủ một qui luật đã đề cập trên đây:

$$\frac{dx}{dt} = k_1Ax(t) \quad (44)$$

k_1 và A là không đổi, và việc bị loại ra khỏi thị trường chỉ xảy ra do tương tác với thị trường giáo dục Y . Đối với y , giả định rằng việc bị loại ra khỏi thị trường chỉ xảy ra theo quy luật đã được xác lập:

$$\frac{dy}{dt} = -k_3By(t) \quad (45)$$

Trong đó, k_3 và B là không đổi. Sự tương tác giữa các thị trường xảy ra là do đối thủ cạnh tranh Y chiếm mất thị phần của các trường đại học X . Nếu các trường đại học có chất lượng như nhau, dưới tác động tương tác cạnh tranh, trường đại học có chi phí cận biên cao nhất phải bị đẩy ra khỏi thị trường. Nếu học phí của ngành X thấp hơn chi phí biên của trường đại học X , thì lợi nhuận, được xác định bởi thị phần của trường đại học X , và tỷ lệ thay thế của ngành x và y , sẽ chuyển sang trường đại học Y với chi phí cận biên thấp hơn. Đây là lý do cho việc giảm lượng cung X và tăng lượng cung Y , vì lượng tăng cung Y tỷ lệ thuận với mức lợi nhuận. Xác suất phá sản (loại ra khỏi thị trường) của trường đại học X trong cuộc cạnh tranh với trường đại học Y , và do đó, tổng tốc độ bị loại ra khỏi thị trường tỷ lệ thuận với các sản phẩm của các trường đại học. Vì vậy, tốc độ tương tác của các trường đại học này cần phải đưa vào phương trình:

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= -k_2x(t)y(t) \\ \frac{dy}{dt} &= k_2x(t)y(t) \end{aligned} \quad (46)$$

Với, k_2 là const.

Khi kết hợp sự gia nhập và bị loại khỏi thị trường của các trường đại học, ta có hệ phương trình phi tuyến tương tác của các thị trường thuộc hai sản phẩm:

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= k_1Ax(t) - k_2x(t)\frac{y(t)}{dt} \\ \frac{dy}{dt} &= k_2x(t)y(t) - k_3By(t) \end{aligned} \quad (47)$$

Cân bằng vé phải của phương trình bằng không (0), nghiệm phương trình cố định độc đáo:

$$\begin{aligned}x_S &= k_3 \frac{B}{k_2} \\y_S &= k_1 \frac{A}{k_2}\end{aligned}\quad (48)$$

Nếu ngay từ khi bắt đầu, lượng sinh viên có giá trị (I1-I2) thì x và y không thay đổi theo thời gian phù hợp với mô hình đang xem xét. Các hiện tượng thăng giáng (biến động) ngẫu nhiên được đưa vào mô hình ngẫu nhiên. Để nghiên cứu tính bền vững của trạng thái ổn định, x và y được trình bày trong dạng tổng:

$$\begin{aligned}x &= x_S + \Delta x \\y &= y_S + \Delta y\end{aligned}\quad (49)$$

Thay các biểu thức trên vào phương trình (48), giả định rằng các giá số Δx và Δy là các giá trị nhỏ, do đó, tích số của chúng có thể được bỏ qua. Như vậy, có được phương trình tuyến tính:

$$\begin{aligned}x' &= -k_3 B \Delta y \\y' &= k_1 A \Delta x\end{aligned}\quad (50)$$

Phương trình này mô tả hành trạng của các sai lệch nhỏ về lượng sinh viên từ trạng thái tĩnh (cố định). Loại bỏ y , có được phương trình:

$$x'' + k_1 k_3 A B x = 0 \quad (51)$$

Phương trình dao động tử điều hòa đơn giản với tần số tròn:

$$\omega = (k_1 k_3 A B)^{1/2} \quad (52)$$

Và với chu kỳ :

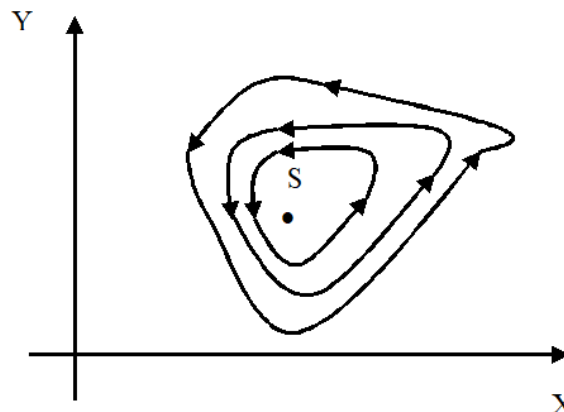
$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad (53)$$

Quỹ đạo giai đoạn trong không gian x_S, y_S , do đó, trạng thái tĩnh là ổn định. Đối với giới hạn biên độ dao động xung quanh điểm x_S , quỹ đạo pha y_S không còn là hình elip nhưng vẫn còn những đường cong khép kín với chu kỳ thời gian thay đổi liên tục. Như vậy, những biến động với biên độ dao động lớn và nhỏ tương tự như dao động của con lắc không bị tắt dần:

$$k_1 A = k_2 = k_3 B = 1 \quad (54)$$

Quỹ đạo được thể hiện trong Hình 4, đặc trưng cho những thay đổi liên tục trong lượng sinh viên trên thị trường nhân lực thay thế, những thay đổi này gây nên các tương tác gây bất ổn

định. Thông tin về những biến động này có thể được xem xét trong chiến lược ra quyết định với thời gian dài.



Hình 4. Quỹ đạo giai đoạn (pha) khép kín đối với sự tương tác của thị trường giáo dục thay thế cho nhau. Hiện thị tương tự như con lắc không bị tắt dần.

4. Mô phỏng phát triển thích ứng của các hệ thống tổ chức - kinh tế

Mâu thuẫn cơ bản của việc phát triển hệ thống tổ chức - kinh tế là hệ quả sự bất ổn liên tục, sự không phù hợp giữa các tham số hoạt động bên ngoài (thị trường) và bên trong (sản xuất) của hệ thống. Việc thay đổi và phát triển một đối tượng hay một hiện tượng có thể xảy ra không chỉ do các nguyên nhân thúc đẩy bên ngoài, còn vì những mâu thuẫn và sự tương tác của các bên, các thời điểm khác nhau bên trong đối tượng. Vì vậy, ngoài các yếu tố bên ngoài, còn có nhiều yếu tố bên trong gây bất ổn, bao gồm:

- (i) Biến động về nhân khẩu học;
- (ii) Qui luật kinh tế chung về nhu cầu ngày càng tăng;
- (iii) Hành vi hỗn loạn của các tác nhân kinh tế do sự không chắc chắn và thiếu thông tin về điều kiện thị trường trong hoạt động kinh doanh. Các quyết định thường dựa vào trực giác.

Lỗi hoặc lỗi phát sinh từ sự bất ổn của trạng thái cân bằng, hậu quả của sự bất ổn định báo hiệu việc phải đưa vào hệ thống các cơ chế thích ứng. Xác định tiềm năng thích ứng của hệ thống quản trị giáo dục như một đại lượng gián đoạn

giữa trạng thái cân bằng và trạng thái thực tế của hệ thống dưới ảnh hưởng của các yếu tố cụ thể gây bất ổn. Khả năng thích nghi - nguồn gốc của hoạt động và phát triển. Khi hệ thống cân bằng, những mâu thuẫn được loại bỏ, nhưng về mặt lý thuyết, nói lên rằng, nếu không có mâu thuẫn thì không có nguồn gốc của sự phát triển. Tác động của yếu tố gây bất ổn thường xuyên, sự cân bằng chuyển dịch bởi một giá trị:

$$\Delta x^{t+\tau\psi}(r) - x_i^t; \quad \Delta p_i = p_i^{t+\tau\psi} - p_i^t$$

Khả năng thích ứng tại thời điểm t được xác định theo công thức (34). Sự gián đoạn phát sinh kích thích mạnh mẽ tới sự thích ứng tiếp theo lên lượng cung, sự lựa chọn giải pháp công nghệ để đạt được trạng thái cân bằng và xác định học phí cân bằng mới cho nguồn nguyên liệu. Trong quá trình lấp khoảng trống giữa tình trạng thực tế và tình trạng mong muốn của hệ thống có thể xảy ra tình huống ở một số giai đoạn phản ứng là sự cân bằng cho ngành i không thể đạt được thông qua các phương tiện kỹ thuật sẵn có do sự giới hạn của một số loại nguyên vật liệu. Khoảng thời gian này hầu hết là thuận lợi cho việc phát triển và áp dụng các giải pháp tài nguyên, vốn, lao động mới. Một số phương pháp xác định các miền của bước đột phá công nghệ trong trường hợp bị tác động bởi yếu tố gây bất ổn nhất định. Miền đột phá công nghệ trong trường hợp này là một bài toán đóng với ν cho trước, tính toán khoảng thời gian:

$$\hat{t} - \varepsilon \leq \hat{t} \leq \hat{t} + \varepsilon \quad (55)$$

Như vậy là:

$$|x_{i,t+\tau\psi}^\phi - x_{i,t+\tau\psi}^*| \varphi \nu \quad (56)$$

Cần lưu ý rằng khoảng thời gian này không phải là duy nhất có thể dự đoán để xác định sự xuất hiện của những thay đổi công nghệ. Hiệu quả của việc áp dụng những đổi mới công nghệ thường vượt quá mong đợi, dẫn đến thay đổi cơ cấu trong cung cầu và thúc đẩy một lần sóng bất ổn mới.

Hiệu quả mang tính chất bảo toàn nguồn lực (nguyên lực được hiểu là tập hợp các luồng sản

xuất đầu vào), với cách thức nhất định đã dẫn đến giảm thiểu hàm tổng chi phí.

Những biến đổi tương đối trong hàm tổng chi phí được tích lũy, đạt khối lượng tới hạn, diễn ra một bước nhảy vọt về mức độ tổ chức của hệ thống quản trị giáo dục xã hội. Hàm tổng chi phí được biểu diễn như sau:

$$q = \lambda_i f(q_i) \quad (57)$$

Trong đó, q_i – hàm chi phí nguyên vật liệu, lao động, vốn tương ứng; λ - trọng số đặc trưng cho tầm quan trọng của những thay đổi trong chi phí cho hệ thống quản trị giáo dục.

Giá trị tích lũy của những thay đổi tương đối liên quan với việc áp dụng đổi mới công nghệ có thể được trình bày như sau:

$$I_0 = \int_{t=t_0}^{t=t_k} \left(\frac{dq_i}{dt} * q_i \right) dt, i = 1 \dots 3 \quad (58)$$

Bước nhảy xảy ra tại điểm, khi:

$$I_0 = M_k \quad (59)$$

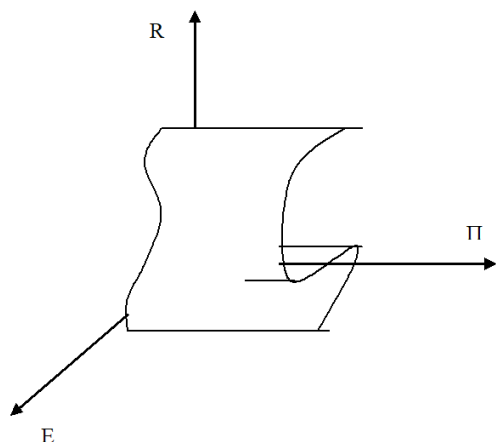
Nghĩa là, khi sự thay đổi tương đối trong mức tổng chi phí đạt được một khối lượng tới hạn.

$\frac{dq}{dt} = 0$ là điểm của tối thiểu tổng chi phí khu vực.

Nếu lấy mức độ tổ chức của hệ thống tổ chức - kinh tế dưới dạng một tham số hợp thành, các yếu tố chính trị, kinh tế (trình bày bằng hàm tổng chi phí), các yếu tố văn hóa và dân tộc dưới dạng các tham số đầu vào, thì quá trình phát triển hệ thống có thể được biểu diễn như là một thảm họa Umbilic Hyperbolic.

Yếu tố văn hóa, dân tộc phải đặc trưng cho mối quan hệ của quản trị thuộc sự phát triển trong văn hóa của một trường đại học. Yếu tố này xác định sự đặc trưng phát triển của các hệ thống quản trị giáo dục khác nhau, do đó, hạn chế bởi hai yếu tố là chưa đủ. Nếu cố định một trong các yếu tố, nghĩa là xem xét cụ thể hệ thống quản trị giáo dục, chính trị hay văn hóa, dân tộc thì sự phát triển có thể được giải thích bởi chỗ chia hai trong thảm họa nếp gấp (Hình 5). Tại đây, E là yếu tố kinh tế; P là yếu tố chính

trị; R là mức độ tổ chức của hệ thống quản trị giáo dục.



Hình 5. Thảm họa kiểu nếp gấp.

Giải pháp trên bề mặt cân bằng bị chia hai, điều này dẫn đến bước nhảy vọt trong phát triển.

5. Kết luận

Trong phần kết luận bài báo, nhóm tác giả tổng kết một số luận điểm chính về thuyết kinh tế của các hệ thống tổ chức quản lý giáo dục:

(i) Sự bất ổn - nguồn phát triển, bởi vì nó dẫn đến sự gián đoạn giữa trạng thái cân bằng và trạng thái thực tế của hệ thống.

(ii) Siêu lợi nhuận hoặc lỗ báo hiệu sự gián đoạn và thúc đẩy sự ra đời của cơ chế thích nghi.

(iii) Trong quá trình đạt được sự nhất quán giữa các thị trường và sản xuất hay phát sinh tình huống khi mà khả năng kỹ thuật hiện tại không thể đáp ứng nhu cầu thị trường và đưa hệ thống vào trạng thái cân bằng.

(iv) Tình huống này là có lợi cho việc ứng dụng các công nghệ mới, khi tích lũy tới một khối lượng tới hạn, sẽ dẫn đến một bước nhảy

vọt về chất lượng ở mức độ tổ chức của hệ thống xã hội và kinh tế như minh họa bằng thảm họa nếp gấp.

Tài liệu tham khảo

- [1] A. Н. Аверкин, И. З. Батыршин, А.Ф. Блишун Силов, В. Б. Тарасов, *Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта*, 2016.
- [2] Бир Ст, *Кибернетика и управление производством*, 2013.
- [3] Бир СТ, *Мозг фирмы: Пер. с англ. – М.: Радио и связь*, 2013.
- [4] Б. М. Биренберг, Э. Ф. Теличкина, *“Совершенствование организационно-экономического механизма угольной промышленности - Современные проблемы управления экономикой*, 2014.
- [5] М. П. Киев, “Итем ЛТД,” Юнайтед Лондон Трейд Лимитед, 2005.
- [6] А. М. Богомолов *et al.*, *Экономико-математическое моделирование сложных производственных систем*, 2019.
- [7] Г. Б. Владимирович, *Большие системы. Теория, методология, моделирование*, 1971.
- [8] А. Н. Борисов, О. А. Крумберг, И. П. Федоров Принятие, *нечетких решений на основе нечетких моделей: примеры использования – Рига*, 2010.
- [9] У Бреддик, *Менеджмент в организации*, 2017.
- [10] А. А. Булянда., В. Л. Петренко, *Технология адаптивного стратегиче-ского планирования. Донецк*, 2016.
- [11] В. Н. Бурков, *Экономические механизмы управления производством*, 2016.