

Формування системи автоматичного управління конкурентоспроможністю продукції

Пасічник І.Ю., Фартушняк О.В., Цибулько Д.І.

The paper deals with the management of engineering enterprises competitiveness of products through the application of methods of the theory of automatic control, the possibility of regulation of sales, as an expression of competitive goods firms in established markets.

Вступ.

Управління конкурентоспроможністю продукції - складна проблема, вирішення якої пов'язане з удосконаленням всієї системи управління підприємством, із здійсненням специфічної діяльності з придбання, збереження і нарощування конкурентних переваг, з розробкою і реалізацією стратегії конкуренції.

Вирішення окремих питань цієї проблеми присвячені дослідження вітчизняних і зарубіжних вчених І. Ансоффа, К. Ісікави, М.І. Гельвановського, В.Г. Герасимчука, Ю.Б. Іванова, В.І. Коршунова, Ф. Котлера, П.Г. Перерви, М. Портера та інших. Проте вони не охоплюють всіх аспектів даної проблеми. Крім того, необхідне переосмислення раніше отриманих результатів і адаптація зарубіжного досвіду до сучасних умов розвитку вітчизняної економіки, що вимагає вирішення комплексу завдань.

Це зумовлює актуальність теми дослідження.

Метою дослідження є розробка теоретичних основ і методичних рекомендацій з удосконалення управління конкурентоспроможністю продукції на основі методів теорії автоматичного управління.

Поставлена мета зумовила необхідність вирішення завдання розробки автоматизованої системи управління конкурентоспроможністю продукції.

1. Обґрунтування доцільності застосування теорії автоматичного управління в побудові системи управління конкурентоспроможністю продукції

Розглядаючи процес управління конкурентоспроможністю продукції, можна вказати на такі особливості:

1. В умовах ринкової економіки процес управління конкурентоспроможністю продукції є динамічним і безперервним.

2. Будь-яку систему – технічну, соціальну, біологічну, економічну – можна представити у вигляді об'єкта, який взаємодіє з навколишнім світом за допомогою множини зв'язків. Частина з цієї множини дозволяє цілеспрямовано впливати на об'єкт, змінюючи його характеристики бажаним чином. Такі зв'язки є управляючими по відношенню

до об'єкта. Решта зв'язків перешкоджають нормальному функціонуванню об'єкта, вносячи в його роботу небажані відхилення. Такі зв'язки є збурюючими по відношенню до об'єкта, і їх вплив бажано зменшити.

3. Параметри, які розглядаються в задачах управління конкурентоспроможністю продукції, взаємопов'язані. Причому цей взаємозв'язок складний і має нелінійний характер. Цей взаємозв'язок можна візуалізувати, тобто відобразити у вигляді різних діаграм, гістограм, графіків, а значить і формалізувати, тобто представити у вигляді математичних співвідношень.

4. Маючи формалізовані взаємозв'язки параметрів конкурентоспроможності продукції, можна оцінити вплив зміни будь-якого параметра на характеристики об'єкта управління.

Зазначені особливості, дають можливість використовувати методи теорії автоматичного управління і регулювання для створення системи, яка автоматизує процес прийняття рішень при управлінні конкурентоспроможністю продукції.

Розглянемо можливість регулювання обсягів продажів, як вираження конкурентоспроможності товару фірми, в умовах усталеного ринку.

У теорії автоматичного управління об'єкт розглядається як система.

Система – це виділений з навколишнього середовища об'єкт, який взаємодіє з ним, що володіє наступними основними властивостями: цілісність, структурованість, організованість, інтегративність і відносність [1]. Стосовно до сегменту ринку ці властивості можна сформулювати наступним чином:

- цілісність означає, що система (сегмент) є впорядкованою сукупністю елементів (товарів фірм-конкурентів);

- структурованість означає, що елементи системи впливають один на одного, а також схильні до впливу зовнішніх по відношенню до системи факторів;

- організованість означає, що функціонування елементів системи підпорядковане єдиній меті (задоволення певних потреб покупців);

- інтегративність означає, що система володіє особливостями, властивими їй як єдиному цілому, і жоден з елементів системи не володіє повною мірою цими властивостями (наприклад, сукупний попит, сумарний обсяг продажів і т.д.);

- відносність означає, що неможливо розглядати функціонування системи окремо від навколишнього середовища, отже, в розглянутій системі повинен бути параметр, який визначає вплив навколишнього середовища на систему.

2. Математична модель системи управління конкурентоспроможністю продукції

Для ефективного управління динамічною системою необхідно знати якісні та кількісні показники функціонування даної системи. Ці показники можна отримати, побудувавши математичну модель досліджуваної системи.

При цьому в дослідженні зроблені наступні припущення:

- зміна сумарного попиту обумовлена лише впливом зовнішніх факторів і не залежить від дій конкуруючих фірм;

- на сукупний попит впливає життєвий цикл товару, тобто як правило, зміну сукупного попиту можна описати рівнянням;

- при незмінному сумарному попиті зміна попиту на товар однієї з фірм приводить до пропорційної зміни попиту на товари інших конкуруючих фірм, тобто збільшення попиту на товар однієї фірми призводить до пропорційного зменшення попиту на товари інших фірм, і навпаки.

В даному випадку математична модель являє собою функціональну залежність зміни рівня продажів аналізованого товару від елементів маркетингової стратегії: зміни ціни, якості, сервісу і реклами, а також зовнішніх факторів (зміна сукупного попиту і стадії життєвого циклу товару). У загальному випадку ця залежність може бути представлена в наступному вигляді:

$$\frac{dP_{pp}}{dt} = f(P_{pp}, \Pi, Як, Сер, Рек), \quad (1)$$

де $\frac{dP_{pp}}{dt}$ – зміна рівня продажів в часі (похідна рівня продажів за часом), тис. грн/од. часу;

P_{pp} – рівень продажів, тис. грн

Π – ціна, тис. грн;

$Як$ – параметр якості;

$Сер$ – сервіс;

$Рек$ – реклама (ступінь поінформованості споживача про товар).

Параметр якості визначається як добуток відносних параметрів..

$$Як = \prod_{i=1}^n \overline{Як_i} \quad (2)$$

де $\overline{Як_i} = \frac{Як_i}{Як_{max}}$ – відносний параметр якості;

$Як_i$ - значення і-го параметра якості;

$Як_{max}$ – максимальне значення і-го параметра якості в сегменті;

n – кількість параметрів якості.

Параметр сервісу визначається наступним чином:

$$Сер = \sum_{i=1}^1 a_i B \quad (3)$$

де a_i – питома вага і-ої сервісної послуги;

B приймає значення 1 при наявності і-ої сервісної послуги, 0 – при її відсутності;;

l - кількість наданих сервісних послуг

Параметр реклами визначається як ступінь поінформованості покупців про товар, тобто як частка покупців, які знають про товар, в загальному числі потенційних покупців.

Рівень продажів окремо взятого виробника визначається як мінімум з обсягу попиту на товар і обсягу пропозиції, тобто доцільного обсягу випуску продукції для даного сегмента при існуючій ринковій ціні. Іншими словами можна сказати, що рівень продажів є функція попиту та пропозиції:

$$P_{pp} = \min\{\Pi; Проп\}, \quad (4)$$

де Π – рівень попиту на товар при існуючій ціні, тис. грн;

$Проп$ – обсяг пропозиції при існуючій ціні, тис. грн.

Попит на товар і-й фірми може бути представлений емпіричною залежністю:

$$\Pi_i = A \frac{(K_i \cdot Рек_i \cdot Сер_i)^{\frac{1}{3}}}{\Pi_i} \quad (5)$$

де $A=17671$ – постійний коефіцієнт, (тис. грн.)³.

Для побудови математичної моделі рівняння динаміки необхідно доповнити початковими і граничними умовами функціонування об'єкта, тобто вказати діапазон значень параметрів, що входять до рівнянь (1) і (4).

Для розв'язання рівняння (1), в якому відсутня однозначна залежність між змінними, використовуємо методи теорії автоматичного управління.

Позначимо вихідний вплив для досліджуваного об'єкта управління $y = P_{pp1}$. Керуючими впливами є елементи маркетингової стратегії даної фірми $u \in \{\Pi_1, Як_1, Сер_1, Рек_1\}$. Збурюючими впливами для даної системи є зміни сукупного попиту в сегменті і дії конкурентів, які виражені зміною попиту на їх продукцію в рамках незмінного сукупного попиту $f \in \{\Delta\Pi_{сов}; \Delta\Pi_2; \Delta\Pi_3; \Delta\Pi_4\}$.

З урахуванням введених позначень структура системи може бути представлена в наступному вигляді (рис. 1).

На рис. 1 присутні наступні умовні позначення:

- $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \Phi_4$ – фірми-виробники товарів, які конкурують в сегменті;

- \otimes – суматор (пристрій, що здійснює підсумовування вхідних у нього сигналів).

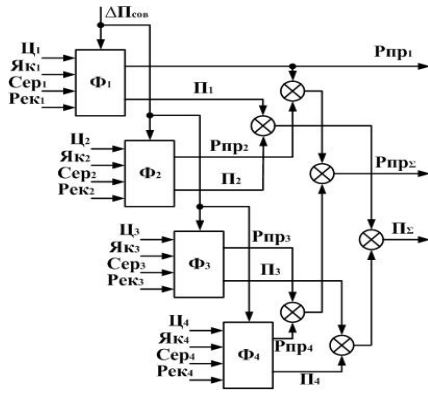


Рис. 1 Структура сегмента як об'єкта управління

Елементи сегмента є динамічними ланками, тобто такими ланками, параметри яких змінюються в часі. Ці зміни зумовлені впливом на систему зовнішніх впливів (керуючих і збурюючих). Структурна схема елемента системи представлена на рис. 2.

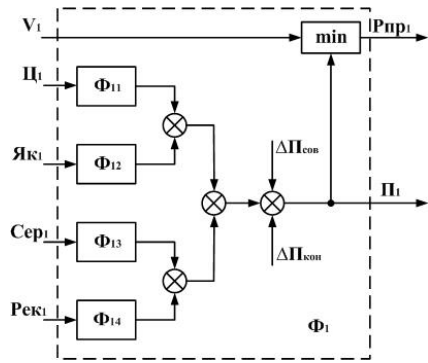


Рис. 2. Структура елемента системи

У схемі на рис. 2 реалізований принцип суперпозиції [2, с.151], згідно з яким результат дії зовнішніх факторів на систему можна розглядати як суму реакцій системи на кожний зовнішній фактор. Принцип суперпозиції застосуємо для лінійних і лінеаризованих систем.

Завдання регулювання рівня продажів полягає в підтримці значень $P_{пр1}$ у заданому діапазоні при будь-яких змінах зовнішніх впливів. Для отримання тимчасових залежностей вихідного параметра системи використовується метод передавальних функцій [2, с.154-190].

Після перетворень рівняння (1) можна записати передавальні функції для кожного елемента системи, використовуючи принцип суперпозиції. Для елемента Φ_1 з структурної схеми, зображеної на рис. 2, результуюча зміна попиту внаслідок зміни вхідних впливів визначається як сума змін величини ΔP_1 на кожний окремий вхідний вплив:

$$\Delta P_1 = \sum_{i=1}^m \Delta P_{1i} \quad (6)$$

де $\Delta P_{1i} = f(u_{1i})$ – зміна i -тої складової результуючого попиту, обумовлена зміною i -го зовнішнього впливу;

m – кількість зовнішніх впливів.

Функціональні залежності для величини ΔP_{1i} в зображеннях можуть бути записані наступним чином (знак Δ для зручності опускаємо):

$$P_{1i}(s) = W_{1i}(s) \cdot U_{1i}(s) \quad (7)$$

де $W_{1i}(s)$ – передавальна функція від величини попиту по i -му управляючому впливу;

$U_{1i}(s)$ – i -ий управляючий вплив;

$i = \overline{1,4}$ – кількість управляючих впливів.

Кожен з елементів Φ_1 і визначається як аперіодична ланка. Особливістю аперіодичної ланки є запізнювання в перехідному процесі, величина якого залежить від інерційності ланки. Таким чином, передавальні функції елемента Φ_1 можуть бути записані у вигляді:

$$W_{1i}(s) = \frac{P_{1i}(s)}{U_{1i}(s)} = \frac{K_{1i}}{T_{1i} \cdot s + 1} \quad (8)$$

де K_{1i} – коефіцієнт передачі i -ої ланки;

T_{1i} – постійна часу i -ої ланки.

Коефіцієнт передачі – це відношення вихідного сигналу системи до вхідного сигналу в сталих режимах роботи, тобто в таких режимах, при яких параметри системи не змінюються у часі. Для елемента Φ_1 коефіцієнти передачі можуть бути записані таким чином:

$$\begin{cases} K_{11} = \Delta P_{11} / \Delta C_1 \\ K_{12} = \Delta P_{12} / \Delta Y_{k1} \\ K_{13} = \Delta P_{13} / \Delta C_{ep1} \\ K_{14} = \Delta P_{14} / \Delta P_{ek1} \end{cases} \quad (9)$$

Аналогічно записуються коефіцієнти передачі для елементів Φ_2 , Φ_3 і Φ_4 . Значення коефіцієнтів можуть бути визначені із статичних або перехідних характеристик системи.

Перехідним процесом (перехідною характеристикою) називається реакція системи на одиничний ступінчастий зовнішній вплив [2]. Якість перехідного процесу визначається поряд з коефіцієнтом передачі K_{ji} величиною постійної часу ланки T_{ji} . Постійна часу є кількісною характеристикою інерційності ланки і визначає величину тривалості перехідного процесу. Значення T_{ji} також можуть бути визначені з перехідних характеристик системи.

Можна відзначити, що із збільшенням коефіцієнта передачі значення вихідної величини

збільшується і, чим більше постійна часу ланки, тим повільніше протікає перехідний процес.

Завдання системи зводиться до стабілізації попиту регульованою фірмою (Ф1) на заданому рівні при будь-яких змінах зовнішніх впливів.

З використанням методу аналітичної лінеаризації (розкладання в ряд Тейлора) отримано лінеаризовані рівняння динаміки об'єкта у відхиленнях від заданого режиму:

$$\left(\frac{\partial F}{\partial \Pi_i}\right) \cdot \Delta \Pi_i + \left(\frac{\partial F}{\partial \Pi_i}\right) \cdot \Delta \Pi_i + \left(\frac{\partial F}{\partial Y_{K_i}}\right) \cdot \Delta Y_{K_i} + \left(\frac{\partial F}{\partial P_{EK_i}}\right) \cdot \Delta P_{EK_i} + \left(\frac{\partial F}{\partial C_{EP_i}}\right) \cdot \Delta C_{EP_i} = 0, \quad (10)$$

де $\left(\frac{\partial F}{\partial \Pi_i}\right) = 1$ – коефіцієнт пропорційності за попитом;

$$\left(\frac{\partial F}{\partial \Pi_i}\right) = -A \frac{(Y_{K_{i0}} \cdot C_{EP_{i0}} \cdot P_{EK_{i0}})^{\frac{1}{3}}}{\Pi_{i0}^2} = -\frac{\Pi_{i0}}{\Pi_i} -$$

коефіцієнт пропорційності за ціною;

$$\left(\frac{\partial F}{\partial Y_{K_i}}\right) = \frac{A}{3\Pi_{i0}} \cdot \left(\frac{C_{EP_{i0}} \cdot P_{EK_{i0}}}{Y_{K_{i0}}^2}\right)^{\frac{1}{3}} = \frac{\Pi_{i0}}{3Y_{i0}} -$$

пропорційності за параметром якості;

$$\left(\frac{\partial F}{\partial P_{EK_i}}\right) = \frac{A}{3\Pi_{i0}} \cdot \left(\frac{Y_{K_{i0}} \cdot C_{EP_{i0}}}{P_{EK_{i0}}^2}\right)^{\frac{1}{3}} = \frac{\Pi_{i0}}{3P_{EK_{i0}}} -$$

пропорційності за параметром реклами;

$$\left(\frac{\partial F}{\partial C_{EP_i}}\right) = \frac{A}{3\Pi_{i0}} \cdot \left(\frac{Y_{K_{i0}} \cdot P_{EK_{i0}}}{C_{EP_{i0}}^2}\right)^{\frac{1}{3}} = \frac{\Pi_{i0}}{3C_{EP_{i0}}} -$$

пропорційності за параметром сервісу.

Застосувавши до рівняння (1) перетворення Лапласа, з урахуванням (10), отримаємо передавальні функції об'єкта за кожним з зовнішніх впливів у вигляді (8). Коефіцієнти передачі визначаються з (10) як відношення коефіцієнтів пропорційності для кожного керуючого впливу:

$$K_{11} = \left(\frac{\partial F}{\partial \Pi_i}\right)_0 / \left(\frac{\partial F}{\partial \Pi_i}\right)_0;$$

$$K_{12} = \left(\frac{\partial F}{\partial Y_{K_i}}\right)_0 / \left(\frac{\partial F}{\partial \Pi_i}\right)_0;$$

$$K_{13} = \left(\frac{\partial F}{\partial C_{EP_i}}\right)_0 / \left(\frac{\partial F}{\partial \Pi_i}\right)_0;$$

$$K_{14} = \left(\frac{\partial F}{\partial P_{EK_i}}\right)_0 / \left(\frac{\partial F}{\partial \Pi_i}\right)_0.$$

На підставі виразу (6), використовуючи принцип суперпозиції, запишемо рівняння вхід-вихід об'єкта з урахуванням збудовуючих впливів (для елемента Ф₁):

$$\Pi_1(s) = \sum_{j=1}^4 W_{1j}(s) U_{1j}(s) = \frac{K_{11}}{T_{11}s+1} \cdot \Pi_1(s) + \frac{K_{12}}{T_{12}s+1} \cdot Y_{K_1}(s) + \frac{K_{13}}{T_{13}s+1} \cdot C_{EP_1}(s) + \frac{K_{14}}{T_{14}s+1} \cdot P_{EK_1}(s) + \Pi_{COB}(s) + \Pi_{KON}(s), \quad (11)$$

де $U_{1j}(s)$ – зображення керуючого впливу у загальному вигляді.

3. Формування структури замкненої системи

Для вирішення завдання стабілізації у системі реалізується принцип управління за відхиленням. Принцип управління показує, від якої величини залежить управляючий вплив.

У даній задачі необхідно сформувані такі керуючі впливи, сумарний вплив яких на об'єкт управління дозволить підтримувати величину попиту керованої фірми на заданому рівні при різних змінах збудовуючих впливів (зміни сукупного попиту і дії конкурентів). Для автоматизації процедури формування керуючих впливів схема управління за відхиленням доповнюється ще одним елементом – керуючим пристроєм або регулятором (рис. 3). Регулятор показує, як залежить керуючий вплив від величини відхилення.

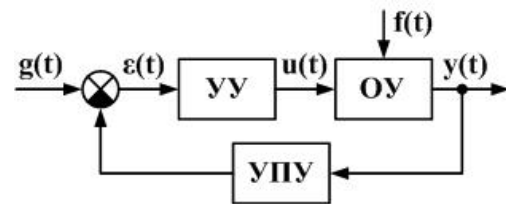


Рис. 3 Функціональна схема замкненої системи регулювання

На наведеній функціональній схемі (рис. 2.6) роль керуючого пристрою (КП) виконує регулятор.

Існує п'ять основних регуляторів: пропорційний (П-регулятор), інтегральний (І-регулятор), пропорційно-диференціальний (ПД-регулятор), пропорційно-інтегральний (ПІ-регулятор), пропорційно-інтегрально-диференціальний (ПІД-регулятор).

Основною вимогою до якості розглянутої системи стабілізації є точність підтримки рівня продажів (що відповідає при фіксованому обсягу пропозиції нульовій різниці між рівнем попиту і пропозиції) на заданому значенні при різних змінах попиту на товар розглянутої фірми, викликаних діями фірм-конкурентів і зміною сукупного попиту. Виходячи із вказаної вимоги, найбільш прийнятним законом регулювання є інтегральний регулятор, який встановлює залежність керуючого впливу $u(t)$ від похибки $\varepsilon(t)$ у вигляді:

$$u(t) = K_u \int_0^t \varepsilon(t) dt, \quad (12)$$

де K_u – коефіцієнт пропорційності.

Структурна схема замкнутої системи з І-регулятором наведена на рис. 4.

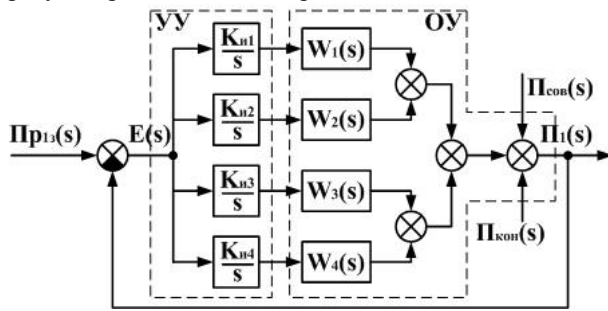


Рис. 4. Структурна схема замкнутої системи з І-регулятором

Особливістю даної системи є наявність чотирьох управляючих впливів та однієї керованої величини. У структурі системи (рис. 4) ця особливість відображена в чотирьох паралельних ланцюгах управління. Згідно з принципом суперпозиції, рішення задач аналізу і синтезу системи може бути виконане за кожним з управляючих впливів незалежно від інших. Такий підхід дозволяє зменшити порядок передавальної функції розімкнутої системи (11) до другого:

$$W_i(s) = \frac{\Pi_1(s)}{\text{Pr}_{13}(s)} = \frac{K_{\text{ш}} K_{1i}}{s(T_{1i}s + 1)}, i = \overline{1,4}. \quad (12)$$

Введення інтегрального закону управління дозволить підтримувати заданий рівень продажів з одночасним забезпеченням рівноважного стану між попитом і пропозицією на товар розглянутої фірми. Однак, в процесі стабілізації стану досліджуваного сегменту ринку можливі значні відхилення попиту від стану рівноваги, викликані діями фірм-конкурентів і зміною сукупного попиту. Це, в свою чергу, може призвести до значного збільшення витрат, пов'язаних з формуванням сукупності керуючих впливів (тобто прийняттям управлінських рішень), спрямованих на стабілізацію попиту.

4. Оптимізація процесу управління конкурентноспроможністю продукції

Тому доцільно виконати оптимізацію процесу управління з метою зменшення витрат на управління і динамічної похибки системи (відхилення від стану рівноваги в процесі стабілізації).

Для вирішення задачі оптимізації найбільш прийнятним є використання методу динамічного програмування, запропонованого Р. Беллманом [1]. Метод дозволяє аналітично конструювати коригувальні зворотні зв'язки в системі за станом.

Для переходу в простір станів виконується перетворення виразу (12):

$$W_i(s) = \frac{\Pi_1(s)}{U_{1i}(s)} = \frac{K_{pi}}{s(T_{1i}s + 1)} = \frac{b_{1i}s^{-2}}{1 + a_{1i}s^{-1}}, \quad (13)$$

де $K_{pi} = K_{\text{ш}} K_{1i}$ – коефіцієнт передачі розімкнутої системи за одним з керуючих впливів;

$$b_{1i} = \frac{K_{pi}}{T_{1i}};$$

$$a_{1i} = \frac{1}{T_{1i}}.$$

За виразом (13) можна побудувати структурну схему розімкнутої системи (рис. 5).

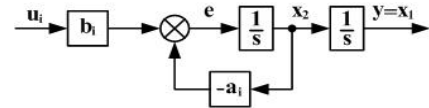


Рис. 5. Структурна схема об'єкта управління з одним керуючим впливом

Згідно зі схемою на рис. 2.8 рівняння стану і виходу можна записати в наступному вигляді:

$$\dot{x}_1 = x_2; \quad (14)$$

$$\dot{x}_2 = a_1 x_2 + b_1 u_1; \quad (15)$$

$$y = x_1,$$

де $y = x_1 = \Pi$ – керована величина (попит);

u_1 – і-ий управляючий вплив.

Критерій оптимальності, враховує обмеження на фазові координати (попит і його зміну за одиницю часу) і витрати на управління, може бути представлений у вигляді:

$$J = \int_0^{t^x} (x_1^2 + k_2^2 x_2^2 + k_3^2 u^2) dt. \quad (16)$$

Функції Беллмана:

$$x_1^2 + k_2^2 x_2^2 + k_3^2 u^2 + \frac{\partial S}{\partial x_1} x_2 + \frac{\partial S}{\partial x_2} (a_1 x_2 + a_2 u) = 0, \quad (17)$$

$$2k_3^2 u + a_2 \frac{\partial S}{\partial x_2} = 0 \quad (18)$$

З рівняння (18) випливає

$$u = -\frac{a_2}{2k_3^2} \frac{\partial S}{\partial x_2}. \quad (19)$$

Після підстановки (19) в (16) отримуємо

$$x_1^2 + k_2^2 x_2^2 - \frac{a_2^2}{4k_3^2} \left(\frac{\partial S}{\partial x_2} \right)^2 + a_1 x_2 \frac{\partial S}{\partial x_2} + x_2 \frac{\partial S}{\partial x_1} = 0. \quad (20)$$

Рішення (20) шукається у вигляді квадратичної форми

$$S = a_{11} x_1^2 + 2a_{12} x_1 x_2 + a_{22} x_2^2, \quad (21)$$

Частинні похідні квадратичної функції

$$\frac{\partial S}{\partial x_1} = 2a_{11} x_1 + 2a_{12} x_2, \quad (22)$$

$$\frac{\partial S}{\partial x_2} = 2a_{12} x_1 + 2a_{22} x_2. \quad (23)$$

Після підстановки (22), (23) в (20) отримуємо коефіцієнти рівняння Беллмана:

$$a_{11} = \frac{k_3}{K_p} \sqrt{\frac{K_p^2}{k_3^2} \left(k_2^2 + \frac{2k_3T}{K_p} \right) + 1};$$

$$a_{12} = \frac{2k_3T}{K_p};$$

$$a_{22} = \frac{k_3^2 T}{K_p^2} \left(\sqrt{\frac{K_p^2}{k_3^2} \left(k_2^2 + \frac{2k_3T}{K_p} \right) + 1} - 1 \right). \quad (24)$$

Після підстановки (24) в (23) з урахуванням (19) одержуємо рівняння оптимального закону управління

$$u^* = -(k_1 x_1 + T_d x_2), \quad (25)$$

де $k_1 = \frac{1}{k_3};$

$$T_d = \frac{\sqrt{\frac{K_p^2}{k_3^2} \left(k_2^2 + \frac{2k_3T}{K_p} \right) + 1} - 1}{K_p} - \text{постійна}$$

часу.

Отриманий закон управління має структуру ПД-регулятора. Структурна схема замкненої системи з оптимальними законами управління у кожній з паралельних ланок наведена на рис. 6.

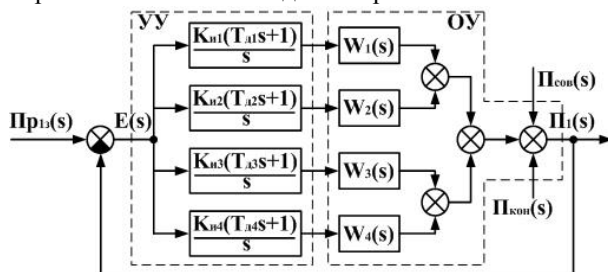


Рис. 6. Структурна схема замкненої системи з оптимальним регулятором

Пропорційна складова ($k_1 x_1$) впливає на точність системи, тому прийmemo $k_1 = 1$, оскільки коефіцієнт передачі розімкнутої системи K_p забезпечує точність в сталих режимах. Вибір значень параметра k_2 оптимального закону управління доцільно виконати виходячи з умови максимального видалення замкненої системи від межі стійкості для кожного керуючого впливу.

Процес управління конкурентоспроможністю здійснюється за результатами спостереження стану ринку в дискретні моменти часу. Інтервал часу між спостереженнями T_0 (період квантування) впливає як на стійкість, так і на якість управління.

Згідно теореми Котельникова-Шеннона [1], для відновлення без спотворень безперервного сигналу за його дискретним значенням величина періоду

квантування не повинна перевищувати деякого максимального значення, обумовленого нерівністю:

$$T_0 \leq \frac{\pi}{\omega_{\max}}, \quad (26)$$

де ω_{\max} – максимальне значення частоти безперервного сигналу.

З іншого боку, з практики проектування дискретних систем відомо, що для стійкості дискретної системи необхідно, щоб виконувалася нерівність [2]:

$$T_0 \leq \frac{2}{3\omega_{зр}}, \quad (27)$$

де $\omega_{зр}$ – частота зрізу системи.

Для оцінки якості замкненої дискретної системи необхідно отримати часові характеристики як реакцію на зміну задаючих і збурюючих впливів. Розрахунок часових характеристик виконується з використанням дискретних передавальних функцій [3] з урахуванням (26), (27). Результатом роботи регуляторів є рекомендовані значення керуючих величин (елементів маркетингової стратегії - ціни, якості, сервісу та реклами).

Висновок

Наукова новизна одержаних результатів:

- обгрунтовано можливість застосування методів теорії автоматичного управління і регулювання для побудови математичної моделі зміни рівня конкурентоспроможності продукції в часі залежно від елементів маркетингової стратегії;

- розроблена система регулювання обсягів продажів продукції, як вираження її конкурентоспроможності на основі теорії автоматичного управління, що дозволяє на основі аналізу зовнішніх і внутрішніх факторів вибрати оптимальну маркетингову стратегію.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що їх реалізація дозволить машинобудівним підприємствам:

- адаптувати свою діяльність до динамічних умов конкуренції;

- розробити маркетингову стратегію управління конкурентоспроможністю продукції, яка дозволить зберігати і нарощувати конкурентні переваги.

Література: 1. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 3-х т. Т. 2: Синтез регуляторов и теория оптимизации систем автоматического управления / Под ред. Н.Д. Егулова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 736 с. 2. Воронов А.А. Основы теории автоматического управления. Часть 3. Оптимальные, многосвязные и адаптивные системы / А.А. Воронов.– «Энергия», Ленинградское отделение. – 1970. – 328 с. 3. Деч Г. Руководство к практическому применению преобразования Лапласа и Z-преобразования / Г. Деч. – М.: Наука, 1971. – 288 с.

Пасічник Інна Юріївна, ст.. викладач кафедри бухгалтерського обліку ХНЕУ; наукові інтереси - управління конкурентоспроможністю продукції, економіка підприємства, маркетинг, бухгалтерський облік.

Адреса: 61058, м. Харків, вул. Клочківська, буд. 101-в, кв. 103; конт. тел. +380507059203

Фартушняк Ольга Вікторівна, канд. екон. наук, доцент кафедри бухгалтерського обліку ХНЕУ; наукові інтереси - економіка підприємства, маркетинг, бухгалтерський облік.

Адреса: 61058, м. Харків, вул. Клочківська, буд. 191-а, кв. 102; конт. тел. +380502909433

Цибулько Дмитро Іванович, ст.. викладач кафедри бухгалтерського обліку ХНЕУ; наукові інтереси - економіка підприємства, бухгалтерський облік.

Адреса: 61058, м. Харків, вул. Космонавтів, буд. 3, кв. 12; конт. тел. +380507659672

УДК 681.5.015: 339.137.22

Формування системи автоматичного управління конкурентоспроможністю продукції /

Пасічник І.Ю., Фартушняк О.В., Цибулько Д.І. // *Радіоелектроніка та інформатика*. 2013. № 00. С. 00–00.

В роботі обґрунтовано доцільність застосування теорії автоматичного управління в побудові системи управління конкурентоспроможністю продукції, побудована математична модель системи управління конкурентоспроможністю продукції; сформовано структуру замкненої системи, отримано оптимальні закони управління конкурентоспроможністю продукції.

Табл. 00. Іл. 6. Бібліогр.: 3 назв.

UDC 681.5.015: 339.137.22

Formation of the automatic control system competitiveness / Pasichnik I.Y., Fartushnyak O.V., Tsybulko D.I. // *Radioelektronika i informatika*. 2013. N 00. P. 000-000.

In this paper proved the feasibility of automatic control theory to construct a system of competitive products, the mathematical model of the system of competitive products, the formed structure of closed-loop system is obtained optimal control laws competitiveness.

Tab. 00. Fig. 6. Ref.: 3 items.