

КАТАСТРОФИ У СИСТЕМАХ І ВІДНОВЛЕННЯ ПІСЛЯ НИХ

Федосеєнко А.О.

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Наумейко І.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ПМ,
м. Харків, Україна

тел. +38 (063) 616-84-09, email: andrii.fedosieienko@nure.ua

A disaster, like any other event, is the result of self-organization of an open system. The development of such systems alternates between two stages - evolutionary and revolutionary. The goal of this work is to create some models for human-machine-environment systems, predicting catastrophic points for these systems and create some strategies for the passage of the disaster and disaster recovery.

Можливість наукового вивчення криз і катастроф піддавалася сумніву через неповторність і унікальність таких явищ. Проте, при їх детальному вивченні було відкрито багато спільного і, зокрема, доведено, що будь-яка подія – результат самоорганізації відкритої системи [1], [4]. Розвиток такої систем проходить через дві стадії – еволюційну і революційну. В еволюційний період система розвивається з передбачуваними лінійними характеристиками, проте в цей же період відбувається наростання внутрішньої напруги (ентропії, коливань) [2]. По мірі наростання напруги система наближається до точки, в якій навіть незначний вплив приводить до «ефекту метелика». Ця точка називається точкою біфуркації і коли система досягає цієї точки - відбувається катастрофа, перехід системи в нову якість [4].

Наростання коливань веде до того, що вони можуть стати шкідливими для системи. Такі коливання повинні гаситися за рахунок цілеспрямованого впливу, що генерується захисною підсистемою і зветься “керуванням”. Його головною задачею є: відслідковування і повне або часткове підтримання умов, за яких траєкторія руху системи зберігає рівновагу, а також взаємодія з катастрофами. Оскільки катастрофі неможливо запобігти, виникає задача її подолання і відновлення після неї.

Одним із методів вирішення цих проблем є формування середи з прийнятними умовами для самоорганізації, що реалізує позитивний зворотній зв'язок. Стратегія, що забезпечує такий зв'язок визначається у вигляді ітераційного процесу, де на кожному етапі формується потенціал для наступного кроку. Отже, для вироблення оптимальних стратегій регулятор повинен використовувати принцип Беллмана, а для опису всього процесу може бути застосований апарат процесів Маркова [3].

Функція корисності/вигоди/збитків системи представлена у вигляді:

$$X = f(y, \alpha, \beta, \dots, \Omega), P = \varphi(y, \alpha, \beta, \dots, \Omega),$$

де y – кількість виходу системи; $y, \alpha, \beta, \dots, \Omega$ – керуючі параметри.

Використовування апарату теорії катастроф дозволяє створити мо-

дель, маючи мінімум інформації про $f(x)$ і $\varphi(x)$.

Траєкторія системи описується функцією:

$$M(y) = 0.25\Omega y^4 - 0.5\alpha\Omega y^2 - gy,$$

де $M(y)$ – потенційна функція вигоди $P = \varphi(y)$ або збитку $X = f(x)$, g – дохід від реалізації ресурса.

Екстремум цієї функції визначає диференціальне рівняння, що описує поведінку системи:

$$K \frac{dy}{dt} = -\frac{\partial M}{\partial y} = -\Omega y^3 + \alpha\Omega y + g,$$

де K – коефіцієнт пропорційності, $\frac{dy}{dt}$ – інтенсивність зростання доходу системи від освоєння продукту у часі.

Два варіанти рішення цих рівнянь (у разі введення нового продукту додається те ж рівняння для $\frac{dz}{dt}$) ілюструються на рис. 1.

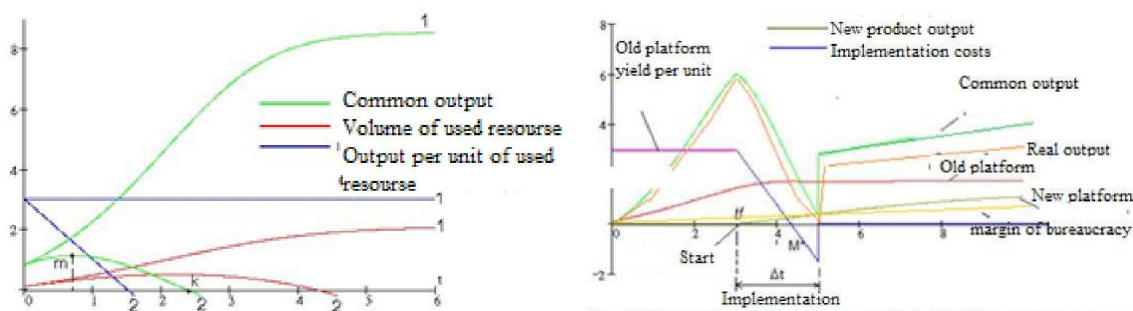


Рисунок 1 – Поведінка системи без і з переходом на новий ресурс

Як бачимо, введення цих методів допомагає визначити точку катастрофи, вибрати оптимальні стратегії проходження і відновлення після неї.

Список використаних джерел:

1. Гилмор, Р. (1984). *Прикладная теория катастроф*. Т. 1. Мир.
2. Goodwin, R.M. (1951). The non-linear accelerator and the persistence of business cycles. *Economists*. 19. 1-17.
3. Ховард, Р.А. (1964). *Динамическое программирование и марковские процессы*. Советское радио.
4. Poston, T. & Stewart, I. (1978). *Catastrophe Theory and Its Applications*. Pitman.