

Ісмагілов А.І. (ДП «Українські Спеціальні Системи»)

Ісмагілов І.Н. (Центральний НДІ Збройних Сил України)

ОДИН ІЗ МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО ВИЗНАЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

Ісмагілов А.І., Ісмагілов І.Н. Один із методичних підходів до визначення стійкості функціонування системи управління. У статті розглядаються питання розвитку систем управління (СУ) підприємствами, установами та організаціями, вдосконалення їх організаційної структури та підвищення ефективності та стійкості функціонування СУ. Запропоновано один із методичних підходів до визначення стійкості функціонування СУ, в основу якого покладено знаходження імовірності невиходу контрольованого параметра за межі припустимого діапазону протягом заданого часового інтервалу.

Ключові слова: система управління, організаційна структура, ефективність та стійкість функціонування, випадкова функція

Исмагилов А.И., Исмагилов И.Н. Один из методических подходов к определению стойкости функционирования системы управления. В статье рассматриваются вопросы развития систем управления (СУ) предприятиями, учреждениями и организациями, в частности, повышения эффективности и стойкости функционирования СУ. Предложен один из методических подходов к определению стойкости функционирования СУ, в основу которого положено нахождение вероятности невыхода контролируемого параметра за пределы допустимого диапазона в течение заданного временного интервала.

Ключевые слова: система управление, организационная структура, эффективность и стойкость функционирования, случайная функция

Ismagilov A.I., Ismagilov I.N. One of the methodological approaches to determination of management system resistance. The article discusses the development of management systems (MS) of enterprises, institutions and organizations, in particular, improve the efficiency and stability of operation of the MS. We suggest a methodological approach to the determination of resistance functioning MS, which is based on finding the probability of not exceeding the controlled setting of range for a predetermined time interval.

Keywords: management system, organizational structure, operation efficiency, operation resistance, random function

Постановка задачі. Система управління (СУ) це сукупність функціонально пов'язаних між собою органів (ОУ) і пунктів (ПУ) управління, оснащених технічними засобами, з упорядкованими зв'язками і відносинами як між ОУ і ПУ, так і між підпорядкованими підприємствами, установами та організаціями [1].

Для забезпечення здатності виконувати свої функції, зберігаючи заданий рівень ефективності, та швидко поновлювати свою працездатність за умов впливу внутрішніх і зовнішніх чинників у СУ мають виконуватися відповідні вимоги. Одна з них – це збереження стійкості функціонування.

На сьогодні розвиток СУ підприємствами, установами та організаціями в цілому та її окремих складових є дуже швидким. Тому вивчення функціонування СУ залежно від її технічної компоненти є нагальною потребою. Особливо, коли мова йде про стійкість функціонування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що багато праць [2...6] присвячено проблемам побудови математичних моделей складних систем та вирішенню часткових задач для підвищення ефективності функціонування СУ. Оскільки побудова математичної моделі такого реального явища, як функціонування СУ, є складним та індивідуальним процесом, то самі автори підкреслюють, що побудова такої моделі з формулюванням необхідних умов та обмежень є завданням дослідника. Тож, користуючись матеріалами публікацій і враховуючи накладені на досліджувану систему умови та обмеження, необхідно сформулювати математичний апарат для вирішення поставленого завдання. У цих умовах суттєво зростають

роль управління підприємствами, установами та організаціями та потреба в розробленні методичного підходу до визначення стійкості функціонування СУ, що є актуальним напрямком досліджень.

В останніх публікаціях, присвячених проблемам розвитку СУ, основна увага спрямована на розвиток засобів управління [7], вдосконалення організаційної структури СУ [8] та їхнє всебічне забезпечення.

Але в зазначених публікаціях недостатня увага приділяється питанням стійкості функціонування СУ, розробленню та вдосконаленню методичного підходу до визначення стійкості функціонування СУ.

Мета статті полягає у визначенні стійкості функціонування СУ за допомогою знаходження імовірності невиходу контрольованого параметра за межі припустимого діапазону протягом заданого часового інтервалу.

Виклад основного матеріалу. Призначення СУ – ефективно і якісно управляти підприємствами, установами та організаціями. Управління підприємствами, установами та організаціями – єдиний логіко-аналітичний та інформаційно-розрахунковий процес, для забезпечення стійкості якого задіяно багато різних взаємозалежних елементів СУ.

У СУ підприємствами, установами та організаціями елементами виступають різні ОУ, ПУ і створювані на них робочі групи, системи та засоби зв'язку і автоматизації різного призначення та транспортна база ПУ тощо. Оскільки стійкість функціонування СУ суттєво залежить від її технічної компоненти, то події, які відбуваються під час взаємозалежного функціонування сукупності елементів у такій системі, можна вважати випадковими.

Нехай стан досліджуваної системи в будь-який момент часу визначається сукупністю значень набору параметрів [3]

$$X(t) = \{x_1(t), x_2(t), \dots, x_k(t)\}. \quad (1)$$

Система працездатна [4] якщо для будь-якої компоненти вектора $X(t)$ виконується співвідношення [3]

$$X_{i,n} \langle x_i(t) \rangle \langle X_{i,s}, i = 1, 2, \dots, k. \quad (2)$$

Тобто, контрольований параметр повинен перебувати у визначеному проміжку. Нехай випадкова функція відображає функціонування досліджуваної СУ і має область значень на множині $X(t)$.

Нехай P імовірність виходу випадкової функції $\xi(t)$ за припустимий діапазон $[X_n, 1]$ на інтервалі часу $[0, t]$. Для виявлення умов, за яких буде збережена стійкість, спочатку розглянемо випадок, коли стійкість не збережеться (Рис. 1), тобто $\xi(t) \cdot \langle X_n$.

Оберемо такий малий інтервал часу $[t, t + dt]$, на якому може відбутися лише один вихід за припустимий діапазон. Будемо вважати, що вихід відбувся, якщо [3]

$$\xi(t) \cdot \langle X_n, \text{але } \xi(t + dt) \cdot \langle X_n. \quad (3)$$

Нехай $\xi(t)$ – диференційована випадкова функція. Введемо $n(t)$ – випадкову функцію швидкості зміни випадкової функції $\xi(t)$. Використавши розклад $\xi(t + dt)$ в ряду Тейлора і врахувавши, що dt досить мале [4], умову (3) виходу за X_n на інтервалі $[t, t + dt]$ можемо записати у вигляді [3]:

$$\xi(t) \cdot \langle X_n, \text{але } \xi(t) - n(t)dt \cdot \langle X_n, n(t) \rangle 0. \quad (4)$$

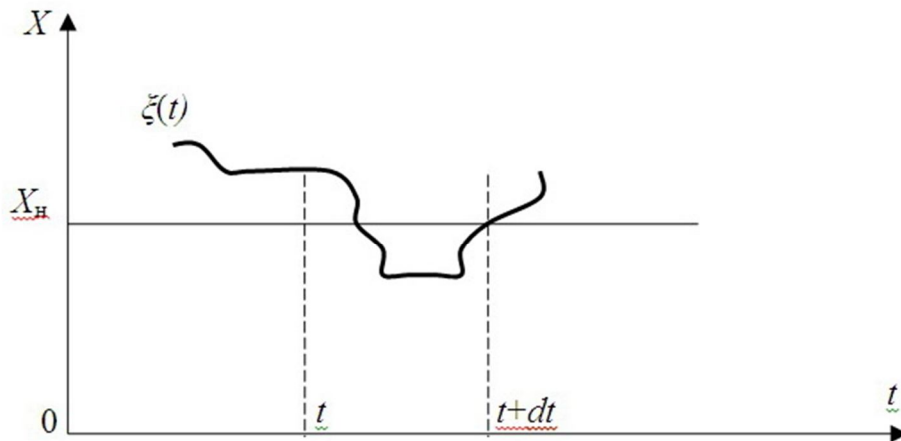


Рис.1. Реалізація випадкової функції $\zeta(t)$

Запишемо умову (4) інакше [3]:

$$X_n \langle \xi(t) \rangle \langle X_n + n(t) dt \rangle. \quad (5)$$

Тоді, враховуючи (5) маємо ймовірність виходу на інтервалі $[t, t + dt]$ [3]:

$$dP(t) = \text{Імов} \{ X_n \langle \xi(t) \rangle \langle X_n + n(t) dt \rangle \}. \quad (6)$$

Для обчислення цієї ймовірності (6) необхідно знати загальну щільність розподілу значень випадкових функцій $\xi(t)$ і $n(t)$ для кожного моменту t [6].

Нехай ця щільність $\oint x(t), \nu(t)$ задана. Тоді

$$dP(t) = \int_0^{\infty} \int_{x_n}^{x_n + \nu(t) dt} \oint(x(t), \nu(t)) dx dv. \quad (7)$$

Для фіксованого значення $\nu(t)$ внутрішній інтеграл обчислюється в межах від X_n до $X_n + \nu(t)$. Оскільки $\nu(t) dt$ – досить мале, то використавши теорему про середнє [4], для внутрішнього інтервалу запишемо [3]:

$$\int_{x_n}^{x_n + \nu(t) dt} \oint(x(t), \nu(t)) dt = \nu(t) dt \oint(x_n, \nu(t)). \quad (8)$$

Враховуючи вирази (7) і (8), отримуємо:

$$dP(t) = d(t) \int_0^{\infty} \oint(x_n, \nu(t)) \nu(t) dv. \quad (9)$$

Таким чином, на інтервалі $[t, t + dt]$ щільність імовірності виходу за припустимий діапазон визначається виразом [3]

$$\frac{dP(t)}{dt} = \int_0^{\infty} \oint(x_n, \nu(t)) \nu(t) dv. \quad (10)$$

Тоді виходячи із (9) і (10) середнє число виходів $a(t)$ на інтервалі $[0, t]$ визначається співвідношенням [3]:

$$a(t) = \int_0^t \frac{dP(t)}{dt} dt = \int_0^t \int_0^{\infty} \oint(x_n, \nu(t)) \nu(t) dv dt.$$

Нехай потік виходів є пуассонівським [4]. Тоді

$$P_m(t) = \frac{(a(t))^m}{m!} e^{-a(t)}, \quad (11)$$

Отже, за виразом (11) визначається ймовірність того, що маємо рівно m виходів за припустимий діапазон на інтервалі $[0, t]$, а ймовірність відсутності таких виходів обчислюється за формулою [4]:

$$P_0(t) = e^{-a(t)} = \exp \left\{ - \int_0^t \int_0^\infty \phi(x_n, v(t)) v(t) dv dt \right\}. \quad (12)$$

Висновки та перспективи подальших досліджень. Таким чином, за виразом (12) можемо знайти ймовірність невиходу параметра за межі припустимого діапазону на визначеному інтервалі, що дає змогу визначити рівень стійкості функціонування досліджуваної СУ.

Напрямами подальших досліджень може бути знаходження щільності розподілу значень випадкових функцій для кожного моменту часу. Отже, вивчення умов забезпечення досить високого значення визначеної ймовірності дозволить підвищити ефективність СУ підприємствами, установами та організаціями в цілому.

Література

1. Ковтуненко А.П. Основы анализа сложных технических систем. Теория и приложения / А.П. Ковтуненко, В.В. Зубарев. – К.: изд. НАУ, 2009. – 496 с.
2. Шматок С.О. Задачі дослідження операцій: вирішення методами теорії систем / С.О. Шматок. – К.: ЦНДІ ЗС України, 2004. – 230 с.
3. Кальман Р. Очерки по математической теории систем / Р. Кальман, П. Фалб, М. Арбиб. – М.: Мир, 1971. – 289 с.
4. Бусленко Н.П. Лекции по теории сложных систем / Н.П. Бусленко, В.В. Калашников, И.Н. Коваленко. – М.: Сов. радио, 1973. – 440 с.
5. Большие технические системы / [Л.М. Артюшин, Ю.К. Зиатдинов, И.А. Попов, А.В. Харченко]. – Харьков.: Факт, 1997. – 400 с.
6. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. – М.: Госиздат, 1962. – 564 с.
7. Мавродиев А.М. Анализ ограниченной существующих методов на класс исследуемых информационно-технических систем // Математическое моделирование систем связи и их элементов / А.М. Мавродиев, А.В. Александрович. – Л.: ВАС, 1990. – С. 21-25.
8. Волкова В.Н. Основы теории систем и системного анализа : 2-е изд. / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. – СПб.: Питер, 2001. – 799 с.