

О.А. Серков, к.т.н.

Є.В. Глухов, інж.

Національний технічний університет "ХПІ"

РОЗРОБКА МОДЕЛІ ЖИВУЧОСТІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ В УМОВАХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВПЛИВІВ

Розглянуто питання моделювання живучості інформаційних систем в умовах дестабілізуючої дії електромагнітних впливів. Запропонована графоаналітична модель інформаційної системи та зовнішнього електромагнітного середовища, яка передбачає еволюцію її структури шляхом реконфігурації зв'язків між елементами. Оцінка складності моделі виконувалася з урахуванням потужності множини та ентропії, що дало змогу урахувати різноманіття складових елементів, що входять до системи. Здобуто кількісний вимір складності моделі. Це дало змогу оцінити рівень складності інформаційних систем при їх реконфігурації чи деградації, а також розробити методи спрощення систем, зберігаючи при цьому їх найбільш суттєві риси та характеристики.

Технічні системи високої складності орієнтовані на виконання деякого специфічного ряду задач, поставлених людиною. Аналіз стану таких складних систем неможливий без аналізу якості виконання ними своїх функцій. Основою для оцінки якісних характеристик служать кількісні показники чи критерії якості системи. До однієї з основних якісних характеристик відноситься ефективність функціонування систем, під якою мається на увазі ступінь її пристосованості до виконання задачі, що стоїть перед нею.

Виконання системою передбаченої множини завдань припускає наявність визначеної структури апаратних засобів, причому для виконання якогось визначеного завдання не обов'язкове використання всіх підсистем. Таким чином, при рішенні кожною системою задачі із множини можливих розв'язуваних задач певним чином змінюється структура системи, кількість і тип зв'язків між ними, тобто її складність.

Причому зростання складності розв'язуваних задач веде до ускладнення структури систем і прояву нових властивостей. Зокрема, особливо важливі ті властивості, що забезпечують можливість її заданого функціонування при зміні параметрів зовнішнього і внутрішнього середовища. До таких властивостей систем відноситься властивість живучості, що представляє собою здатність системи адаптуватися до нових, що змінилися і не завжди попередньо врахованих ситуацій, протистояти будь-яким впливам, виконуючи при цьому свою цільову функцію за рахунок відповідної зміни структури і поведінки системи навіть при серйозних ушкодженнях самої системи [1].

У той же час розмаїтість джерел електромагнітних впливів природного і штучного походження (блискавка, електромагнітний імпульс ядерного вибуху, могутні радіопередавачі засоби [2]) створюють складну електромагнітну обстановку, в якій працюють сучасні технічні системи. Це припускає, з одного боку, створення живучих систем, що надійно працюють у цих умовах, а з іншого боку – розробку заходів для зниження рівня складності цієї обстановки. В обох випадках для оцінки рівня складності і прийняття рішень про перехід з одного рівня складності на інший (еволюція системи) необхідний кількісний критерій складності як самої системи, так і моделі, що адекватно відбиває в цілому цю систему. Таким чином, визначення рівня складності є важливою й актуальною задачею, без рішення якої неможливо розробити методи реконфігурації систем з метою підвищення їхньої живучості при збереженні ними найбільш істотних рис і характеристик.

Поза залежністю від типу системи складність повинна бути пропорційна обсягу інформації, необхідної для опису цієї системи. Одним із способів опису є оцінка числа елементів, що входять у систему, і розмаїтості взаємозв'язків між ними [3].

У той же час моделі, що відбивають аспекти електромагнітного впливу на інформаційні системи, найбільш зручно представляти у вигляді графоаналітичних множинних структур, у яких вершинами є елементи системи, а ребра відбивають

розмаїтість зв'язків між ними. При цьому формально виникає задача оцінки складності графа. Таким чином, необхідно знайти функцію:

$$C = f(n, t, m, k, p), \tag{1}$$

де n – число вершин графа;
 t – число типів вершин графа;
 m – число ребер;
 φ – число типів ребер;
 p – число різних ступенів графа.

Дана функція повинна задовольняти ряду умов. Однією з умов є те, що область значень функції повинна збігатися з множиною ненегативних чисел. У той же час функція повинна бути монотонно зростаючою від кількості вершин, ребер і числа їхніх типів. Причому вважається, що одне неорієнтоване ребро еквівалентне двом орієнтованим ребрам. Крім того, функція повинна містити інформаційну міру розмаїтості множини.

Абстрагуючись від якості складових елементів, пропонується складність C вимірювати числом його елементів n , а розмаїтість елементів враховувати за допомогою формули ентропії, використаної в статистичній теорії інформації. При цьому передбачається, що імовірність p_i появи i -го елемента визначається співвідношенням:

$$p_i = n_\mu / n,$$

де n_μ – кількість елементів μ -типу, до якого відноситься i -й елемент.

Виходячи з цього, пропонується наступна кількісна міра складності графа:

$$C = n(1 - \sum_{\mu=1}^t (n_\mu/n) \log_2(n_\mu/n)). \tag{2}$$

При цьому повинні виконуватися наступні умови:

$$n = 0 \Rightarrow C = 0;$$

$$m = 0 \Rightarrow C = n(1 - \sum_{\mu=1}^t (n_\mu/n) \log_2(n_\mu/n)); \tag{3}$$

$$m = 0 \ \& \ t = 1 \Rightarrow C = n.$$

З урахуванням прийнятих допущень кількісна міра складності системи (2) прийме наступний вигляд:

$$C = n(1 - H_n^t - H_m^\varphi - H_n^k), \tag{4}$$

де $H_n^t = \sum_{\mu=1}^t (n_\mu/n) \log_2(n_\mu/n)$ – ентропійна міра розмаїтості імен вершин графа;

$H_m^\varphi = \sum_{\beta=1}^\varphi (m_\beta/m) \log_2(m_\beta/m)$ – ентропійна міра розмаїтості імен ребер графа;

$H_n^k = \sum_{\mu=1}^t (n_\mu/n) \log_2(n_\mu/n)$ – ентропійна міра розмаїтості ступенів вершин графа.

Тут n_μ – число вершин одного імені; m_β – число ребер одного типу; n_λ – число вершин одного ступеня.

Як приклад практичного використання запропонованого критерію складності системи (4) розглянемо приклади, наведені на рисунках 1–3, а отримані дані зведемо в таблицю.

Таблиця 1

№ рис.	n	t	m	φ	p	C
1	4	2	12	2	1	11,67
2	5	5	8	4	3	33,76
3	6	4	10	10	2	42,95

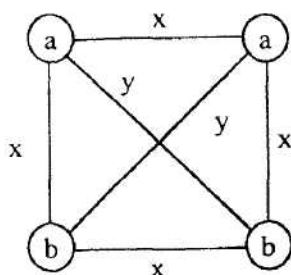


Рис. 1

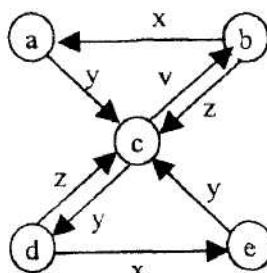


Рис. 2

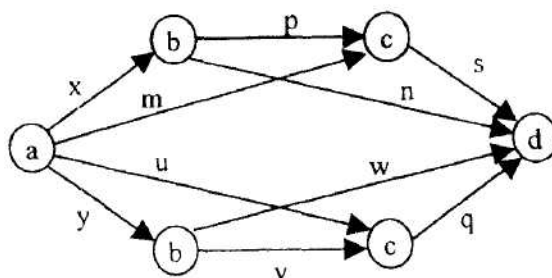


Рис. 3

Аналіз даних, представлених у таблиці, дозволяє зробити висновок про можливість використання запропонованого кількісного критерію складності графової моделі системи як для оцінки складності зовнішнього функціонування, коли враховуються число і розмаїтість зв'язків системи з об'єктами навколишнього середовища, так і для порівняння систем у результаті деградації (еволюції), що відбувається в результаті впливу складної електромагнітної обстановки.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Додонов А.Г. та ін. Введення в теорію живучості обчислювальних систем. – Київ: Наук. думка, 1990. – 184 с.
2. Кучер Д.Б. Могутні електромагнітні випромінювання і надпровідні захисні пристрої. – Севастополь, Ахтайр, 1997. – 188 с.
3. Клір Дж. Системологія. Аналіз рішення системних задач: Пер. з англ. – М.: Радіо і зв'язок, 1990. – 544 с., 355 с.

СЕРКОВ Олександр Анатолійович – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, доцент кафедри «Системи інформації» Національного технічного університету «ХП».

Наукові інтереси:
 – проблеми живучості інформаційних систем;
 – електромагнітна сумісність.
 Тел. (0572) 40-09-51.
 E-mail: saa@kpi.kharkov.ua

ГЛУХОВ Євген Володимирович – інженер кафедри «Системи інформації» Національного технічного університету «ХП».

Наукові інтереси:
 – проблеми живучості інформаційних систем;
 – електромагнітна сумісність.
 Тел. (0572) 40-09-51.
 E-mail: saa@kpi.kharkov.ua