

СИНЕРГЕТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ В ІНФОРМАЦІЙНІЙ БЕЗПЕЦІ ДЕРЖАВИ

К. В. Молодецька,

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри комп'ютерних
технологій і моделювання систем*

Постановка наукової проблеми. Соціальні інтернет-сервіси (СІС) є потужним і ефективним інструментом комунікації в умовах становлення громадянського суспільства [1–6]. Сучасні СІС реалізують обмін інформацією, зберігання посилань і мультимедійних документів, створення та редагування публікацій тощо. Поширення недостовірною і упередженого контенту в СІС призводить до зростання кількості загроз інформаційної безпеки людини, суспільства, держави [2, 5, 7, 8]. Досвід «Арабської весни», «Кольорових революцій», останніх подій у Європі і на сході України показав, що реалізація таких загроз призводить до виникнення у віртуальних спільнотах неконтрольованих хаотичних процесів взаємодії акторів – користувачів СІС.

Наслідком таких процесів можуть бути наростання соціальної напруги, поширення протестних настроїв, конфліктів тощо. У випадку взаємного впливу хаотичних процесів взаємодії акторів СІС і виконанні деяких визначених умов у віртуальних спільнотах проявляються синергетичні ефекти [2, 9]. Своєчасне встановлення сутності синергетичних ефектів, їх попередження і протидія для керованого переходу віртуальної спільноти акторів СІС до заданого стану інформаційної безпеки є актуальною проблемою.

Аналіз досліджень проблеми [1–6, 9–11] дозволив встановити ряд особливостей взаємодії акторів в СІС: хаотична нелінійна та нестационарна природа процесів управління акторами; дисипативна структура процесів взаємодії; здатність акторів віртуальних спільнот СІС до самоорганізації тощо.

Сучасна синергетична теорія управління нелінійними багатовимірними і багатозв'язними динамічними системами [15], опираючись на метод аналітичного конструювання нелінійних агрегованих регуляторів [12, 13], використовує процеси самоорганізації в різних системах, наприклад технічних, соціальних, економічних. Завдяки самоорганізації акторів СІС можна виділити відносно невелику кількість параметрів порядку чи характеристик середовища, які визначають динаміку системи в цілому [14, 15]. Наявність атратора, що містить нескінченне число нестійких періодичних траєкторій або циклів, забезпечує досягнення якісних змін в динаміці системи й гарантує їй перехід до заданого стану за незначних збурень системних параметрів. Тому властивість самоорганізації має особливий характер для управління процесами взаємодії акторів віртуальних спільнот СІС, який потребує додаткового вивчення.

Виклад основного матеріалу. Нехай взаємодія акторів СІС описується деякою системою нелінійних диференціальних рівнянь, загальний вигляд якої залежить від сутності та змісту процесу управління акторами. Для задач управління попитом акторів на контент, що становить інтерес, вихідна система нелінійних диференціальних рівнянь набуває загального вигляду [11].

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = ax - xy - bx^2; \\ \frac{dy}{dt} = -cy + xy + u \end{cases} \quad x, y, u, \quad (1)$$

де x, t – процес, що описує попит акторів у СІС на контент, що становить інтерес для досліджуваної віртуальної спільноти;

y, t – процес, який описує пропозицію з надання контенту, що становить інтерес;

a – показник, значення якого описує процес зміни швидкості попиту акторів у СІС на контент, що становить інтерес, якщо $a > 0$ – швидкість попиту зростає, $a < 0$ – швидкість попиту спадає;

b – показник, значення якого описують зміну процесу конкуренції акторів у СІС на публікацію інформації аналогічної за сутністю та змістом;

c – показник, значення якого описують зміну швидкості пропозиції з надання акторам інформації, що становить інтерес;

u, x, y – синергетичне управління взаємодією акторів у СІС, що реалізується через зворотний зв'язок.

Підтримання заданого рівня попиту агентів СІС і зміна цінності інформації, що становить інтерес, повинні описуватися логістичним рівнянням

$$\frac{dz(t)}{dt} = rz(k - z), \quad (2)$$

де r – коефіцієнт зростання попиту на контент;

k – гранична ємність інформаційного середовища СІС, яка враховує цінність контенту.

Для наочної демонстрації механізмів насичення інформаційного середовища вираз (2) запишемо у вигляді

$$\frac{dz(t)}{dt} = rkz \left(1 - \frac{z}{k} \right). \quad (3)$$

Тому параметр порядку $\psi_{x, y}$ з урахуванням (3) набуває вигляду [12, 16]

$$\psi_{x, y} = \varphi_1 x + \varphi_2 \left(1 - \frac{y}{N} \right), \quad (4)$$

де φ_1, φ_2 – коефіцієнти регуляризації попиту і пропозиції відповідного контенту агентів взаємодії в СІС;

N – рівень пропозиції контенту з урахуванням його цінності і визначає задану границю насичення інформаційного середовища.

Для забезпечення перебігу в системі нелінійних диференціальних рівнянь (1) всіх перехідних процесів за час T_v , що будуть запущені завдяки синергетичному управлінню взаємодією агентів у СІС u, x, y , макрозмінна (4) повинна задовольняти умову

$$T_v \frac{d\psi_{x, y}}{dt} + \psi_{x, y} = 0. \quad (5)$$

Після підстановки макрозмінної (5) в рівняння (6), враховуючи початкову систему диференціальних рівнянь (1), отримаємо синергетичне управління [17]

$$u, x, y = \frac{\varphi_1}{\varphi_2} N ax - xy - bx^2 + \frac{1}{\varphi_2 T} N \psi_{x, y} + cy - xy. \quad (6)$$

Синтезоване синергетичне управління переводить зображуючу точку системи (1) на стабілізуючий інваріант (4), рух вздовж якого описується диференціальним рівнянням

$$\frac{dx_{\psi}}{dt} = x_{\psi} \left(a - N - x_{\psi} \left(\frac{\varphi_1}{\varphi_2} + b \right) \right). \quad (7)$$

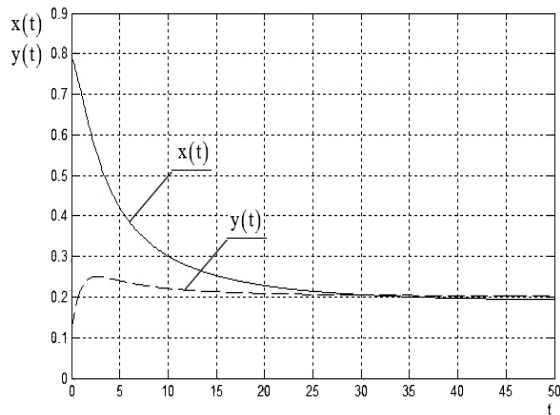
З рівняння (8) отримаємо значення точок сплеску синергетичного ефекту для попиту на контент агентів СІС x_0 і пропозиції y_0 , в яких система досягає бажаного стану на фазовій площині

$$x_0 = \frac{a-N}{\Phi_1 N+b}, \quad y_0 = \frac{\Phi_1}{\Phi_2} N \frac{a-N}{\Phi_1 N+b} + N. \quad (8)$$

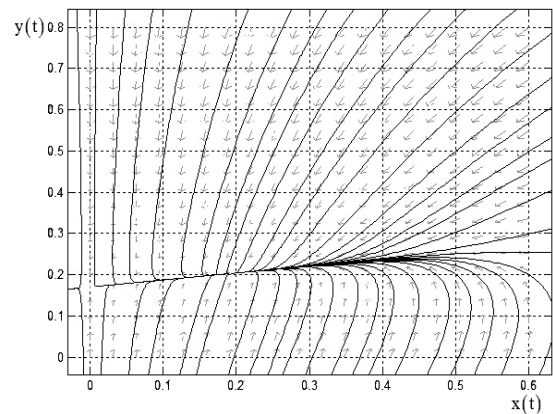
У результаті підстановки синтезованого управління (6) система нелінійних диференціальних рівнянь (1) набуває вигляду

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = ax - xy - bx^2; \\ \frac{dy}{dt} = \frac{\Phi_1 N}{\Phi_2} ax - xy - bx^2 + \frac{N}{\Phi_2 T} \left(\Phi_1 x + \Phi_2 \left(1 - \frac{y}{N} \right) \right). \end{cases} \quad (9)$$

Виконаємо моделювання попиту і пропозиції на контент акторів СІС засобами пакету прикладних програм MatLab. Візуалізація результатів розрахунків для синтезованої замкнутої системи нелінійних диференціальних рівнянь (9) виконана при параметрах системи рівних $\Phi_1 = \Phi_2 = 1$, $N = 0,17$ і подана на рис. 1.



а)



б)

Рис. 1. Керована система управління взаємодією акторів у СІС зміною параметра N : а) графік зміни попиту і пропозиції контенту в СІС; б) фазовий портрет системи

Отже, зміна попиту акторів СІС на контент x t досягається варіюванням значень граничної ємності інформаційного середовища N . Аналіз фазового портрету (рис. 1, б) показує, що система переходить від хаосу до керованого стану і фазові траєкторії синтезованої системи (9) організовано прямують до обраного параметра порядку ψ_0 , $x, y = 0$. На цьому інваріантному різноманітті міститься точка сплеску синергетичного ефекту із фазовими координатами $x_0 = 0,19$ і $y_0 = 0,21$, в якій досягається обмеження попиту акторів x t на відповідний контент у СІС.

Висновки. Запропонована в [11] колективом авторів концепція синергетичного управління дозволяє досягнути поставлених завдань взаємодії акторів віртуальних спільнот СІС. Вказаний синергетичний ефект досягається за рахунок запуску процесів самоорганізації акторів у СІС. Точка сплеску синергетичного ефекту є притягуючим атрактором системи, на якому реалізується редукція ступенів свободи вихідної системи нелінійних диференціальних рівнянь і забезпечується спрощення процесу досягнення поставлених завдань взаємодії

агентів у СІС. Ефективне управління взаємодією акторів здійснює синергетично керований перехід до бажаного стану інформаційної безпеки віртуального співтовариства.

Список використаних джерел

1. Пелецишин А. М. Процеси управління інтерактивними соціальними комунікаціями в умовах розвитку інформаційного суспільства : монографія / А. М. Пелецишин, Ю. О. Серов, О. Л. Березко [та ін.] ; за ред. А. М. Пелецишина. – [Л.](#) : Вид-во Львівської політехніки, 2012. – 368 с.
2. Горбулін В. П. Інформаційні операції та безпека суспільства: загрози, протидія, моделювання : монографія / В. П. Горбулін, О. Г. Додонов, Д. В. Ланде. – К. : Інтертехнологія, 2009. – 164 с.
3. Earl J. Digitally Enabled Social Change: Activism in the Internet Age / J. Earl, K. Kimport. – Cambridge: MIT, 2011. – 170 p.
4. Carrington P. J. Models and Methods in Social Network Analysis / P. J. Carrington, J. Scott, S. Wasserman. – Cambridge : Cambridge University Press, 2005. – 344 p.
5. Гришук Р. В. Соціальні мережі як арена інформаційного протиборства / Р. В. Гришук, В. В. Охрімчук // XX Всеукр. наук.-практ. конф. ["Проблеми створення, розвитку та застосування високотехнологічних систем спеціального призначення"] (Житомир, 28 лист. 2014 р.). – Житомир : ЖВІ ДУТ, 2014. – Ч І. – С. 168–169.
6. Даник Ю. Г. Мобільні соціальні інтернет-сервіси як один із різновидів масової комунікації на сучасному етапі / Ю. Г. Даник, Р. В. Гришук, О. В. Самчишин // Безпека інформації. – 2015. – Т. 21, ч. І. – С. 16–20.
7. Губанов Д. А. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства / Д. А. Губанов, Д. А. Новиков, А. Г. Чхартишвили ; под ред. Д. А. Чхартишвили. – М. : Изд. физ.-мат. лит., 2010. – 228 с.
8. Бурячок В. Л. Політика інформаційної безпеки : [підруч.] / В. Л. Бурячок, Р. В. Гришук, В. О. Хорошко ; під заг. ред. проф. В. О. Хорошка. – К. : ПВП «Задруга», 2014. – 222 с.
9. Даник Ю. Г. Синергетичні ефекти в площині інформаційного та кібернетичного протиборства / Ю. Г. Даник, Р. В. Гришук // Наук.-практ. конф. [«Актуальні проблеми управління інформаційною безпекою держави»] (Київ, 19 берез. 2015 р.). – К. : Центр. навч., наук. та період. видань НА СБ України, 2015. – С. 235–237.
10. Гришук Р. В. Стартап віртуальних спільнот у соціальних мережах за принципом критичної маси / Р. В. Гришук // Захист інформації. – 2015. – Спеціальний випуск. – С. 19–25.
11. Гришук Р. В. Концепція синергетичного управління процесами взаємодії агентів у соціальних інтернет-сервісах / Р. В. Гришук, К. В. Молодецька // Безпека інформації. – 2015. – Т. 21, ч. II. – С. 123–130.
12. Колесников А. А. Синергетическое методы управления сложными системами : теория системного синтеза / А. А. Колесников. – М. : Едиторал УРСС, 2005. – 228 с.
13. Сериков А. В. Эффективность хозяйственной деятельности : определение, измерение, синергетическое управление / А. В. Сериков // Економічний вісник Донбасу. – 2011. – № 2 (24). – С. 212–219.
14. Пригожин И. Порядок из хаоса : Новый диалог человека с природой [пер. с англ.] / И. Пригожин, И. Стенгерс ; под. общ. ред. В. И. Аршинова, Ю. Л. Климонтовича, Ю. В. Сачкова. – М. : Наука, 1984. – 432 с.
15. Хакен Г. Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах / Г. Хакен. – М. : Мир, 1985. – 419 с.

16. Молодецька К. В. Методика вибору атрактора для управління динамікою процесів взаємодії акторів у соціальних інтернет-сервісах / К. В. Молодецька // Інформаційна безпека. – 2014. – № 3(15), № 4(16). – С. 146–151.
17. Молодецька К. В. Синтез синергетичного управління попитом агентів на контент у соціальних інтернет-сервісах / К. В. Молодецька // Інформатика та математичні методи в моделюванні. – 2015. – Т. 5, № 4. – С. 330–338.