

СИНТЕЗ СИНЕРГЕТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ПОПИТОМ АГЕНТІВ НА КОНТЕНТ У СОЦІАЛЬНИХ ІНТЕРНЕТ- СЕРВІСАХ

К.В. Молодецька

Житомирський національний агроекологічний університет
вул. Старий бульвар, 7, Житомир, 10008, Україна; e-mail: kmolodetska@gmail.com

Соціальні інтернет-сервіси належать до класу нелінійних динамічних систем, тому явища соціальної комунікації характеризуються непрогнозованістю процесів взаємодії агентів внаслідок зовнішніх впливів і переходом системи в стан некерованого хаосу. Для досягнення системою стійкого стану як результату керованої самоорганізації агентів пропонується використати концепцію синергетичного управління взаємодією агентів у соціальних інтернет-сервісах. Синтезовано синергетичне управління взаємодією агентів у соціальних інтернет-сервісах, що дозволить підвищити стійкість віртуальних спільнот до деструктивних інформаційних впливів шляхом регуляризації попиту на контент. Наведено модельний приклад управління взаємодією агентів з метою синергетично керованого переходу віртуального співтовариства до заданого стану інформаційної безпеки.

Ключові слова: соціальний інтернет-сервіс, динамічний хаос, синергетичне управління, атрактор, інформаційна безпека.

Вступ

Одним із основних сучасних засобів комунікації суспільства є соціальні інтернет-сервіси (СІС), які реалізують обмін інформацією, зберігання посилань і мультимедійних документів, створення та редагування публікацій тощо [1–5]. СІС застосовуються користувачами, яких називають агентами СІС, для реалізації особистісних і групових інтересів їх представників у віртуальному просторі. Сьогодні віртуальні спільноти і зокрема агенти СІС є об'єктами деструктивних інформаційних впливів з метою поширення контенту заданого змісту та впливу на суспільну думку [1–3]. В результаті у СІС виникають хаотично керовані вихідні дії агентів, а у випадку їх взаємного впливу і виконанні деяких визначених умов з'являються синергетичні ефекти [1, 3]. Такі ефекти породжують у високоорганізованих системах управління різного ієрархічного рівня нові і нехарактерні для СІС властивості, які називають емерджентними. Своєчасне встановлення сутності і змісту синергетичних ефектів у СІС, їх завчасне виявлення та прогнозування, є актуальною проблемою забезпечення інформаційної безпеки людини, суспільства та держави.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

З динамічної теорії хаосу відомо, що задана поведінка системи досягається шляхом придушення в ній хаотичної динаміки нелінійних періодично збудованих динамічних систем [5–8]. Класична задача управління динамічним хаосом у такому разі зводиться до вибору управляючого впливу, що стабілізує задану траєкторію в системі з

хаотичною поведінкою [6]. Такий вплив реалізується як періодичне збудження системи в розімкнутій формі – програмне управління, або у вигляді зворотного зв'язку за станом чи виходом. Недоліками таких управляючих впливів є привнесення в систему, що управляється, суттєвих змін в її динаміку в цілому і в саму систему зокрема.

Також при вивченні хаотично збурюваних нелінійних динамічних систем встановлено, що задана поведінка в системі досягається за рахунок її самоорганізації, однією з необхідних умов виникнення якої є підтримання стану нерівноваги [6–8]. Завдяки процесам самоорганізації – теоретичній основі синергетики, можна виділити відносно невелику кількість параметрів порядку чи характеристик середовища, які визначають динаміку системи в цілому. Таким чином, наявність хаотичного атратора забезпечує досягнення стійкого стану системи за незначних збурень системних параметрів.

В основу досліджень було покладено концепцію синергетичного управління процесами взаємодії агентів у СІС, що узагальнює відомі підходи до управління процесами взаємодії агентів та розвиває їх на клас нелінійних систем, які описуються на основі положень динамічної теорії хаосу [7, 8]. Вирішення проблеми синтезу синергетичного управління, що забезпечить виникнення процесів керованої самоорганізації агентів у СІС для досягнення заданого стану інформаційної безпеки віртуального співтовариства є актуальною.

Метою статті є підвищення стійкості віртуальних спільнот в СІС до деструктивних інформаційних впливів за рахунок синтезу синергетичного управління попитом агентів на відповідний контент.

Виклад матеріалу

Нехай у формалізованому вигляді взаємодія агентів у деякій СІС описується системою нелінійних диференціальних рівнянь вигляду [1]

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

де $x(t)$ – процес, що описує попит агентів у СІС на відповідний контент для досліджуваної віртуальної спільноти;

$y(t)$ – процес, що описує пропозицію з надання відповідного контенту;

a – показник зміну швидкості попиту агентів у СІС на відповідний контент; якщо $a > 0$ – швидкість попиту зростає, $a < 0$ – швидкість попиту спадає;

b – показник зміни конкуренції агентів у СІС на публікацію контенту, аналогічного за сутністю та змістом;

c – показник зміни швидкості пропозиції з надання агентам взаємодії в СІС відповідного контенту.

У першому рівнянні системи нелінійних диференціальних рівнянь (1) компонент $-xy$ відображає швидкість споживання контенту користувачами СІС або задоволення попиту на відповідний контент, а в другому рівнянні системи (1) із додатним знаком описує швидкість росту пропозиції контенту в СІС за рахунок попиту на нього.

Дослідимо процес синергетичного управління процесами взаємодії агентів СІС з метою протидії інформаційним впливам шляхом штучного підтримання в агентів заданого рівня зацікавленості до відповідного контенту [1]. Для цього синтезуємо

синергетичне управління пропозицією контенту у СІС, для якого система нелінійних диференціальних рівнянь перетвориться до вигляду

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

де $u(x, y)$ – синергетичне управління взаємодією агентів у СІС, що реалізується через зворотний зв'язок.

Закон управління $u(x, y)$ синтезуємо на основі заданого параметра порядку $\psi_v(x, y) = 0$, що гарантує протікання процесів самоорганізації в системі і появу бажаних синергетичних ефектів. Введемо в структуру системи динамічні інваріанти – атрактори, які враховують природні особливості СІС. Підтримання заданого рівня попиту агентів СІС і зміна цінності інформації, що становить інтерес, повинні змінюватись відповідно до логістичного рівняння:

$$\frac{dz(t)}{dt} = rz(k - z), \quad (3)$$

де r – коефіцієнт зростання попиту на контент;

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

Для наочної демонстрації механізмів насичення інформаційного середовища вираз (3) запишемо у вигляді:

$$\frac{dz(t)}{dt} = rkz \left(1 - \frac{z}{k} \right). \quad (4)$$

Відповідно до раніше запропонованої концепції [1], обраний атрактор повинен відображати консервативні закони збереження і дисипативні закони впорядкування, самоорганізації властивостей системи. Тому у формалізованому вигляді він набуває вигляду [5]:

$$\psi_v(x, y) = \psi_k(x, y) + \psi_d(x, y),$$

де $\psi_k(x, y)$ – консервативна складова або керований аспект взаємодії агентів у СІС;

$\psi_d(x, y)$ – дисипативна складова, яка визначає вигляд бажаної структури і зміну деякого показника взаємодії акторів СІС відповідно до заданого параметра порядку.

В якості консервативної складової оберемо рівень попиту на контент, який регулюється відповідним коефіцієнтом φ_1 . Дисипативну складову формалізуємо у вигляді правої частини диференціального рівняння логістичного типу (4), яке описує процес насичення інформаційного середовища із врахуванням цінності контенту, шляхом обмеження пропозиції контенту $y(t)$ до заданого рівня N і регуляризації коефіцієнтом φ_2 . Тоді параметр порядку $\psi_v(x, y)$ з урахуванням (4) набуває вигляду [5–8]:

$$\psi_v(x, y) = \varphi_1 x + \varphi_2 \left(1 - \frac{y}{N} \right), \quad (5)$$

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.

Функція (5) на завершальному етапі переходу системи до керованого стану повинна бути рівна нулю, що дозволить запустити процеси спонтанної самоорганізації в системі [5]. Внаслідок чого система перейде на траєкторію руху вздовж заданого притягуючого атрактора. Для забезпечення перебігу в системі нелінійних диференціальних рівнянь (2) всіх перехідних процесів, які будуть запущені завдяки прикладеному синергетичному управлінню за час T_v , макрозмінна (5) повинна задовольняти функціональному рівнянню [5]:

$$T_v \frac{d\psi_v(t)}{dt} + \psi_v(t) = 0. \quad (6)$$

Рівняння (6) є рівнянням Ейлера-Лагранжа, яке визначає точки сплеску синергетичного ефекту [1] для обраного атрактора $\psi_v(x, y)$. Виконання умови (6) забезпечить стійкість переходу до бажаного керованого стану в результаті синергетичного управління $u(x, y)$ взаємодією агентів у СІС.

Після підстановки макрозмінної (5) в рівняння (6), враховуючи початкову систему диференціальних рівнянь (1), отримуємо синергетичне управління :

$$u(x, y) = \frac{\varphi_1}{\varphi_2} N(ax - xy - bx^2) + \frac{1}{\varphi_2 T_v} N\psi_v(x, y) + cy - xy. \quad (7)$$

Синтезоване синергетичне управління переводить зображуючу точку системи (2) на стабілізуючий інваріант (5), рух вздовж якого описується диференціальним рівнянням:

$$\frac{dx_\psi}{dt} = x_\psi \left(a - N - x_\psi \left(\frac{\varphi_1}{\varphi_2} + b \right) \right). \quad (8)$$

Із рівняння (7) отримуємо значення точок сплеску синергетичного ефекту для попиту на контент агентів СІС x_v і пропозиції y_v , в яких система досягає бажаного стану на фазовій площині

$$x_v = \frac{a - N}{\frac{\varphi_1}{\varphi_2} N + b}, \quad y_v = \frac{\varphi_1}{\varphi_2} N \frac{a - N}{\frac{\varphi_1}{\varphi_2} N + b} + N. \quad (9)$$

У результаті підстановки синтезованого управління (7) система нелінійних диференціальних рівнянь (2) набуває вигляду

$$\begin{cases} \frac{dx(t)}{dt} = ax - xy - bx^2; \\ \frac{dy(t)}{dt} = \frac{\varphi_1}{\varphi_2} N(ax - xy - bx^2) + \frac{N}{\varphi_2 T_v} \left(\varphi_1 x + \varphi_2 \left(1 - \frac{y}{N} \right) \right). \end{cases} \quad (10)$$

Слід відмітити, що в синтезованій замкненій системі (10) з урахуванням синергетичного управління пропозиція контенту у СІС $y(t)$ не залежить від показника c зміни швидкості пропозиції з надання агентам взаємодії в СІС відповідного контенту.

Виконаємо моделювання попиту і пропозиції на контент агентів СІС засобами пакету прикладних програм MathCad. В стані динамічного хаосу системи нелінійних диференціальних рівнянь (1) графік зміни попиту і пропозиції контенту в СІС та фазовий портрет системи для параметрів $a = b = 0,25$, $c = 0,4$ подано на рис. 1.

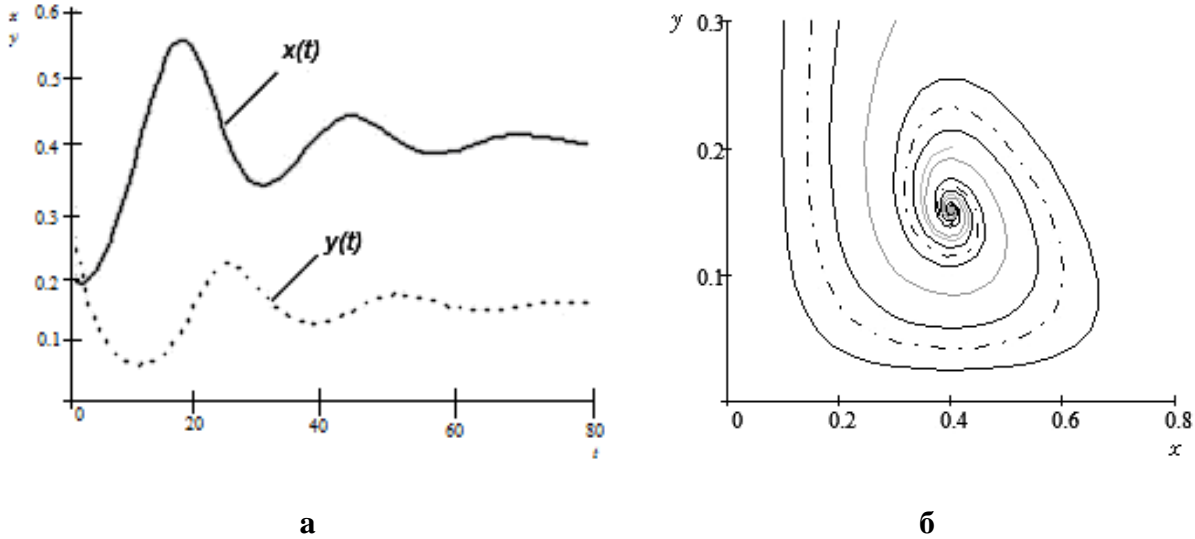


Рис. 1. Система у стані динамічного хаосу: а - графік зміни попиту і пропозиції інформації в СІС; б - фазовий портрет системи

Із фазового портрету нелінійної системи диференціальних рівнянь (1) (рис. 1, б) видно, що вона переходить до керованого стану в точці, для якої пропозиція контенту в СІС дорівнює $y = 0,15$, а попит агентів на нього $x = 0,4$ і цей стан досягається не одразу, а за деякий проміжок часу.

Синергетичне управління попитом на контент $x(t)$ агентів СІС досягається варіюванням значень параметрів N і φ_1 , φ_2 синтезованої системи нелінійних диференціальних рівнянь (10). Контроль рівня пропозиції контенту в СІС $y(t)$ реалізується зміною граничної ємності інформаційного середовища N шляхом обмеження поширення інформації заданого змісту у віртуальних спільнотах і врахуванням природної властивості зменшення цінності інформації в часі [9, 10]. Результати розрахунку значень точки сплеску синергетичного ефекту для T_v подано в табл. 1.

Таблиця 1.

Залежність фазових координат точки сплеску синергетичного ефекту від граничної ємності інформаційного середовища

Коефіцієнти регуляризації попиту φ_1, φ_2	Гранична ємність інформаційного середовища N	Точка сплеску синергетичного ефекту (x_v, y_v)	
		x_v	y_v
$\varphi_1 = \varphi_2 = 1$	0,05	0,67	0,08
	0,10	0,49	0,14
	0,15	0,25	0,19
	0,20	0,11	0,22
	0,25	0	0,25

Візуалізація результатів розрахунків для синтезованої замкнутої системи нелінійних диференціальних рівнянь (11) виконана при параметрах системи рівних $T_v = 1$, $\varphi_1 = \varphi_2 = 1$, $N = 0,17$ подана на рис. 2.

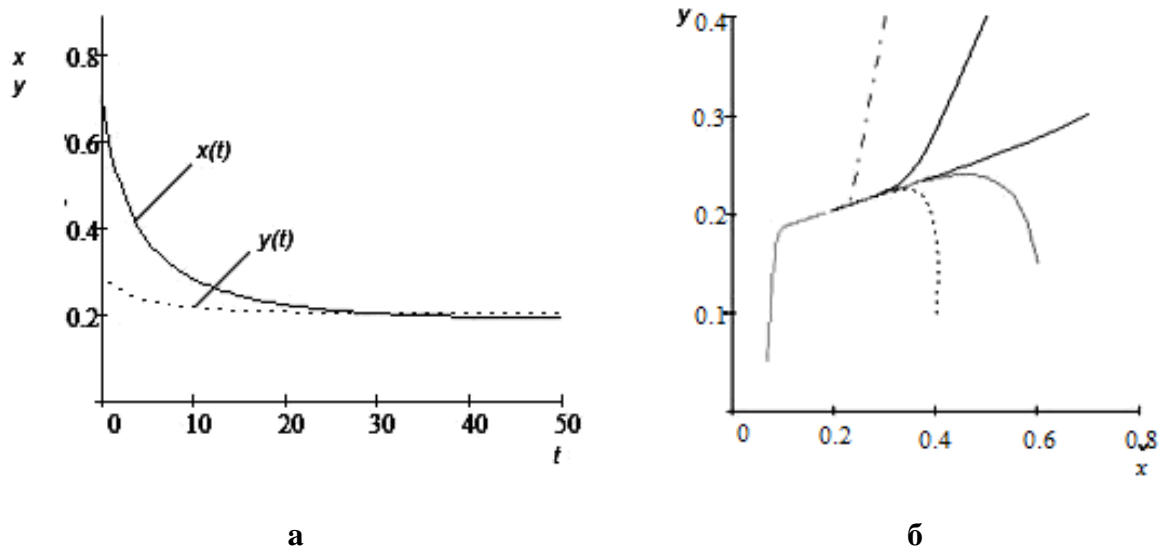


Рис. 2. Керована система управління взаємодією агентів у СІС зміною параметра N : а - графік зміни попиту і пропозиції контенту в СІС; б - фазовий портрет системи

Отже, зміна попиту агентів СІС на контент $x(t)$ досягається варіюванням значень граничної ємності інформаційного середовища N . Аналіз фазового портрету (рис. 2, б) показує, що система переходить від хаосу до керованого стану і фазові траєкторії синтезованої системи (11) організовано прямують до обраного параметра порядку $\psi_v(x, y) = 0$. На цьому інваріантному різноманітті міститься точка сплеску синергетичного ефекту із фазовими координатами $x_v = 0,19$ і $y_v = 0,21$, в якій досягається обмеження попиту агентів $x(t)$ на відповідний контент у СІС.

Для регулювання попиту агентів використовуємо значення параметрів φ_1 і φ_2 синтезованої системи нелінійних диференціальних рівнянь (11). Нехай гранична ємність інформаційного середовища дорівнює $N = 0,17$ і $T_v = 1$. Розрахункові значення точки сплеску синергетичного ефекту подано в табл. 2.

Таблиця 2.

Залежність фазових координат точки сплеску синергетичного ефекту від коефіцієнтів регуляризації попиту φ_1 і φ_2

Гранична сміність інформаційного середовища $N = const$	Коефіцієнт регуляризації попиту φ_1	Коефіцієнт регуляризації попиту φ_2	Точка сплеску синергетичного ефекту (x_v, y_v)	
			x_v	y_v
$N = 0,17$	0,2	$\varphi_2 = 1$	0,28	0,18
	0,4		0,25	0,19
	0,6		0,23	0,19
	0,8		0,21	0,20
	1		0,19	0,20
	$\varphi_1 = 1$	0,2	0,07	0,23
		0,4	0,12	0,22
		0,6	0,15	0,21
		0,8	0,17	0,21
		1	0,19	0,21

Візуалізація результатів розрахунків синергетичного управління взаємодією агентів у СІС для синтезованої замкнутої системи нелінійних диференціальних рівнянь (11) при параметрах системи рівних $T_v = 1$, $N = 0,17$, $\varphi_1 = 0,4$, $\varphi_2 = 0,5$ подана на рис. 3.

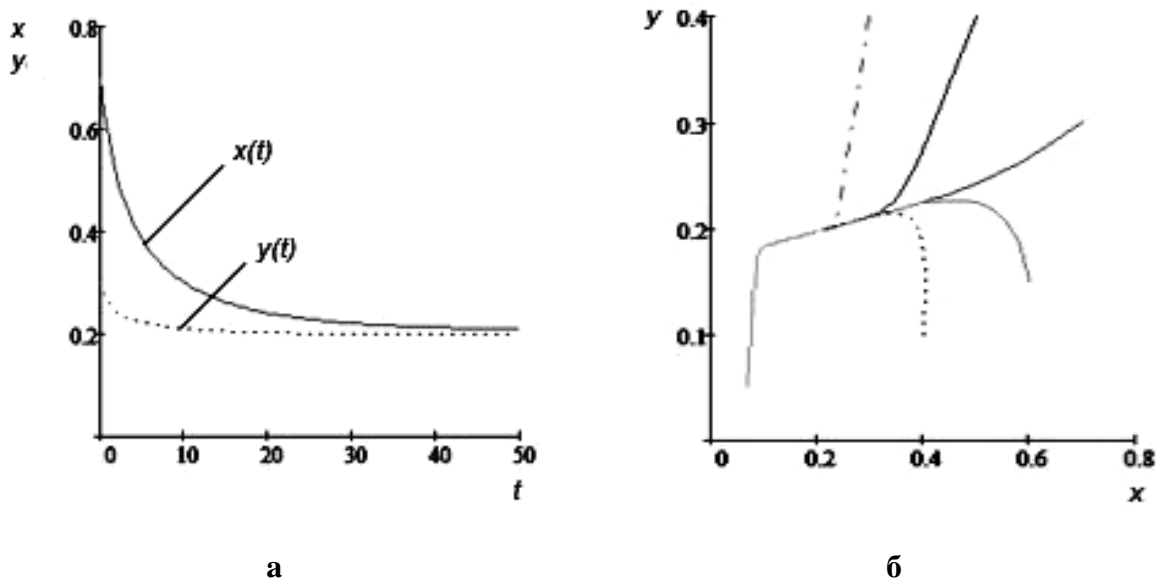


Рис. 3. Керована система управління взаємодією агентів у СІС зміною параметрів φ_1 і φ_2 : а - графік зміни попиту і пропозиції контенту в СІС; б - фазовий портрет системи

Для обраних значень параметрів синтезованої системи нелінійних диференціальних рівнянь (11) точка сплеску синергетичного ефекту, до якої прямують фазові траєкторії, має координати $x_v = 0,18$ і $y_v = 0,21$. У цій точці досягається бажаний синергетичний ефект у синтезованій системі.

Таким чином, результатом синергетичного управління взаємодією агентів у СІС є виникнення процесів самоорганізації, а система переходить від хаотичної динаміки до керованого стану. Фазові траєкторії системи організовано прямують до точки сплеску синергетичного ефекту (x_v, y_v) , яка належить інваріантному різноманіттю $\psi_v(x, y) = 0$.

При синтезі синергетичного управління розв'язується пряма задача визначення координат точки сплеску синергетичного ефекту, які розраховуються за формулами (9). Обернена задача синтезу полягає у визначенні параметрів системи із зворотним зв'язком (11) на основі бажаних координат точки сплеску синергетичного ефекту (x_v, y_v) , що визначаються для попередньо поставленого завдання взаємодії агентів у СІС.

Аналіз результатів моделювання синергетичного управління попитом агентів на контент в СІС показує, що досягнення бажаного синергетичного ефекту досягається зміною параметрів синтезованої нелінійної системи. При цьому для переходу фазової траєкторії системи до обраного притягуючого атрактора достатньо змінити тільки один із параметрів системи, що спрощує процес управління взаємодією агентів у СІС, яка належить до класу складних систем.

Висновки

Вказаний синергетичний ефект досягається за рахунок запуску процесів самоорганізації агентів 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 агентів здійснює синергетично керований перехід до заданого стану інформаційної безпеки віртуального співтовариства. Подальші дослідження будуть направлені на дослідження необхідних і достатніх умов реалізації синергетичного управління, що забезпечать стійкість досягнутого системою стану інформаційної безпеки.

Список літератури

1. Грищук, Р.В. Концепція синергетичного управління процесами взаємодії агентів у соціальних інтернет-сервісах / Р.В. Грищук, К.В. Молодецька // Безпека інформації. – 2015. – Т. 21. – Ч. II. – С. 123–130.
2. Сазанов, В.М. Социальные сети : Анализ – Технологии – Перспективы. Обзор : [електронний ресурс] / Сайт Лаборатории СВМ. – Режим доступу : http://ntl-cbm.narod.ru/SVM-NET/net_rew.doc (дата звернення: 17.04.15). – Назва з екрану.
3. 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.
4. Castells, M. The Network Society : From Knowledge to Policy / M. Castells, G. Cardoso. – Washington, DC : Johns Hopkins Center for Transatlantic Relations, 2005. – 434 p.
5. Epstein, Joshua M. Nonlinear Dynamics, Mathematical Biology, and Social Science : lecture notes / Joshua M. Epstein. – Massachusetts : Addison-Wesley Publishing Company, 1997. – 164 p.
6. Колесников, А.А. Синергетическое методы управления сложными системами : теория системного синтеза / А.А. Колесников. – М. : Едиторал УРСС, 2005. – 228 с.
7. Андриевский, В.Р. Управление хаосом : методы и приложения : [в 2ч.] / В. Р. Андриевский, А.Т. Фрадков // Автоматика и телемеханика. – 2003. – Ч I : Методы. – № 5. – С. 3–45.
8. 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.
9. Бурячок, В.Л. Політика інформаційної безпеки [Текст] : підручник / В.Л. Бурячок, Р.В. Грищук, В.О. Хорошко ; під заг. ред. проф. В. О. Хорошка. – К. : ПВП «Задруга», 2014. – 222 с.
10. Грищук, Р.В. Методика оцінювання рівня небезпеки кібернетичних загроз / Р.В. Грищук, С.В. Чернишук // Сучасний захист інформації. – 2013. – Спецвипуск. – С. 23–28.

**СИНТЕЗ СИНЕРГЕТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СПРОСОМ АГЕНТОВ НА КОНТЕНТ В
СОЦИАЛЬНЫХ ИНТЕРНЕТ-СЕРВИСАХ**

К.В. Молодецька

Житомирский национальный агроэкологический университет
ул. Старый бульвар, 7, Житомир, 10008, Украина; e-mail: kmolodetska@gmail.com

Социальные интернет-сервисы принадлежат к классу нелинейных динамических систем, поэтому явления социальной коммуникации характеризуются непредсказуемостью процессов взаимодействия агентов в результате внешних воздействий и переходом системы в состояние неуправляемого хаоса. Для достижения системой устойчивого состояния как результата управляемой самоорганизации агентов предлагается использовать концепцию синергетического управления взаимодействием агентов в социальных интернет-сервисах. В статье синтезировано синергетическое управление взаимодействием агентов в социальных интернет-сервисах, что позволит повысить устойчивость виртуальных сообществ к деструктивным информационным влияниям путем регуляризации спроса на контент. Приведен модельный пример управления взаимодействием агентов с целью синергетически управляемого перехода виртуального сообщества к заданному состоянию информационной безопасности.

Ключевые слова: социальный интернет-сервис, динамический хаос, синергетическое управление, аттрактор, информационная безопасность.

**THE SYNTHESIS OF SINERGISTICAL MANAGEMENT OF AGENTS DEMAND ON
CONTENT IN SOCIAL INTERNET SERVICES**

K.V. Molodetska

Zhytomyr National Agro-Ecological University
7, Sraryi Bulvar, , Zhytomyr, 10008, Ukraine; e-mail: kmolodetska@gmail.com

Social Internet services belong to the class of nonlinear dynamical systems, so the phenomenon of social communication processes are characterized by unpredictability of agents' interaction due to external influences and transition of the system into a state of uncontrolled chaos. To achieve a steady state of the system as a result of self-managed agents, it is suggested to use the concept of the synergistic management of agents' interaction in social networking services. The paper synthesized synergistic management of agents' interaction in social networking service that will enhance the resistance of virtual communities to destructive information impacts through regularization of the demand for content. As an example, the article presents a model of the management of agents' interaction in order to provide the synergistically managed transition to a given state of the information security of a virtual community.

Keywords: social networking service, dynamic chaos, synergistic management, attractor, information security.