

УДК 004.056:004.738.5

Р.В. Гришук<sup>1</sup>, К.В. Молодецька<sup>2</sup><sup>1</sup> Житомирський військовий інститут імені С.П. Корольова, Житомир<sup>2</sup> Житомирський національний агроекологічний університет, Житомир

## СПОСІБ СИНЕРГЕТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ПОВЕДІНКОЮ АКТОРІВ У СОЦІАЛЬНИХ ІНТЕРНЕТ-СЕРВІСАХ

На сучасному етапі соціальні інтернет-сервіси є не тільки прогресивним засобом комунікації, а й інструментом поширення недостовірною і упередженого контенту. З метою регуляризації нелінійних процесів взаємодії акторів, які виникають внаслідок впливу деструктивного контенту, і забезпечення стану керованості їх поведінкою запропоновано новий спосіб на основі концепції синергетичного управління. Розкрито сутність процесу вибору параметра порядку, який описує попит і пропозицію на контент. Показано, що синтез синергетичного управління дозволяє підвищити стійкість акторів віртуальних спільнот до контенту деструктивного змісту. Одержані в результаті експерименту дані дозволили підтвердити ефективність запропонованого способу.

**Ключові слова:** соціальні інтернет-сервіси, взаємодія акторів, нелінійний хаос, синергетичне управління, аттрактор.

### Вступ

Сьогодні соціальні інтернет-сервіси (СІС) відіграють роль новітньої комунікаційної платформи між учасниками їх віртуальних спільнот яких, як показано в [1-4], прийнято називати акторами. Також з [1, 2] та інших джерел відомо, що різноманіття СІС відкриває перед акторами практично необмежені ні в часі, ні в просторі комунікативні можливості з обміну контентом для реалізації їх особистісних й групових інтересів. Але окрім усіх позитивних комунікаційних можливостей, які відкриваються перед акторами в СІС, останнім часом вони виступають й в ролі джерела загроз інформаційній безпеці. Так, при цілеспрямованому або випадковому поширенні акторами в СІС недостовірною та упередженого контенту виникають передумови для прихованого маніпулювання індивідуальною та масовою свідомістю суспільства та його окремих громадян [3-7]. При цьому такий контент, як правило, містить і деструктивну інформаційну компоненту, яка має на меті нарощування в суспільстві соціальної напруженості, поширення антидержавницьких настроїв, зародження стану хаосу та невпевненості у майбутньому [4, 6].

Геополітичний аналіз подій, які відбулися кількома останніми роками показав, що в їх перебігу не останню роль відіграють і СІС. Наприклад, починаючи з «Арабської весни», «Кольорових революцій», гібридної війни Російської Федерації проти України, а також міграційної кризи в Європейському Союзі СІС у той чи інший спосіб приховано використовуються деякими сторонами конфлікту для організації та координації своїх дій і проведення інших спеціальних заходів [9]. Вивчення специфіки організації віртуальних спільнот в СІС дозволяє стверджувати й те, що у віртуальному просторі під час поширення контенту створюються стійкі й адаптивні до переко-

нфігурації динамічні структури, що виконують роль каналів комунікації між акторами. Також очевидним є те, що ефективна інформаційна протидія не може ґрунтуватися на способах штучного перекриття таких каналів комунікації. Тому знаходження нових і ефективних способів виявлення, оцінювання та протидії деструктивним інформаційним посилам в СІС з метою убезпечення від непередбачуваних наслідків для людини, суспільства та держави є однією з актуальних проблем забезпечення інформаційної безпеки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що СІС є багаторівневою ієрархічною нелінійною динамічною системою управління [10-12]. У разі дії на таку систему зовнішніх збурень відбувається її перехід до стану детермінованого хаосу. Як відомо з [13-15] детермінований хаос характеризується надчутливістю до початкових умов і збурень системних параметрів. Виходячи саме з цієї властивості процес, що описує взаємодію акторів в СІС може переходити до одного з можливих стійких станів, що визначаються аттракторами. Тому знаходження таких аттракторів, а також розроблення відповідного способу управління поведінкою акторів у соціальних інтернет-сервісах за їх допомогою є предметом даного дослідження.

Системний аналіз процесів взаємодії акторів СІС показав [11, 12], що вона носить нелінійний характер. Як наслідок, управління взаємодією акторів має ряд особливостей [16]. Основними з них є: відсутність в СІС єдиного координуючого центру управління, відповідального за прийняття управлінських рішень; хаотична нелінійна та нестационарна природа процесів управління акторами в СІС; відкритий характер взаємодії акторів у віртуальних спільнотах в межах як одного, так і кількох СІС; дисипативна структура процесів взаємодії з різною фрактальною та топологічною розмірністю; здатність

акторів у віртуальних спільнотах СІС до самоорганізації тощо. При цьому остання з приведених особливостей має особливий характер, який потребує додаткового вивчення.

Відомо, що бажана поведінка системи з хаотичною динамікою досягається шляхом створення умов нерівноважності в системі при дії зовнішніх або внутрішніх управляючих впливів – регуляцій [13]. В якості зовнішніх регуляцій в СІС виступає контент, що споживається окремо взятим актором або віртуальною спільнотою. Внутрішні регуляції являють собою дії акторів, які призводять до генерування нового контенту. Як у першому, так і в другому випадках у СІС відбувається запуск процесів самоорганізації, що породжують прояв синергетичних ефектів.

В [16, 17] доведено, що використання концепції синергетичного управління поведінкою акторів у СІС забезпечує утворення в них нових організаційних структур – віртуальних спільнот у яких нелінійні процеси взаємодії ґрунтуються на явищі самоорганізації, а тому повністю узгоджуються з відомою природою соціальної взаємодії. При цьому задача синтезу синергетичного управління, що розв’язується, як результат забезпечує переведення системи до заданого стану інформаційної безпеки. Заданий стан інформаційної безпеки у даному випадку – це стан, якого досягає система при русі зображуючої точки в точку сплеску синергетичного ефекту. Тому при постановці завдання даного дослідження приймається припущення про те, що запропонована у [16] концепція поряд з теорією динамічного хаосу [15] складатиме його науковий базис.

Таким чином, **метою статті** є підвищення стійкості акторів у соціальних інтернет-сервісах до контенту різного змістовного забарвлення шляхом розроблення та практичного впровадження способу синергетичного управління поведінкою їх взаємодії.

## Виклад основного матеріалу

**Застосування концепції синергетичного управління взаємодією акторів СІС.** Нехай відповідно до концепції [16] взаємодія акторів у СІС в формалізованому вигляді описується системою нелінійних диференціальних рівнянь загального вигляду:

$$\begin{cases} \frac{dx_i(t)}{dt} = f_i(x_1(t), \dots, x_\lambda(t), y_{\lambda+1}(t), \dots, y_\mu(t)); \\ \frac{dy_j(t)}{dt} = f_j(x_1(t), \dots, x_\lambda(t), y_{\lambda+1}(t), \dots, y_\mu(t), \\ u_1(t), \dots, u_\gamma(t)), \end{cases} \quad (1)$$

$$x_i(t_0) = x_i^0, \quad y_i(t_0) = y_i^0;$$

де  $x_i(t)$ ,  $y_j(t)$  – показники взаємодії акторів у СІС,  $i = 1, 2, \dots, \lambda$ ,  $j = \lambda + 1, \lambda + 2, \dots, \mu$ ;  $u_\gamma(t)$  – синергетичне управління взаємодією акторів у СІС,

що реалізує зворотний зв’язок,  $\gamma = 1, 2, \dots$ ;

$$x_i(t_0) = x_i^0, \quad y_i(t_0) = y_i^0 - \text{початкові умови.}$$

Модель (1) може в окремому випадку [18] бути зведена до вигляду:

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

де  $x(t)$  – процес, що описує попит акторів СІС на контент, що становить інтерес для досліджуваної віртуальної спільноти;  $y(t)x(t)$  – процес, що описує пропозицію з надання контенту, що становить інтерес;  $a$  – показник зміни швидкості попиту акторів СІС на контент, що становить інтерес;  $b$  – показник зміни стану процесу конкуренції акторів у СІС на публікацію контенту аналогічного за сутністю та змістом;  $c$  – показник зміни швидкості пропозиції з надання акторам взаємодії в СІС контенту, що становить інтерес.

Формалізуємо задачу управління процесами в системі (2) з метою підтримання заданого рівня попиту акторів  $x(t)$  у досліджуваній віртуальній спільноті СІС на контент який містить деструктивний інформаційний посил, шляхом регулювання швидкості поширення цього контенту. З цією метою синтезуємо деяке синергетичне управління пропозицією з надання такого контенту акторам.

Тоді система нелінійних диференціальних рівнянь (2) зведеться до вигляду

$$\begin{cases} \frac{dx(t)}{dt} = ax - xy - bx^2; \\ \frac{dy(t)}{dt} = -cy + xy + u(x, y), \end{cases} \quad (3)$$

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

Закон управління  $u(x, y)$  синтезуємо на основі деякої макрозмінної  $\psi_0(x, y) = 0$ , що є параметром порядку [13-15] системи і визначатиме її динаміку в точці сплеску синергетичного ефекту. Для цього в структуру системи диференціальних рівнянь (3) введемо макрозмінну, яка враховує природні особливості взаємодії акторів СІС: зменшення рівня пропозиції контенту в СІС за рахунок регуляризації попиту і конкуренції акторів на публікацію контенту, аналогічного за змістом [2, 16].

Тоді макрозмінна  $\psi_0(x, y)$  набуває вигляду [17, 19]

$$\psi_0(x, y) = y - \varepsilon_1 x - \varepsilon_2 x^2, \quad (4)$$

де  $\varepsilon_1$  – коефіцієнт регуляризації попиту акторам СІС на публікацію контенту, аналогічного за змістом;  $\varepsilon_2$  – коефіцієнт регуляризації конкуренції акторів СІС на публікацію аналогічного контенту.

Відповідно до розробленої концепції [16], для запуску в системі перехідних процесів за деякий час  $T_v$ , обрана макрозмінна (4) повинна задовольняти умові

$$T_v \frac{d\psi_v(t)}{dt} + \psi_v(t) = 0. \quad (5)$$

Після підстановки макрозмінної (4) в рівняння (5) та враховуючи початкову систему диференціальних рівнянь (3), отримаємо синергетичне управління вигляду

$$u(x, y) = cy - xy + (ax - xy - bx^2)(\varepsilon_1 + 2\varepsilon_2x) - \frac{1}{T_v}(y - \varepsilon_1x - \varepsilon_2x^2). \quad (6)$$

В результаті підстановки синтезованого управління (6) система нелінійних диференціальних рівнянь (3) приймає вигляд

$$\begin{cases} \frac{dx(t)}{dt} = ax - xy - bx^2; \\ \frac{dy(t)}{dt} = (ax - xy - bx^2)(\varepsilon_1 + 2\varepsilon_2x) - \frac{1}{T_v}\psi_v(t). \end{cases} \quad (7)$$

При виконанні нерівностей

$$a > 0, b > 0, \varepsilon_1 > 0, \varepsilon_2 > 0, \varepsilon_1 + \varepsilon_2x_\psi > 0$$

синтезована система нелінійних диференціальних рівнянь (3) володітиме властивістю асимптотичної стійкості відносно стану  $x = 0, y = 0$  [16].

Таким чином, регуляризацию попиту акторів СІС  $x(t)$  на контент реалізовано варіюванням параметрів  $\varepsilon_1$  і  $\varepsilon_2$  синтезованої системи (7) нелінійних диференціальних рівнянь. Керована система (7) з будь-якого хаотичного стану переходить в керований стан на атракторі  $\psi_v(t) = 0$  вздовж якого відбувається її рух до точки сплеску синергетичного ефекту. У точці сплеску синергетичного ефекту досягається обмежений до заданого рівня попит акторів на поширюваний контент. При цьому реалізується редукція ступенів свободи нелінійної динамічної системи, що спрощує процес підтримання заданого рівня попиту акторів шляхом варіювання параметрів регуляризації попиту  $\varepsilon_1$  і конкуренції акторів СІС на публікацію аналогічного контенту  $\varepsilon_2$ . В окремих випадках підтримання бажаного рівня попиту акторів на контент в СІС досягається в результаті зміни тільки одного з параметрів синергетичного управління  $\varepsilon_1$  чи  $\varepsilon_2$ . Це, з одного боку, спрощує реалізацію управляючих впливів у СІС, а з іншого – забезпечує підвищення ефективності процесів управління взаємодією акторів у СІС.

**Моделювання процесів синергетичного управління.** BPMN-діаграма [20] процесу синергетичного управління поведінкою акторів віртуальних спільнот СІС, побудована засобами інтегрованого середовища *ARIS Express* наведена на рис. 1.

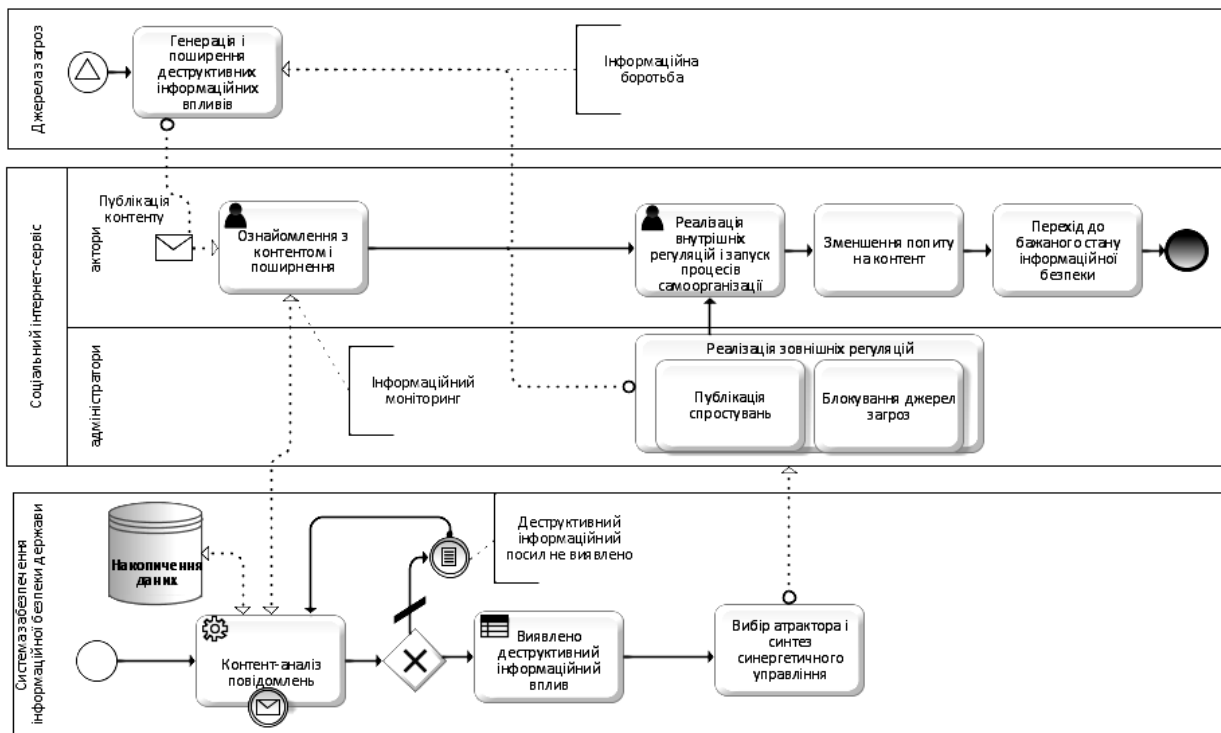


Рис. 1. BPMN-діаграма управління поведінкою акторів СІС

На рис. 1 подано три об'єкти процесів управління – система забезпечення інформаційної безпеки держави (СЗІБ), СІС і джерела загроз. При появі

умовної події запускається процес поширення джерелами загроз контенту, який містить деструктивні інформаційні посили. В результаті відбувається пу-

блікація і обговорення цього контенту акторами СІС. СЗІБ здійснює постійний моніторинг інформаційного середовища СІС шляхом контент-аналізу повідомлень з метою виявлення таких деструктивних інформаційних посилів. У разі успішного знаходження такого контенту СЗІБ генерує синергетичне управління для регуляризації поведінки акторів СІС на основі обраної макрозмінної. Практичну реалізацію синтезованого синергетичного управління виконують адміністратори СІС.

Така організація управління поведінкою акторів СІС забезпечить ефективний моніторинг інформаційного середовища і протидію загрозам інформаційній безпеці. В результаті таких дій штучно досягається виникнення процесів самоорганізації акторів віртуальних спільнот з подальшим переходом параметрів їх взаємодії до заданого стану інформаційної безпеки.

**Експеримент.** Наведемо приклад застосування способу синергетичного управління поведінкою акторів на прикладі реальних інформаційних акцій, що мали місце в СІС. Для цього засобами сервісу *YandexWordstat* проаналізовано кількість запитів акторів СІС на контент із семантичним ядром «мігранти згвалтували дівчинку» у період з 11 січня по 14 лютого 2016 р. (табл. 1). Досліджуваний деструктивний інформаційний посил поширювався у віртуальних спільнотах СІС і мав на меті викликати міжнародну ворожнечу на підґрунті конфлікту з мігрантами у Німеччині [21].

Таблиця 1

Попит акторів  
на контент «мігранти згвалтували дівчинку»

Період	Кількість запитів акторів СІС, тис.	Синергетично керований попит, тис.
11.01.16–17.01.16	0,345	0,345
18.01.16–24.01.16	0,370	0,234
25.01.16–31.01.16	0,273	0,148
01.02.16–07.02.16	0,111	0,103
08.02.16–14.02.16	0,063	0,065

Встановлено, що для даної інформаційної акції параметри системи диференціальних рівнянь (7) приймають наступні значення: показник зміни швидкості попиту акторів СІС на контент  $a = 0,25$ ; показник зміни стану процесу конкуренції акторів у СІС на публікацію контенту  $b = 0,3$ . Для синергетично керованого зменшення попиту акторів СІС на контент використано модель макрозмінної (4) з такими значеннями параметрів: коефіцієнт регуляризації попиту акторам СІС на публікацію контенту  $\varepsilon_1 = 5,5$ ; коефіцієнт регуляризації конкуренції акторів СІС на публікацію аналогічного контенту  $\varepsilon_2 = 1$ . У результаті виникнення процесів самоорганізації

акторів СІС синергетично керований попит на контент змінюється, як показано на рис. 2.

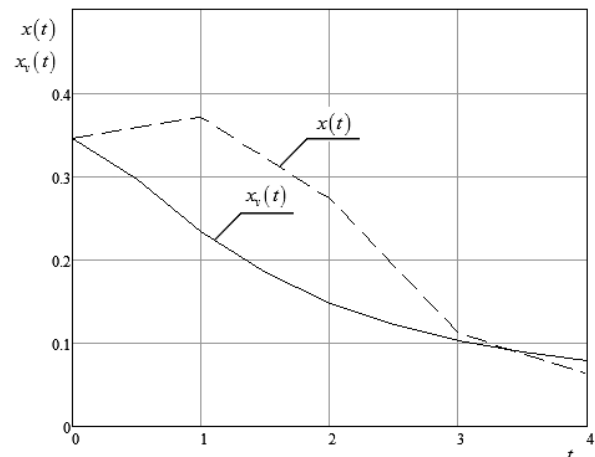


Рис. 2. Попит акторів СІС на контент із семантичним ядром «мігранти згвалтували дівчинку»:  $x(t)$  – некерований, тис. запитів;  $x_s(t)$  – синергетично керований попит, тис. запитів

Від моменту появи у СІС деструктивного інформаційного контенту попит на нього зростає перші два періоди, а потім повільно зменшувався. Для порівняння, синергетично керований попит на досліджуваний контент спадає за експоненціальним законом вдвічі швидше і є плавним процесом, що дозволяє уникнути хаотичної динаміки системи.

Отже, завдяки впровадженню концепції синергетичного управління поведінкою акторів в СІС досягається зменшення попиту акторів на контент, який містить деструктивні інформаційні посили (див. рис. 2). За такого підходу також вдається організувати ефективну інформаційну протидію деструктивним інформаційним посилам. Крім того, створюються умови, при яких відбувається прискорене протікання перехідних процесів в нелінійній динамічній системі при досягненні заданого стану інформаційної безпеки.

## Висновки

Приведені в статті результати застосування синергетичного управління поведінкою акторів СІС дозволили підтвердити припущення про те, що синтезоване управління дозволяє враховувати природні особливості взаємодії у віртуальних спільнотах. Встановлено, що ефект регуляризації поведінки акторів СІС досягається варіюванням параметрів синергетичного управління, що реалізує перехід віртуальної спільноти до гарантовано стійкого стану інформаційної безпеки.

## Список літератури

1. Missaoui R. *Social Network Analysis – Community Detection and Evolution* / R. Missaoui, I. Sarr. – Switzerland : Springer International Publishing, 2014. – 272 p.

2. Earl J. *Digitally Enabled Social Change: Activism in the Internet Age* / J. Earl, K. Kimport. – Cambridge : MIT, 2011. – 258 p.

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. Молодецька К. В. Узагальнена класифікація загроз інформаційній безпеці держави в соціальних інтернет-сервісах / К. В. Молодецька // *Защита информации*. – 2016. – Вып. 23. – С. 75–87.

5. Гришук Р. В. Основи кібернетичної безпеки : монографія / Р. В. Гришук, Ю. Г. Даник; за заг. ред. проф. Ю. Г. Даника. – Ж. : ЖНАЕУ, 2016. – 636 с.

6. Morozov E. *The Net Delusion: The Dark Side of Internet Freedom* / Evgeny Morozov. – NY : PublicAffairs, 2012. – 448 p.

7. Гришук Р. В. Методика оцінювання рівня небезпеки кібернетичних загроз / Р. В. Гришук, С. В. Чернишук // *Сучасний захист інформації*. – 2013. – Спецвипуск. – С. 23–28.

8. Tufekci Z. *Social media and the decision to participate in political protest: observations from Tahrir Square* / Z. Tufekci, C. Wilson. // *J. Commun.* – 2012. – № 62(2). – PP. 363–379.

9. González-Bailón S. *Networked discontent: The anatomy of protest campaigns in social media* / S. González-Bailón, N. Wang // *Social Networks*. – 2016. – № 44. – PP. 95–104.

10. Barrett Ch. *Modeling and Simulation of Large Biological, Information and Socio-technical Systems: an Interaction Based Approach* / Ch. Barrett, S. Eubank, M. Marathe // *Interactive Computation : The new paradigm*; D. Goldin, S. Smolka, P. Wegner edition. – Springer Verlag, 2006. – PP. 353–392.

11. Wasserman, Stanley. *Social network analysis : Methods and applications* / Stanley Wasserman, Katherine Faust. – Cambridge : Cambridge university press, 1994. – 825 p.

12. Carrington P. J. *Models and Methods in Social Network Analysis* / P. J. Carrington, J. Scott, S. Wasserman. – Cambridge : Cambridge University Press, 2005. – 344 p.

13. 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.

14. Хакен Г. *Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах* / Г. Хакен. – М. : Мир, 1985. – 419 с.

15. Ott E. *Chaos in Dynamical Systems* / E. Ott. – Cambridge : Cambridge University Press, 2002. – 478 p.

16. 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.

17. Колесников А. А. *Синергетическое методы управления сложными системами : теория системного синтеза* / А. А. Колесников. – М. : Едиторал УРСС, 2005. – 228 с.

18. Молодецька К. В. Спосіб підтримання заданого рівня попиту акторів соціальних інтернет-сервісів на контент / К. В. Молодецька // *Радиоелектроніка, інформатика, управління*. – 2015. – № 4(35). – С. 113–117.

19. Молодецька К. В. Методика вибору атратора для управління динамікою процесів взаємодії акторів у соціальних інтернет-сервісах / К. В. Молодецька // *Інформаційна безпека*. – 2014. – № 3–4. – С. 146–151.

20. White S. *BPMN 2.0 Handbook Second Edition: Methods, Concepts, Case Studies and Standards in Business Process Management Notation* / S. White, C. Bock. – Future Strategies Inc., 2011. – 308 p.

21. Берлін закликає Москву припинити пропаганду навколо "зв'язаної мігрантами російської дівчини" [Електронний ресурс] / Euronews. – Режим доступу : <http://ua.euronews.com/2016/01/27/germany-warns-russia-against-using-teen-rape-case-as-propaganda/> (дата звернення 15.09.2016). – Назва з екрану.

Надійшла до редколегії 16.02.2016

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Г.А. Кучук, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## СПОСОБ СИНЕРГЕТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОВЕДЕНИЕМ АКТОРОВ В СОЦИАЛЬНЫХ ИНТЕРНЕТ-СЕРВИСАХ

Р.В. Гришук, К.В. Молодецкая

На современном этапе социальные интернет-сервисы являются не только прогрессивным средством коммуникации, но и инструментом распространения недостоверного и предвзятого контента. С целью регуляризации нелинейных процессов взаимодействия акторов, возникающих в результате воздействия деструктивного контента и обеспечение состояния управляемости их поведением предложен новый способ на основе концепции синергетического управления. Раскрыта сущность процесса выбора параметра порядка, который описывает спрос и предложение на контент. Показано, что синтез синергетического управления позволяет повысить устойчивость акторов виртуальных сообществ к контенту деструктивного содержания. Полученные в результате эксперимента данные позволили подтвердить эффективность предложенного способа.

**Ключевые слова:** социальные интернет-сервисы, взаимодействие акторов, нелинейный хаос, синергетическое управление, аттрактор.

## METHOD SYNERGISTIC BEHAVIOR MANAGEMENT ACTORS IN THE SOCIAL NETWORKING SERVICES

R.V. Hryshchuk, K.V. Molodetska

At the present stage of social networking services are not only progressive means of communication, but also a tool for dissemination of false and biased content. For the purpose of regularization of nonlinear processes of interaction of actors, resulting from the impact of destructive content, and providing state of control their behavior suggested a new method based on the concept of synergetic management is presented. The essence of the process of selecting the order parameter that describes the supply and demand for content. It is shown that the synthesis synergetic control can increase the stability of virtual communities of actors. Obtained as a result of the experiment data allowed to confirm the effectiveness of the proposed method.

**Keywords:** social networking services, the interaction of actors, non-linear chaos, synergetic management, attractor.