

УДК 004.738.5

Молодецька К.В.

Житомирський національний агроекологічний університет

E-mail: kmolodetska@gmail.com

## УПРАВЛІННЯ ПОПИТОМ АГЕНТІВ НА КОНТЕНТ У СОЦІАЛЬНИХ ІНТЕРНЕТ-СЕРВІСАХ

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. В роботі синтезовано синергетичне управління взаємодією агентів у соціальних інтернет-сервісах, що дозволить підвищити стійкість віртуальних спільнот до деструктивних інформаційних впливів шляхом регуляризації попиту на контент.

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

**K. Molodetska. Demand management agents on content in social Internet services.** 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.

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

**К.В. Молодецкая. Управление спросом агентов на контент в социальных интернет-сервисах.** 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.

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

**Постановка проблеми.** 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 [1–4]. 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, 2]. 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, 5]. 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 збуджуваних динамічних систем [4–7]. 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 збуджуваних нелінійних динамічних систем встановлено, що задана поведінка в системі досягається за рахунок її самоорганізації, однією з необхідних умов виникнення якої є підтримання стану нерівноваги [5, 7, 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 аттрактора 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 [5]. 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** дослідження є підвищення стійкості віртуальних спільнот в СІС до деструктивних інформаційних впливів за рахунок синтезу синергетичного управління попитом агентів на відповідний контент.

**Виклад матеріалу.** Управління взаємодією агентів у СІС породжує концептуальну проблему, вирішення якої спрямовується на зменшення рівня інформаційної ентропії в системі з метою стабілізації суспільної думки агентів, підвищення рівня їх стійкості до дезінформації і, в кінцевому

рахунку, регуляризації тих рішень, які ними приймаються. Джерела загроз інформаційній безпеці [9, 10] (рис. 1) формують вектор потенційних загроз  $D = \{D_1, D_2, \dots, D_\alpha\}$ , які націлюються на агентів у СІС.

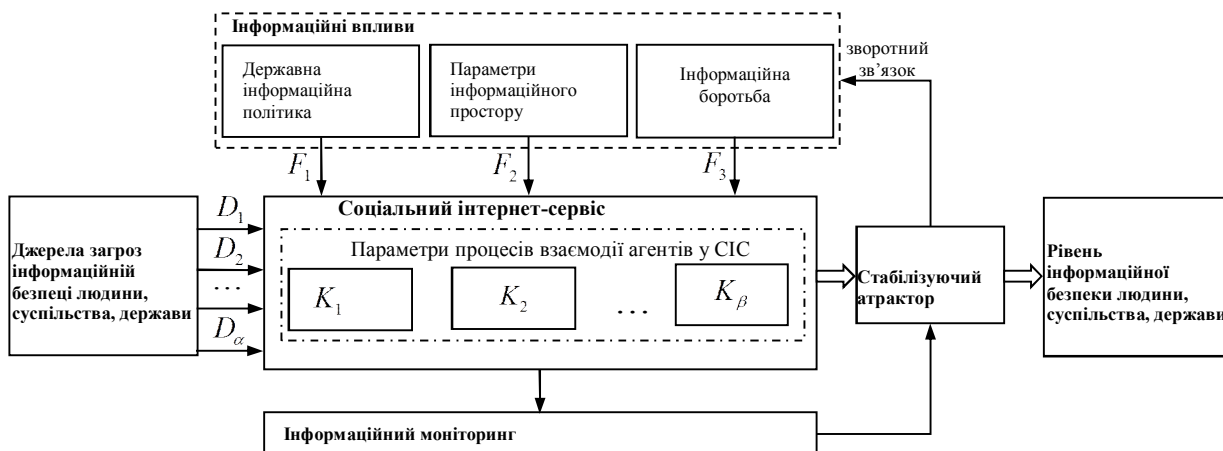


Рис. 1. Концепція синергетичного управління процесами взаємодії агентів у СІС

В результаті змінюються значення вектору параметрів процесів взаємодії між агентами  $K = \{K_1, K_2, \dots, K_\beta\}$ , а в СІС поширюється інформація визначеного змісту. Інформаційний моніторинг, який здійснюється постійно, забезпечує реалізацію процедур з виявлення деструктивних інформаційних впливів на агентів у СІС і встановлення тих параметрів взаємодії, які потребують корегування. Метою зміни значень вектору  $K = \{K_1, K_2, \dots, K_\beta\}$  є підвищення стійкості агентів у СІС до таких негативних впливів. Поставлена мета досягається вибором стабілізуючого атрактора, який реалізує синергетично керовані процеси самоорганізації у віртуальних спільнотах СІС.

Перехід системи до рівноважного стану досягається синтезованим синергетичним управлінням, яке реалізується у вигляді вектору управляючих дій  $F = \{F_1, F_2, F_3\}$ . Цей вектор формується регуляторною державною інформаційною політикою, змінами параметрів інформаційного простору та унаслідок ведення інформаційної боротьби її суб'єктами. Таким чином, за рахунок синергетичного управління процесами взаємодії агентів у СІС при значеннях показників взаємодії  $x_i(t)$ ,  $y_j(t)$ , заданий стан інформаційної безпеки віртуальної спільноти досягається у стабілізуючому аттракторі  $\Psi_v$ .

Нехай у формалізованому вигляді взаємодія агентів у деякій СІС описується системою нелінійних диференціальних рівнянь вигляду [8]

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

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.

Дослідимо процес синергетичного управління процесами взаємодії агентів СІС з метою протидії інформаційним впливам шляхом штучного підтримання в агентів заданого рівня зацікавленості до відповідного контенту [5]. 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

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

Тому параметр порядку  $\psi_v(x, y)$  з урахуванням (4) набуває вигляду [8, 11, 12]

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

де  $\varphi_1, \varphi_2$  – 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.

У виразі (5) перший доданок  $\varphi_1 x$  є керованим аспектом взаємодії агентів у СІС – попитом на контент  $x(t)$ , а другий доданок  $\varphi_2 \left( 1 - \frac{y}{N} \right)$  – дисипативна складова, яка визначає бажаний вигляд структури, а саме обмеження пропозиції контенту  $y(t)$  до заданого рівня  $N$ .

Для забезпечення перебігу в системі нелінійних диференціальних рівнянь (2) всіх перехідних процесів за час  $T_v$ , що будуть запущені завдяки синергетичному управлінню взаємодією агентів у СІС  $u(x, y)$ , макрозмінна (5) повинна задовольняти умову

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

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

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

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 (8) отримаємо 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

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

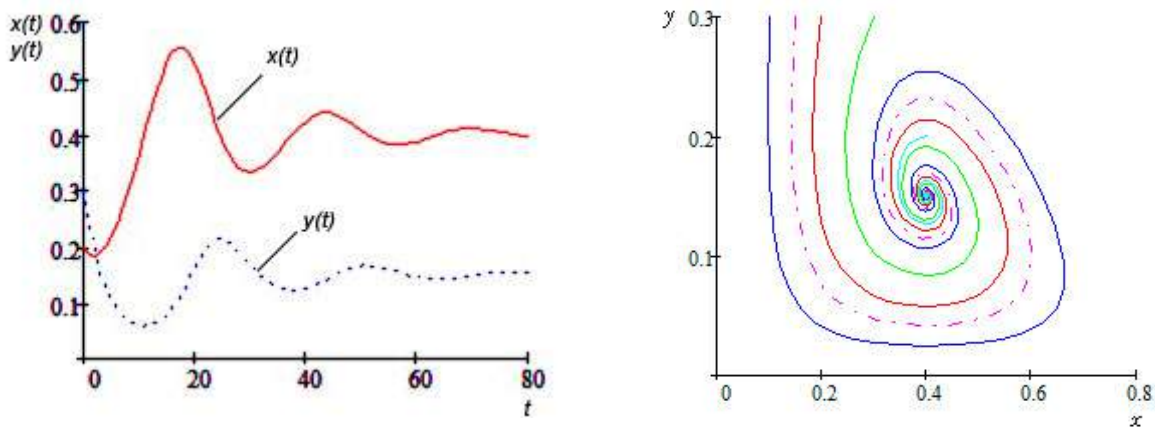
У результаті підстановки синтезованого управління (7) система нелінійних диференціальних рівнянь (2) набуває вигляду

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

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.

Із фазового портрету нелінійної системи диференціальних рівнянь (1) (рис. 2, 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  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$  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].



а) б)  
Рис. 2. Система у стані динамічного хаосу: а) графік зміни попиту і пропозиції інформації в СІС; б) фазовий портрет системи

Візуалізація результатів розрахунків для синтезованої замкнутої системи нелінійних диференціальних рівнянь (10) виконана при параметрах системи рівних  $T = 1$ ,  $\varphi_1 = \varphi_2 = 1$ ,  $N = 0,17$  подана на рис. 3.

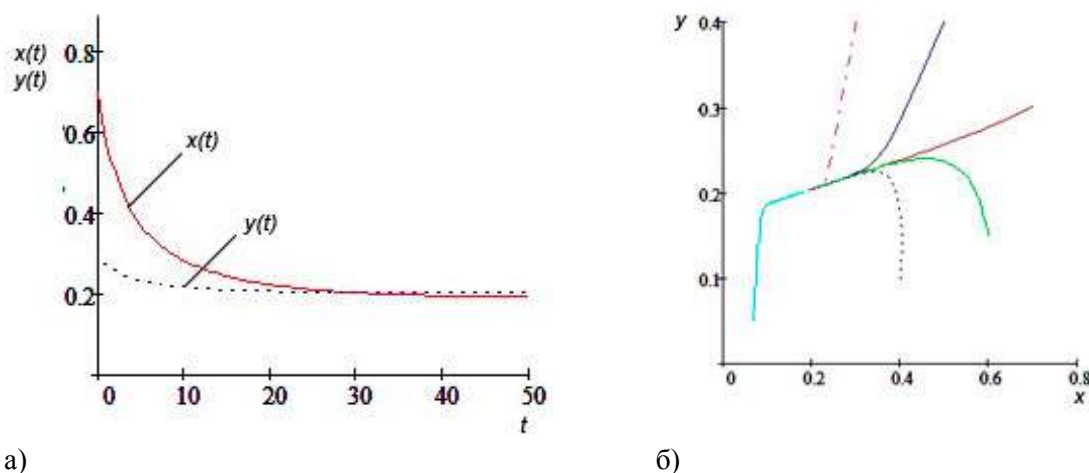


Рис. 3. Керована система управління взаємодією агентів у СІС зміною параметра  $N$ : а) графік зміни попиту і пропозиції контенту в СІС; б) фазовий портрет системи

Отже, зміна попиту агентів СІС на контент  $x(t)$  досягається варіюванням значень граничної ємності інформаційного середовища  $N$ . Аналіз фазового портрету (рис. 3, б) показує, що система переходить від хаосу до керованого стану і фазові траєкторії синтезованої системи (10) 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.

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 (10) 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 аттрактора 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 аттрактором 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.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сазанов В. М. Социальные сети : Анализ – Технологии – Перспективы. Обзор : [електронний ресурс] / Сайт Лаборатории СВМ. – Режим доступу : [http://ntl-cbm.narod.ru/CBM-NET/net\\_rew.doc](http://ntl-cbm.narod.ru/CBM-NET/net_rew.doc) (дата звернення: 17.04.15). – Назва з екрану.

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. Castells, Manuel. The Network Society : From Knowledge to Policy / Manuel Castells, Gustavo Cardoso. – Washington, DC : Johns Hopkins Center for Transatlantic Relations, 2005. – 434 p.
4. Epstein, Joshua M. Nonlinear Dynamics, Mathematical Biology, and Social Science : lecture notes / Joshua M. Epstein. – Massachusetts : Addison-Wesley Publishing Company, 1997. – 164 p.
5. Колесников А. А. Синергетическое методы управления сложными системами : теория системного синтеза / А. А. Колесников. – М. : Едиторал УРСС, 2005. – 228 с.
6. 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.
7. 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.
8. Сериков А. В. Эффективность хозяйственной деятельности : определение, измерение, синергетическое управление / А. В. Сериков // Економічний вісник Донбасу. – 2011. – № 2 (24). – С. 212–219.
9. Бурячок В. Л. Політика інформаційної безпеки [Текст] : підручник / В. Л. Бурячок, Р. В. Гришук, В. О. Хорошко ; під заг. ред. проф. В. О. Хорошка. – К. : ПВП «Задруга», 2014. – 222 с.
10. Гришук Р. В. Методика оцінювання рівня небезпеки кібернетичних загроз / Р. В. Гришук, С. В. Чернишук // Сучасний захист інформації. – 2013. – Спецвипуск. – С. 23–28.