

УДК 681.3

**БРАЙЧЕВСЬКИЙ С.М.**, кандидат фізико-математичних наук,  
провідний науковий співробітник  
ТОВ “Інформаційний центр “Електронні вісті”

## ДЕЗІНФОРМАЦІЯ ЯК НЕЛІНІЙНИЙ ЕФЕКТ ВЗАЄМОДІЇ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕМАТИЧНИХ ПОТОКІВ

**Анотація.** Про механізм наповнення мережних інформаційних ресурсів хибними відомостями. Показано, що такі механізми можуть виникати як нелінійні ефекти взаємодії інформаційних тематичних потоків.

**Аннотация.** О механизме наполнения сетевых информационных ресурсов ошибочными сведениями. Показано, что такие механизмы могут возникать как нелинейные эффекты взаимодействия информационных тематических потоков.

**Summary.** On the mechanism of filling of network informative resources by erroneous information. It is shown that such mechanisms can arise up as non-linear effects of co-operation of informative thematic streams.

**Ключові слова:** інформаційна безпека, дезінформація, інформаційні тематичні потоки, математичне моделювання.

Одним із найважливіших чинників, що становлять загрозу інформаційній безпеці суспільства, є його дезінформація. Звичайно під дезінформацією розуміють цілеспрямовану діяльність окремих осіб та організацій, яка має на меті свідоме введення суспільства в оману. Але в умовах сучасних інформаційних технологій виникає потреба певним чином переосмислити це поняття.

Головна причина полягає в тому, що високі темпи зростання автоматизації інформаційних процесів призводять до зниження рівня їх контрольованості. Як наслідок, виникає реальна можливість стійкої в часі генерації контенту, який неадекватно відбиває ті чи інші події і тим самим спотворює інформаційну картину реальності. Ключову роль в даних процесах відіграє не джерело походження хибних (що не відповідають дійсності) інформаційних одиниць, а породжені сучасними інформаційними технологіями механізми їх тиражування, інтеграції та накопичення, які можуть мати різну, в тому числі стохастичну, природу. Тому є вагомими підстави розуміти дезінформацію як наповнення інформаційного простору хибними відомостями, незалежно від конкретних механізмів та наявності елемента цілеспрямованості. Слід усвідомити, що в наш час дезінформація може і не переслідувати конкретної мети, визначеної чийсь інтересами. Але від цього вона не стає менш небезпечною, оскільки так само впливає на процес прийняття рішень.

*Метою роботи є* аналіз одного із подібних видів дезінформації, який може виникати як нелінійний ефект у динаміці інформаційних тематичних потоків.

Вивчення цієї динаміки свідчить про те, що інтенсивність репродукції певної тематики визначається не лише її власними характеристиками, а й взаємодією з іншими тематиками, що за певних умов може забезпечувати свого роду “підживлення” потоків хибних відомостей. Результати отримані за допомогою математичного моделювання конкурентної взаємодії інформаційних тематичних потоків з використанням чисельних методів. Ми обмежимося випадком інформаційних процесів у мережі Інтернет, але отримані висновки є достатньо загальними і можуть застосовуватися для аналізу більш широкого кола явищ.

**Інформаційні тематичні потоки.** Останніми роками, в першу чергу у зв'язку зі швидким розвитком мережних технологій, набуло актуальності поняття інформаційних потоків [1 – 8]. Наскільки нам відомо, в літературі досі не існує загально визнаного єдиного визначення поняття “інформаційний потік”, але в більшості випадків цілком достатнім є наступне його розуміння.

Визначимо інформаційний простір як множину всіх наявних інформаційних ресурсів, які можуть наповнюватися інформацією. Процес наповнення цих ресурсів у рамках сучасних інформаційних технологій може бути описаний як дискретний, оскільки інформація надходить у вигляді окремих блоків, кожному з яких може бути зіставлений деякий набір реквізитів, які забезпечують можливість доступу до нього. Такі блоки, взагалі кажучи, мають ієрархічну будову, тобто містять в собі підблоки. Найменшу інформаційну одиницю називатимемо документом. Таким чином, наповнення інформаційного простору відбувається шляхом розміщення на інформаційних ресурсах певної кількості документів (зазначимо, що документи також час від часу вилучаються з ресурсів, але цей бік справи для нас зараз не є суттєвим). Тоді інформаційним потоком можемо назвати число документів, які потрапляють до інформаційного простору в одиницю часу.

Окремий клас становлять інформаційні тематичні потоки [7, 8], які мають досить складну і цікаву динаміку. Тематичні потоки утворюють документи, що належать до однієї й тієї ж тематики. Звичайно, тематики можуть визначатися (і, як правило, визначаються) неоднозначно, але для нас суттєво, що завжди існує можливість вибрати критерій, за яким документи розподіляються на групи, об'єднані спільним змістом (чи принаймні уявленням експертів про спільний зміст).

Однією з важливих властивостей інформаційних тематичних потоків є те, що вони можуть в певному розумінні взаємодіяти між собою в інформаційному просторі [8]. В основі їх взаємодії лежить постійна зміна як самих тем (що набувають та втрачають актуальність), так і кількісних співвідношень між обсягами оновлення контенту по кожній тематиці. Найпростіший механізм полягає в тому, що генератори інформації в темпі подій переключаються на ті тематики, які найактивніше обговорюються, але він далеко не єдиний.

Не буде помилкою сказати, що тематичні інформаційні потоки значною мірою подібні до біологічних популяцій. Дійсно, документи виникають в інформаційному просторі, зникають з нього, і, що найголовніше, розмножуються. Розмноження документів здійснюється в різні способи, основними з яких є наступні:

- безпосереднє тиражування (передруковка ресурсом документів, що знаходяться на іншому ресурсі);
- розміщення оригінальних документів того ж змісту;
- розміщення оригінальних документів іншого змісту, але на ту ж тему (наприклад, полемічні матеріали).

Більше того, в динаміці тематичних потоків також простежується аналогія з внутрішньовидовою та міжвидовою конкуренцією: боротьба ведеться не лише між темами як такими, а й між окремими документами на одну й ту ж тему (між ресурсами, авторами тощо).

Сказане обґрунтовує виправданість застосування для вивчення динаміки інформаційних тематичних потоків методів математичного моделювання, які успішно використовуються в популяційній динаміці [7, 8]. Нижче ми розглянемо один з аспектів цієї динаміки в рамках моделі Гаузе [9, 10], заснованій на використанні рівнянь Вольтерра-Лотка [11]. І надалі ми для зручності вживатимемо термін “популяція”, маючи на увазі розширене його трактування.

**Взаємодія інформаційних тематичних потоків.** Ми маємо намір використати методи опису взаємовідношень популяцій, в основі яких лежить логістична модель [11, 12], яка успішно застосовується в різноманітних сферах наукових досліджень для вивчення динаміки систем із зворотними зв'язками. Ця модель була запропонована як узагальнення закону Мальтуса [13] П. Ферхлюстом [14] та Р. Перлом [15]. Вона описує динаміку популяції з обмеженою чисельністю (закон Мальтуса, як відомо, призводить до експоненційного зростання її чисельності).

Перш ніж звернутися власне до конкуренції популяцій, корисно буде розглянути загальні властивості їх динаміки.

Швидкість зміни популяції  $n(t)$  від часу описується звичайним диференціальним рівнянням такого виду:

$$\begin{aligned} \frac{dn(t)}{dt} &= kn(t)[N - n(t)] = k[Nn(t) - n^2(t)] \\ n(0) &= n_0 \end{aligned} \quad (1)$$

де  $k$  – коефіцієнт, що виражає швидкість зростання і який, за бажання, шляхом вибору масштабу завжди можна покласти рівним одиниці, а параметр  $N$  визначає максимально можливе значення чисельності популяції  $n(t)$ . Корируючий множник  $N - n(t)$  реалізує зворотний зв'язок у системі: зростання величини чисельності популяції веде до зниження його швидкості.

Підкреслимо важливий момент: дана модель описує динаміку популяції, чисельність якої є більшою від нуля, тобто такої, що вже існує. Для опису виникнення початкової популяції ця модель не придатна.

Задача (1) має два класи розв'язків: залежно від значень швидкості зростання популяції та її початкової чисельності  $n(t)$  або зростає, або зменшується. За рахунок цього в системі підтримується динамічна рівновага: якщо популяція надмірно зростає, включається механізм скорочення її чисельності, і навпаки.

Наведені залежності описують поведінку популяції, яка взаємодіє з оточенням. На практиці такі ситуації якщо і трапляються, то надзвичайно рідко і в особливих умовах. Для того, щоб отримати більш реалістичну картину, необхідно врахувати взаємодію популяцій між собою. Взаємодія популяцій може здійснюватись за рахунок різних механізмів і з різними наслідками. Як відомо, виділяються такі основні типи взаємодії:

- нейтралізм (непряма взаємодія популяцій);
- конкуренція (взаємне подавлення популяцій);
- аменсалізм (асиметричне подавлення однією популяцією іншої);
- хижацтво (фізичне знищення особин однієї популяції особинами іншої);
- симбіоз (продуктивне співіснування популяцій).

В моделі Гаузе [9, 10], якою ми маємо намір скористатись, динаміка  $M$  популяцій, що взаємодіють між собою, описується системою  $M$  рівнянь виду (1), в яких корируючі множники  $N_i - n_i(t)$  замінюються наступним виразом:

$$a_i - \sum_{j=1}^M b_{ij} n_j(t) \quad (2)$$

Коефіцієнти  $b_{ii}$  мають той самий зміст, але при цьому діагональні описують взаємодію членів кожної популяції всередині неї, а перехресні – взаємодію членів різних

популяцій. Тип взаємодії визначається знаком параметрів та співвідношенням їх числових значень.

Нижче розглянемо два види взаємодії інформаційних тематичних потоків: конкуренцію та симбіоз, оскільки вони допускають відносно просту і інтуїтивно зрозумілу інтерпретацію. При цьому з метою спрощення розрахунків обмежимося випадком двох популяцій – цього цілком досить для демонстрації принципових моментів.

Отже, маємо систему рівнянь:

$$\begin{aligned} \frac{dn_1(t)}{dt} &= a_1n_1(t) - b_{12}n_1(t)n_2(t) - b_{11}n_1^2(t) \\ \frac{dn_2(t)}{dt} &= a_2n_2(t) - b_{21}n_1(t)n_2(t) - b_{22}n_2^2(t) \end{aligned} \quad (3)$$

з початковими умовами:

$$\begin{aligned} n_1(0) &= n_{01} \\ n_2(0) &= n_{02} \end{aligned} \quad (4)$$

Наше завдання полягає в дослідженні якісної поведінки розв’язків (9), тому немає потреби в точному визначенні значень параметрів.

**Сценарій конкуренції.** Під конкуренцією розуміють такий вид взаємодії популяцій, за якого їх взаємний вплив зумовлений обмеженістю необхідних ресурсів. В нашому випадку це означає, що відповідні тематики можуть нарощувати свої обсяги публікацій лише за рахунок одна одної.

Формально в рамках обраної моделі конкурентний сценарій взаємодії популяцій фіксується такою умовою:

$$\begin{aligned} b_{12} &> 0 \\ b_{21} &> 0 \end{aligned} \quad (5)$$

Причини і конкретні механізми можуть бути різні, але кінцевий результат полягає в тому, що з двох матеріалів конкуруючих тематик публікується лише одна. Така ситуація зображена на Рис. 1.

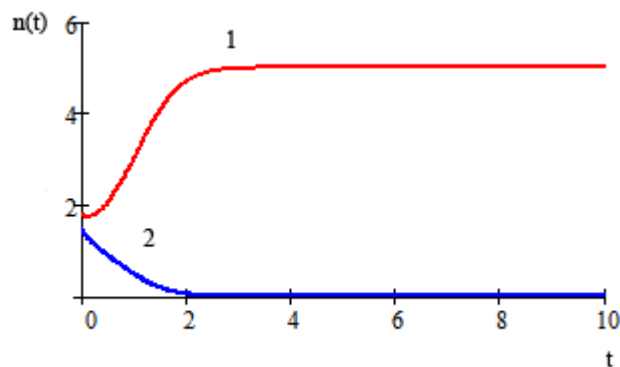


Рис. 1. Типовий сценарій конкуренції тематик

В типовому випадку маємо залежність, наведену на Рис.1: одна тематика збільшує свої обсяги, а друга, відповідно, зменшує свої. Але нелінійний характер інформаційних

процесів може призводити до якісно іншої поведінки. Один з можливих варіантів наведено на Рис. 2. Спочатку обидві популяції скорочуються, але потім одна з них починає зростати.

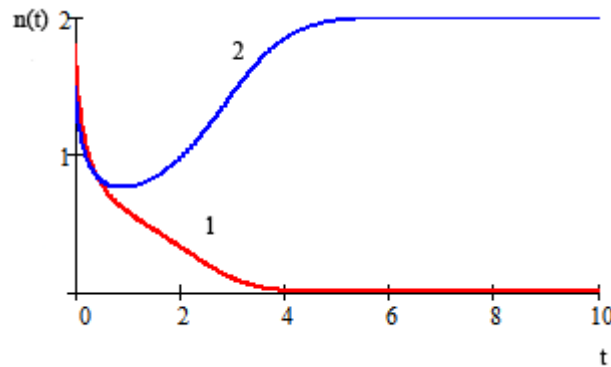


Рис. 2. Нетиповий сценарій конкуренції тематик

Суттєвою відмінністю між цими двома сценаріями є те, що в першому з них спостереження за початковою фазою динаміки дозволяє однозначно спрогнозувати подальший перебіг подій, а в другому – ні. Ми можемо, знаючи загальні характеристики ситуації, припустити, що одна з тематик почне зростати, але не можемо сказати, яка саме.

**Сценарій симбіозу.** Можлива ситуація, коли взаємодія популяцій не призводить до повного подавлення однієї з них. Вона виникає тоді, коли популяції не тільки споживають певні ресурси, але й “підживлюють” одна одну. Прикладом може служити публічна дискусія на постійно актуальну тему. Цей сценарій має місце за умов:

$$\begin{aligned} a_2 &< 0 \\ b_{21} &< 0 \end{aligned} \tag{6}$$

У цьому випадку обидві тимчасові залежності числа публікацій прагнуть до постійних значень, що в біології прийнято називати симбіозом. Типова залежність симбіозу популяцій представлена на Рис. 3.

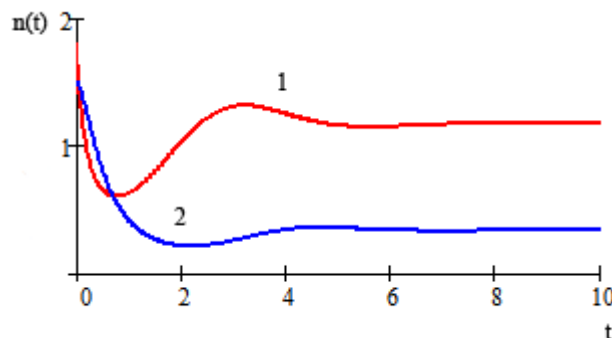


Рис. 3. Типовий сценарій симбіозу тематик

Симбіоз за певних умов може стабілізувати популяцію, яка самостійно не здатна відтворюватися в часі.

Цікавим варіантом симбіозу є коливальний характер залежності чисельності й популяцій від часу. Він виникає при малих значеннях діагональних коефіцієнтів. Дві характерні залежності наведені на Рис. 4 та Рис. 5.

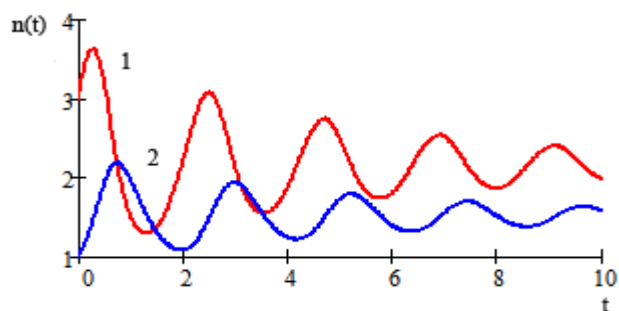


Рис. 4. Симбіоз – затухаючі коливання

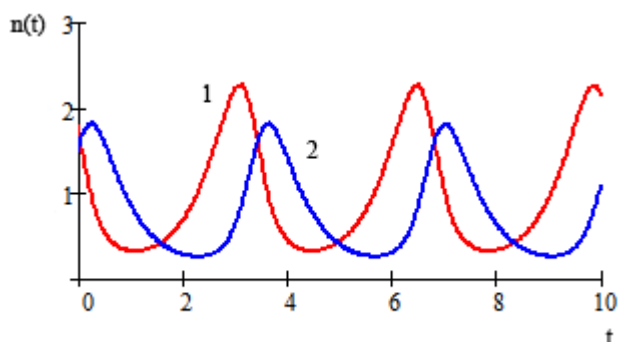


Рис. 5. Симбіоз – автоколивання

Поведінка останніх кривих також означає, що зростання та спад популяції можуть відбуватися і без будь-якого зв'язку зі станом зовнішнього середовища.

#### **Висновки.**

Отже, ми бачимо, що “популяції” – динамічно обновлювані набори документів, що наповнюють інформаційний простір – далеко не завжди мають очікувану поведінку, яка випливає з наших стандартних уявлень про інформаційні процеси.

Підкреслимо, що в таких ситуаціях чисельності популяцій визначаються не лише властивостями самих популяцій (діагональні коефіцієнти  $b_{ii}$ ), а ще й характером їх взаємодії (перехресні коефіцієнти  $b_{ij}$ ). А це підводить нас до основного питання.

Динаміка інформаційних тематичних потоків далеко не завжди визначається змістом відповідних документів.

Якщо видання здійснює жорстку редакційну політику, і хибність може бути встановлена доступними об'єктивними засобами, конкуренція веде до витіснення саме хибної тематики. Але такі умови мають місце далеко не завжди, особливо в мережних ресурсах, сама природа яких – вільне формування контенту. І справа зовсім не в свідомих намірах дезінформувати суспільство. Причиною відхилення від адекватного відображення реальності можуть бути різноманітні чинники – від недостатньої критичності авторів до випадкових помилок. Але як тільки тематика фіксується в мережі, вступають в дію складні нелінійні механізми, і подальший перебіг подій стає непрогнозованим. А одним із проявів цих механізмів може стати стабілізація хибних тематик, що може призвести до явної дезінформації суспільної системи.

#### **Використана література**

1. Gianna M. Del Corso, Antonio Gullí, Francesco Romani. Ranking a stream of news. Proceedings of the 14-th international conference on World Wide Web. Chiba, Japan. – 2005. – P. 97-106.

2. Department of Defense Trusted Computer System Evaluation Criteria - DoD, 1985.
3. Handbook for the Computer Security Certification of Trusted Systems. – NRL Technical Memorandum 5540:062A, 12 Feb. 1996.
4. A Guide to Understanding Covert Channel Analysis of Trusted Systems, NCSC-TG-030, ver. 1. – National Computer Security Center, 1993.
5. Грушо А.А.. Теоретические основы защиты информации / А.А. Грушо, Е.Е. Тимонина. – М. : Агентство “Яхтсмен”, 1996.
6. Брайчевский С.М. Современные информационные потоки : актуальная проблематика / С.М. Брайчевский , Д.В. Ландэ // Научно-техническая информация. Сер. 1. – М., 2005. – № 11. – С. 21-33.
7. Ландэ Д.В. Основы моделирования и оценки электронных информационных потоков : монография / Д.В. Ландэ, В.Н. Фурашев, С.М. Брайчевский, А.Н. Григорьев. – К. : Инжиниринг, 2006. – 176 с.
8. Ландэ Д.В., Снарский А.А., Брайчевский С.М., Дармохвал А.Т. Моделирование динамики новостных текстовых потоков – Интернет-математика 2007 : Сб. работ участников конкурса. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2007. – С. 98-107.
9. Гаузе Г.Ф. Борьба за существование / Г.Ф. Гаузе. – М: УРСС, 2002. – 160 с.
10. Гаузе Г.Ф. Экология и некоторые проблемы происхождения видов / Г.Ф. Гаузе. – [В кн. : Экология и эволюционная теория]. – Л. : Наука, 1984. – С. 5-108.
11. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование. – М. : Наука, 1976.
12. Уильямсон М. Анализ биологических популяций. – М. : Мир, 1975.
13. Malthus T.R. An essay on the principal of Population 1798 (Penguin Books 1970).
14. Verhulst P.F. Notice sur la loi que la population suit dans son accroissement Corr. Math. Et Phys. 10, 18, 113-121.
15. Pearl R. The Introduction to Medical Biometry and Statistics. Philadelphia, 1930; Ibid. The Natural History of Population. L., 1939.

~~~~~ \* \* \* ~~~~~