

## МЕТОД РОЗРАХУНКУ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ ВІД ВЗАЄМОВПЛИВУ КОРИСТУВАЧІВ В СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ

Розглянуті елементи взаємовпливу користувачів в соціальних мережах: показано, що метод аналізу взаємовпливів користувачів, ґрунтується на припущеннях, коли величина впливу залежить від центральності користувачів в соціальній мережі; чим більший консонанс тим вище проявляється характер впливу, взаємовплив являється нелінійною функцією; вказано, що взаємовплив – процес, який має часовий інтервал, розглянута лінійна модель захищеності системи захисту інформації від взаємовпливу користувачів; отримані рівняння захищеності є рівнянням гармонічного осцилятора з затухаючою амплітудою, показана ітерація коливань системи захисту в дорезонансній, резонансній та післярезонансній зонах.

**Ключові слова:** соціальна мережа, користувач, захист інформації, витік інформації, умови стаціонарності, метод «малих відхилень», осцилятор, амплітуда, ітерація

### Вступ

У сучасному світі інформація потребує надійного захисту: від несанкціонованого доступу і поширення, випадкового видалення або зміни. Всі розвинені країни Європи стурбовані проблемою інформаційної безпеки, а також захистом персональних даних громадян країни. Це обумовлено тим, що інформатизація і оцифровка інформації набули широкого поширення у всіх сферах діяльності людини, в тому числі і зберіганні особистих і робочих даних.

Тому захист особистих даних в умовах сучасного інформаційного життя являється чи не найважливішим аспектом у задоволенні безпечного використання усіх можливостей нинішніх технологій. Проблема розрахунку захисту інформації від взаємовпливу користувачів в соціальних мережах для подальшого їх використання в вирішенні задач захисту інформації та персональних даних є актуальною.

### Аналіз літератури

Завдання, щодо розробки методології та методик розрахунку захисту інформації від взаємовпливу користувачів в соціальних мережах, присвячена значна кількість публікацій. Оскільки поняття центральності вершини графа тісно пов'язане з взаємовідносинами та взаємовпливом користувачів в соціальних мережах, то коротко розглянемо історію питання центральності вершин.

Freeman [1] запропонував три різних інтуїтивних поняття центральності, а саме: ступеня, близькість, проміжна центральність, які в основному використовуються для визначення ключових гравців в соціальній мережі. Bonacich [2] [3] запропонував власний вектор центральності для знаходження відносного значення вузла, який використовується для визначення впливу вузла на сусідні вузли. Everett і ін. [4] у своїй роботі, розширили заходи центральності такі як: ступінь, близькість і проміжність з метою застосування їх до груп і класів, а також фізичних осіб. UCINET - інструмент для аналізу соціальних мереж був випущений Everett і ін. [5] з більшістю кількістю необхідних метрик SNA для аналізу даних.

В [6,7] розглянута лінійна модель захищеності системи захисту інформації в соціальних мережах. В [8–12] описані моделі взаємовідносин та взаємовпливу користувачів.

Метод аналізу впливів, ґрунтується на наступних припущеннях:

1. Сила впливу одного фактора на інший за даним шляхом залежить від довжини цього шляху (тобто числа ребер в ньому).

2. Чим більше паралельних впливів (за різними шляхами) існує між факторами, тим сильніше вплив між ними.

### Основна частина

Нехай  $P_{ij}^m$  та  $N_{ij}^m$  – число позитивних і негативних шляхів довжини  $m$ , що йдуть від фактора  $x_i$  до фактору  $x_j$ , відповідно. Тоді сумарні позитивний і негативний вплив фактора  $x_i$  на фактор  $x_j$  визначаються наступним чином:

– позитивний вплив (рис. 1):  $\bar{P}_{ij} = \sum_{m=1}^{\infty} f(m)P_{ij}^m$ , (1)

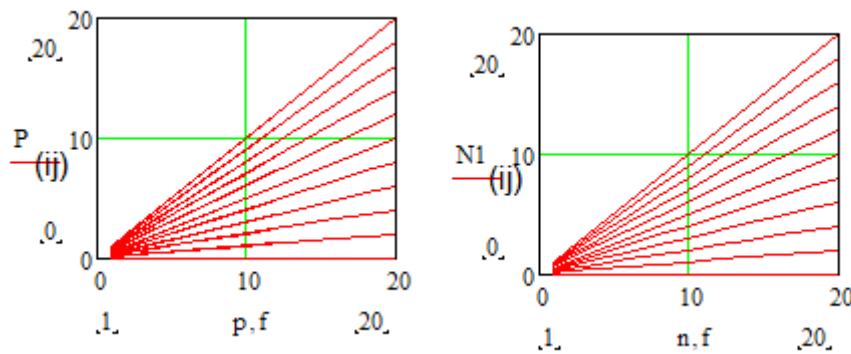
– негативний вплив:  $\bar{N}_{ij} = \sum_{m=1}^{\infty} f(m)N_{ij}^m$

де  $f(m)$  – монотонна функція, яка не спадає від довжини шляху  $m$ , та визначає ступінь ослаблення впливу на шляху від  $x_i$  до  $x_j$ . – число позитивних і негативних шляхів довжини  $m$ , що йдуть від фактора  $x_i$  до фактору  $x_j$ , відповідно.

Для порівняння різних стратегій розглядаються різні варіанти оціночної функції  $V(s_{ij}, c_{ij})$ , де  $s_{ij}$  – сумарний вплив фактора  $i$  на фактор  $j$  та  $c_{ij}$  – консонанс впливу фактора  $i$  на фактор  $j$ , які визначаються з наступних співвідношень:

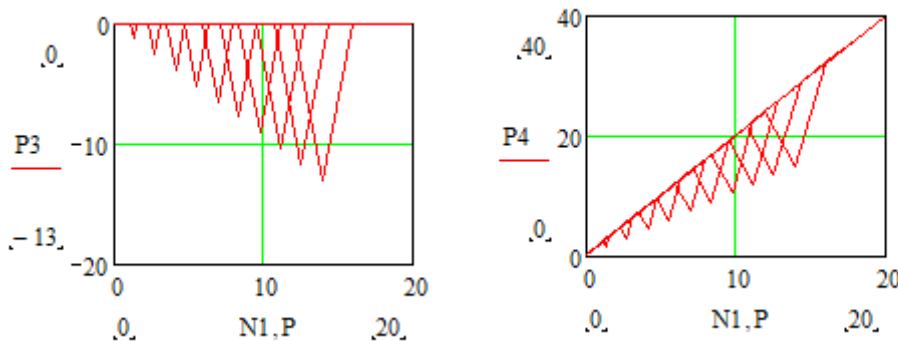
$$s_{ij} = \bar{P}_{ij} + \bar{N}_{ij}, c_{ij} = (\bar{P}_{ij} - \bar{N}_{ij}) / (\bar{P}_{ij} + \bar{N}_{ij}) \quad (2)$$

Консонанс  $c_{ij}$  – це міра відмінності між позитивним і негативним впливом (рис. 2, 3). Чим він більший, тим чіткіше характер впливу. Функція  $V(s_{ij}, c_{ij})$  повинна задовольняти, зокрема, наступним вимогам:



а) б)

Рис. 1 Можливий вплив користувачів а) – позитивний вплив  $f(0, 0.1 \dots 1)$ ,  $p(1, 2 \dots 20)$ , б) негативний вплив  $f(0, 0.1 \dots 1)$ ,  $n(1, 2 \dots 20)$ .



а) б)

Рис. 2 Складові консонанса а)  $C(ij) = P(ij) - N(ij)$ , б)  $C(ij) = P(ij) + N(ij)$

1. Нехай стратегія  $i$  характеризується парою  $(s_{ij}, c_{ij})$ , а стратегія  $i'$  – парою  $(s_{i'j}, c_{i'j})$ . Тоді, якщо  $V(s_{ij}, c_{ij}) > V(s_{i'j}, c_{i'j})$ , то  $i$  краще  $i'$ .

2. Якщо  $c_{ij} = 0$ , то  $V(s_{ij}, c_{ij}) = 0$  при будь-яких  $s_{ij}$ .

3. Якщо  $c_{ij} > 0$ , то  $V(s_{ij}, c_{ij})$  монотонно зростає по обом змінним; якщо  $c_{ij} < 0$ , то  $V(s_{ij}, c_{ij})$  монотонно убыває по обом змінним (рис. 4).

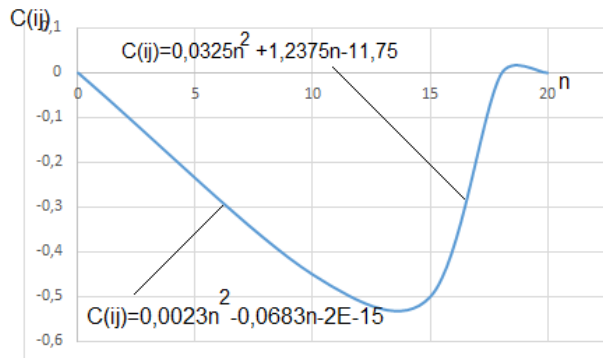


Рис. 3 Зміна консонанса (міра відмінності між позитивним і негативним впливом) від кількості ребер, що сполучають даного користувача ( крива відповідає  $f=1$ , інші значення лежать в межах від кривої до нуля при  $f=0$ ). Розрив кривої першого роду в точці  $n=14$ .

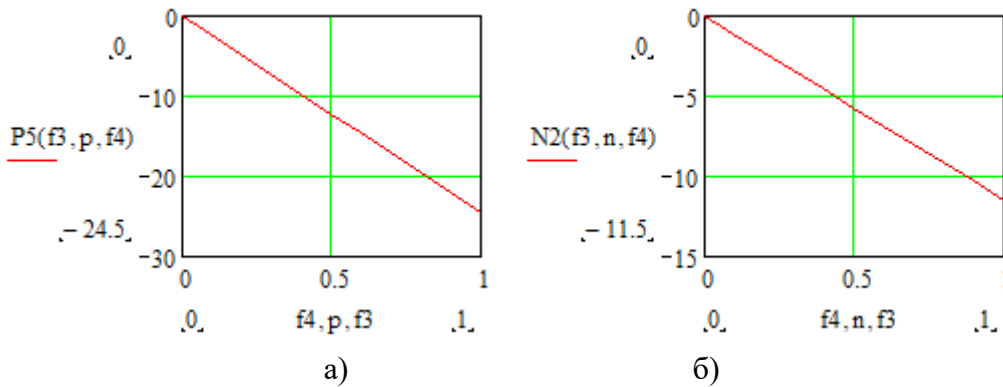


Рис. 4 Можливий вплив користувачів а) – позитивний вплив  $f_4(0, 0.1 \dots 1)$ ,  $p(1, 2 \dots 20)$ ,  $f_3 = \cos(x)$ ,  $(x = -\pi, -\pi + \frac{\pi}{3} \dots 2\pi + \frac{\pi}{3})$ , б) негативний вплив  $f(0, 0.1 \dots 1)$ ,  $n(1, 2 \dots 20)$ ,  $f_3 = \cos(x)$ ,  $(x = -\pi, -\pi + \frac{\pi}{3} \dots 2\pi + \frac{\pi}{3})$

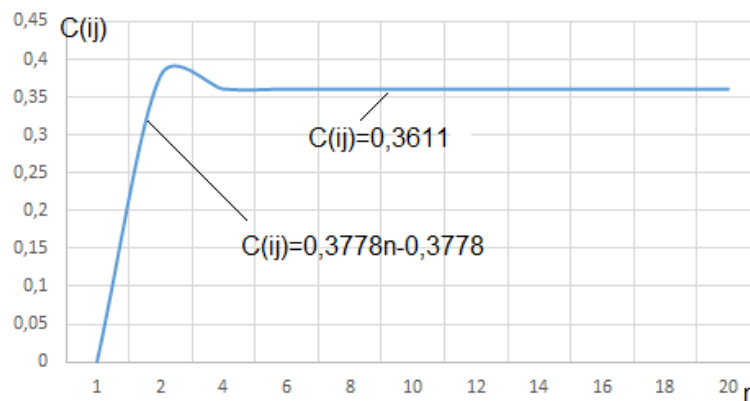


Рис. 5 Зміна консонанса від кількості ребер, що сполучають даного користувача ( крива відповідає  $f_4=1$ , інші значення лежать в межах від кривої до нуля при  $f=0$ ). Розрив кривої першого роду в точці  $n=2,5$ .

У класичному підході до захисту персональних даних розрізняють:

$$T_i = [P_{ij}, N_{ij}] \quad (3)$$

де  $T_i$  – множина загроз від взаємовпливу між користувачами,  $P_{ij}$  – позитивний вплив між користувачами,  $N_{ij}$  – негативний вплив між користувачами.

Втрата такої якості, як взаємовплив – процес, який має часовий інтервал. Позначимо кількість інформації в системі –  $I$ . Потік інформації за межі інформаційної системи через  $dI$ –, швидкість зміни цього потоку –  $\frac{dI}{dt}$ . Логічно, що якщо потік і швидкість зміни потоку дорівнюють нулю, то витоку інформації немає:

$$dI = 0; \frac{dI}{dt} = 0 \quad (4)$$

Від чого може залежати витік інформації? Перш за все від захищеності системи – вжитих заходів з нейтралізації загроз безпеки персональних даних.  $Z$  – показник захищеності інформаційної системи. Складемо рівняння:

$$\frac{dI}{dt} = Z_p Z + (C_v + C_k) I \quad (5)$$

де  $Z_p$  – коефіцієнт, що відображає вплив заходів щодо захисту інформації;  $C_v$  – коефіцієнт, що відображає вплив швидкості витоку персональних даних;  $C_k$  – коефіцієнт, що відображає вплив кількості персональних даних на їх витік.

Інтерпретувати дане рівняння можна наступним чином. Витік інформації залежить:

від розміру інформаційної системи (отже, в якійсь мірі і від кількості персональних даних);

від швидкості витоку персональних даних

витік інформації купірується захищеністю системи (заходами щодо нейтралізації загроз безпеки інформації).

Далі розглянемо, від чого залежить захищеність системи –  $Z$ . Визначимо захищеність системи як здатність системи протистояти несанкціонованому доступу до конфіденційної персональних даних. Отже, захищеність системи буде залежати:

від розмірів системи (як і від кількості персональних даних);

загроз безпеки інформації від взаємовпливу між користувачами.

Складемо рівняння:

$$\frac{dZ}{dt} = (\bar{P}_{ij} - \bar{N}_{ij}) / (\bar{P}_{ij} + \bar{N}_{ij}) - I(C_{d2} + C_{d1}) \quad (6)$$

об'єднаємо рівняння (5) і (6) в систему.

$$\begin{cases} \frac{dI}{dt} = Z_p Z + (C_v + C_K) I \\ \frac{dZ}{dt} = (\bar{P}_{ij} - \bar{N}_{ij}) / (\bar{P}_{ij} + \bar{N}_{ij}) - I(C_{d2} + C_{d1}) \end{cases} \quad (7)$$

Знайдемо стаціонарну позицію системи, що описується рівняннями (7). Умови стаціонарності  $dI = 0; \frac{dI}{dt} = 0$ . Отже:

$$\begin{cases} Z_p \bar{Z} + (C_v + C_K) \bar{I} = 0 \\ (\bar{P}_{ij} - \bar{N}_{ij}) / (\bar{P}_{ij} + \bar{N}_{ij}) - I(C_{d2} + C_{d1}) = 0 \end{cases} \quad (8)$$

З другого рівняння системи слідує:

$$\bar{I} = \frac{(\bar{P}_{ij} - \bar{N}_{ij}) / (\bar{P}_{ij} + \bar{N}_{ij})}{(C_{d2} + C_{d1})} \quad (9)$$

Далі з першого рівняння системи рівнянь (6) знаходимо  $\bar{Z}$ .

$$Z_p \bar{Z} - \frac{(\bar{P}_{ij} - \bar{N}_{ij}) / (\bar{P}_{ij} + \bar{N}_{ij})(C_v + C_k)}{(C_{d2} + C_{d1})} = 0 \quad (10)$$

$$\bar{Z} = \frac{(\bar{P}_{ij} - \bar{N}_{ij}) / (\bar{P}_{ij} + \bar{N}_{ij})(C_v + C_k)}{(C_{d2} + C_{d1})Z_p} \quad (11)$$

Отже, умови позиції стаціонарності системи:

$$\begin{cases} \bar{I} = \frac{(\bar{P}_{ij} - \bar{N}_{ij}) / (\bar{P}_{ij} + \bar{N}_{ij})}{(C_{d2} + C_{d1})} \\ \bar{Z} = \frac{(\bar{P}_{ij} - \bar{N}_{ij}) / (\bar{P}_{ij} + \bar{N}_{ij})(C_v + C_k)}{(C_{d2} + C_{d1})Z_p} \end{cases} \quad (12)$$

Вирішимо систему рівнянь (12) методом «малих відхилень»  $I = \bar{I} + I; Z = \bar{Z} + Z$ ; отже, система рівнянь прийме вигляд:

$$\begin{cases} \frac{dI}{dt} = Z_p (\bar{Z} + Z) + (C_v + C_K)(\bar{I} + I) \\ \frac{dZ}{dt} = (\bar{P}_{ij} - \frac{N_{ij}}{P_{ij}} + \bar{N}_{ij})(C_v + C_k)_i - (\bar{I} + I)(C_{d2} + C_{d1}) \end{cases} \quad (13)$$

$$\begin{cases} \frac{dI}{dt} = (C_{d1} + C_{d2})Z - (C_v + C_K)I \\ \frac{dZ}{dt} = -I(C_{d2} + C_k) + (C_v + C_k)(\bar{P}_{ij} - \frac{N_{ij}}{P_{ij}} + \bar{N}_{ij}) \end{cases} \quad (14)$$

Диференціюючи перше рівняння системи (14) отримуємо:

$$\frac{d^2 I}{dt^2} = -I(C_{d1} + C_{d2})(Z_p - \bar{P}_{ij} - \frac{N_{ij}}{P_{ij}} + \bar{N}_{ij}) - (C_v + C_K) \frac{dI}{dt} \quad (15)$$

$$\frac{d^2 I}{dt^2} + (C_v + C_K) \frac{dI}{dt} + (C_{d1} + C_{d2})(Z_p + (\bar{P}_{ij} - \frac{N_{ij}}{P_{ij}} + \bar{N}_{ij}))I = 0 \quad (16)$$

Рівняння (16) є рівнянням гармонічного осцилятора з затухаючою амплітудою, де:

$$\omega_0 = \sqrt{(C_{d1} + C_{d2})(Z_p + (\bar{P}_{ij} - \frac{N_{ij}}{P_{ij}} + \bar{N}_{ij}))} \quad (17)$$

$$\omega = \sqrt{(C_{d1} + C_{d2})(Z_p + (\bar{P}_{ij} - \frac{N_{ij}}{P_{ij}} + \bar{N}_{ij})) - \frac{(C_v + C_K)^2}{4}} \quad (18)$$

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{(C_{d1} + C_{d2})(Z_p + (\bar{P}_{ij} - \frac{N_{ij}}{P_{ij}} + \bar{N}_{ij})) - \frac{(C_v + C_K)^2}{4}}} \quad (19)$$

$$\beta = \frac{(C_v + C_K)}{2} \quad (20)$$

Рішення рівняння гармонічного осцилятора розпадається на три випадки.

$$1. \quad \beta < \omega_0 : I = A_0 \exp(-\frac{(C_v + C_K)}{2}t) \cos(\sqrt{(C_{d1} + C_{d2})(Z_p + (\bar{P}_{ij} - \frac{N_{ij}}{P_{ij}} + \bar{N}_{ij})) - \frac{(C_v + C_K)^2}{4}}t + \varphi_0) \quad (21)$$

$$2. \quad \beta = \omega_0 : I = (A_0 + B_0 t) \exp(-\frac{(C_v + C_K)}{2}t) \quad (22)$$

$$\beta > \omega_0 : I = A_0 \exp(-y_1 t) + B_0 \exp(-y_2 t)$$

$$3. \quad \text{де} \quad y_{1,2} = \beta \pm \sqrt{\frac{(C_v + C_K)^2}{4} - (C_{d1} + C_{d2})(Z_p + (\bar{P}_{ij} - \frac{N_{ij}}{P_{ij}} + \bar{N}_{ij}))} \quad (23)$$

Ітерація коливань системи захисту в дорезонансній зоні наведена на рис. 6. На рис. 7 та 8 наведено відповідно коливання системи захисту у резонансній та післярезонансній зонах.

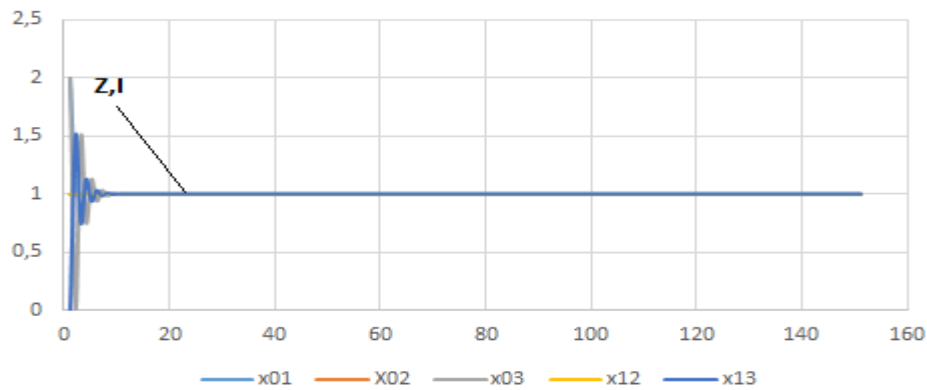


Рис. 6 Коливання системи захисту в дорезонансній зоні

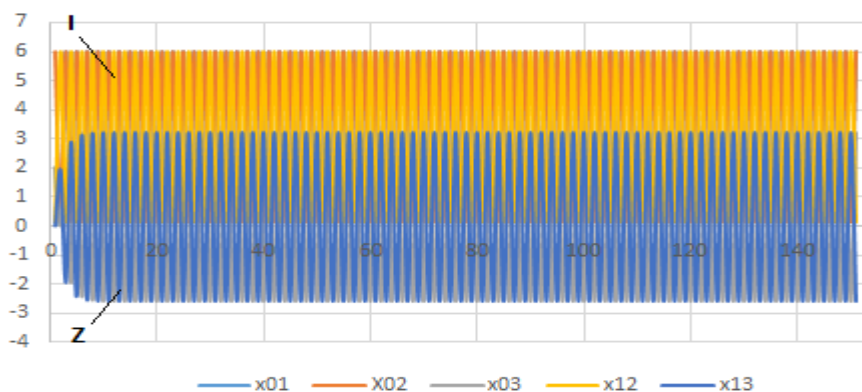


Рис. 7 Коливання системи захисту в резонансній зоні

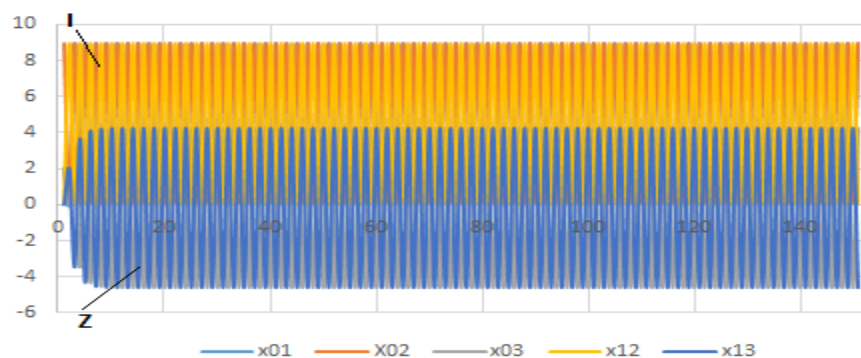


Рис. 8 Коливання системи захисту в післярезонансній зоні

## Висновки

Розроблено метод розрахунку захисту інформації від взаємовпливу користувачів в соціальних мережах який враховує додаткові параметри та ґрунтується на припущеннях, що величина впливу залежить від центральності користувачів в соціальній мережі. Доведено, що чим більший консонанс тим вище проявляється характер впливу. Причому взаємовплив являється нелінійною функцією. Розроблений метод враховує, що взаємовплив – процес, який має часовий інтервал. Додатково розглянута лінійна модель захищеності системи захисту інформації від взаємовпливу користувачів. У результаті розробки отримані рівняння

захищеності, які є рівнянням гармонічного осцилятора з затухаючою амплітудою, показана ітерація коливань системи захисту в дорезонансній, резонансній та післярезонансній зонах.

Отримані за допомогою розробленого методу результати дозволяють підвищити загальний коефіцієнт захисту інформації у соціальних мережах на 8,5 відсотків у порівнянні з існуючими методами. Напрямок подальших досліджень полягає у розробці та удосконаленні моделей захисту інформації в соціальних мережах з урахуванням додаткових параметрів, таких як репутація та довіра користувачів в соціальних мережах.

### Перелік посилань

1. Freeman, Linton C., (1979) "Centrality in social networks conceptual clarification", *Social networks*, Vol. 1, No. 3, pp215-239.
2. Bonacich, Phillip, (1972) "Factoring and weighting approaches to status scores and clique identification", *Journal of Mathematical Sociology*, Vol. 2, No.1, pp113-120.
3. Bonacich, Phillip, (1987) "Power and centrality: A family of measures", *American Journal of Sociology*, pp1170-1182.
4. Everett, Martin G., & Stephen P. Borgatti, (1999) "The centrality of groups and classes", *The Journal of mathematical sociology*, Vol. 23, No.3, pp181-201.
5. Borgatti, Stephen P., Martin G. Everett, & Linton C. Freeman, (2002) "Ucinet for Windows: Software for social network analysis".
6. Laptiev O., Savchenko V., Kotenko A., Akhramovych V., Samosyuk V., Shuklin G., Biehun A. Method of Determining Trust and Protection of Personal Data in Social Networks. *International Journal of Communication Networks and Information Security (IJCNIS)*, Vol. 13, No. 1, 2021. pp.15-21.
7. Ахрамович В. М. Граничні ймовірності станів безпеки персональних даних та взаємодії користувачів в соціальній мережі. / *Magyar Tudományos Journal (Budapest, Hungary)*. No 41 (2020). Pp 25–31. [www.magyar-journal.com](http://www.magyar-journal.com).
8. Ахрамович В. М. Зв'язок та вплив користувачів в соціальних мережах/ *Colloquium-journal (Warszawa, Polska)*. №3 (55), 2020 /Część 1. Pp. 21–25. <http://www.colloquium-journal.org>.
9. Ахрамович В.М.. Модель взаємовідносин користувачів в соціальних мережах/ *Сучасний захист інформації*. К. ДУТ:–2019. –№3.– с. 42–50.
10. Губанов Д. А., Новиков Д. А., Чхартишвили А. Г. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства. М.: Издательство физико–математической литературы, 2010.
11. Губанов Д.А., Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства. – М.: Издательство физико–математической литературы, 2010. – 228 с.
12. Зуев А.С., Федянин Д.Н., Модели управления мнениями агентов в социальных сетях, электронный научный журнал: управление экономическими системами, 2011г. 37с.

Надійшла: 14.01.2021

Рецензент: д.т.н., професор Вишнівський В.В.