

Гізун А.І., к.т.н.,
orcid.org/0000-0002-2974-6987,
e-mail: andriy.gizun@npp.nau.edu.ua,
Грига В.С., PhD (комп'ютерні науки),
orcid.org/0000-0002-1408-5805,
e-mail: vladyslav.griga@npp.nau.edu.ua

АНАЛІЗ ДЕЯКИХ ВІДОМИХ МОДЕЛЕЙ ПОШИРЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ В СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ В АСПЕКТІ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОТИБОРСТВА

Національний авіаційний університет

Вступ

Соціальна мережа – це певне соціальне об'єднання, яке утворене індивідами за певними зв'язками, взаємовідносинами; соціальна (соціально-інформаційна) структура, утворена індивідами або організаціями. Вперше термін було запропоновано в 1954 році Дж. А. Барнесом [1]. З початку 2000-их рр. в мережі Інтернет з'явилися ресурси, які дозволяють обмінюватися повідомленнями, переглядати різні види контенту, створювати різноманітні спільноти за інтересами. З кожним роком популярність таких ресурсів збільшується і вони перетворюються на великі майданчики поширення інформації з надзвичайно низькою «точкою входу» (будь-хто може створити інформаційну сторінку та поширювати власний контент або інформацію з власною інтерпретацією), поступово витісняючи з джерел отримання інформації традиційні, такі як телебачення, ЗМІ тощо. Таким чином соціальні мережі можуть стати як майданчиками так і інструментарієм інформаційного протиборства [14].

Тому виникає проблема в розумінні механізмів поширення інформації в соціальних мережах та взагалі аналізу їх роботи.

Мета

Метою є аналіз сучасних моделей організації соціальних мереж та поширення в них інформації, оцінка можливості застосування таких моделей для задач управління інформаційно-психологічними впливами (їх виявлення, ідентифікація, оцінка, нейтралізація).

Основна частина

Першим інтернет-ресурсом, який мав набір функцій соціальних мереж став сайт *classmates.com*, який було створено в 1995 році. Наступним став сайт *SixDegrees.com*, створений у 1997 році. З 2001 року такі ресурси розпочали широко застосовувати технологію «коло друзів» для залучення нових користувачів та об'єднання їх у соціальні спільноти. Найбільш популярним ресурсом, який одним із перших використовував технологію залучення користувачем своєї аудиторії став *Friendster*. У 2004 році була створена найбільша соціальна мережа за кількістю користувачів у світі – *Facebook*. У 2022 році кількість щоденних користувачів мережі *Facebook* досягла понад 2 млрд. За цей час *Facebook* перетворився з соціальної мережі на велику платформу для поширення інформації, пропагування ідей, а її засновник та власник Марк Цукерберг на одного із найвпливовіших людей сучасного світу. Її вплив важко переоцінити, оскільки через дану соціальну мережу розвивалися та координувалися революційні події під час «Арабської весни» в 2011 році, її механізми таргетування інформації широко використовуються під час різних виборчих процесів, а апогеєм стали президентські вибори в США в 2016 році. Після цих подій компанія неодноразово змінювала правила модерації та поширення контенту [1].

Крім власне мережі *Facebook* існують і інші популярні соціальні сервіси, зокрема, *Google* також пропонує вебсайт із можливостями роботи із соціальними

мережами *orkut*, який було запущено в 2004 році. Соціальні мережі почали розглядатись як складова інтернет-стратегії приблизно в той самий час: в березні 2005, *Yahoo* запустила *Yahoo! 360*, а в липні 2005 *News Corporaion* запустила *MySpace*.

Соціальні мережі також можуть організовуватись навколо ділових стосунків, як, наприклад, у випадку *LinkedIn* чи *XING*.

Більшість соціальних мереж в Інтернеті є публічними, дозволяючи будь-кому приєднатись. Деякі організації, такі як великі корпорації, також мають доступ до приватних служб соціальних мереж, наприклад *Enterprise Relationship Management*. Вони встановлюють ці програми на власних серверах та надають можливість робітникам оприлюднювати свої мережі контактів та відносин із зовнішніми особами та компаніями [1].

Повномасштабне вторгнення рф в Україну призвело до різкого зростання використання соціальних мереж як джерела новин. Серед 76,6% громадян України, які використовують соціальні мережі як джерело інформації, 66% обирають *Telegram*, 61% – *YouTube*, 58% – *Facebook* [2].

На сьогодні існує велика кількість моделей організації соціальних мереж [3-5] та моделей поширення інформації в них [6-8]. Розглянемо деякі з них.

Індійські науковці В. Анантхасвами та Б. Сітхалакшмі представляють

поширення інформації в соціальних мережах через математичні моделі поширення інфекційних захворювань [9]. Вони запропонували модель *S-SEIR*, яка враховує цінність інформації та поведінку користувачів через аналіз режиму поширення інформації у різних соціальних мережах. Відповідно до цієї моделі науковці визначають взаємодію користувачів у соціальних мережах як взаємодію між вузлами. Такі вузли класифікуються на чотири категорії відповідно до поширення: вузол публікації, комунікаційний вузол, імунний вузол та «інфікований» вузол. Комунікаційний вузол отримує повідомлення від сусідніх вузлів і має здатність поширювати інформацію на веб-сайті або за його межами. Імунний вузол отримує повідомлення від сусідів, але без поширення інформації. «Інфікований вузол» не отримує та не переглядає інформацію від свого сусіда тимчасово, але має можливість отримати повідомлення.

Модель поширення інформації в соціальних мережах *S-SEIR* представлена на рис. 1. Тут α – це значення ймовірності переходу $S \rightarrow R$; θ – значення ймовірності переходу $E \rightarrow R$; ψ – значення ймовірності переходу $S \rightarrow E$; β – значення ймовірності переходу $E \rightarrow I$; δ_1 – значення ймовірності повернення $I \rightarrow S$; δ_2 – значення ймовірності повернення $I \rightarrow E$; δ_3 – значення ймовірності переходу $I \rightarrow R$.

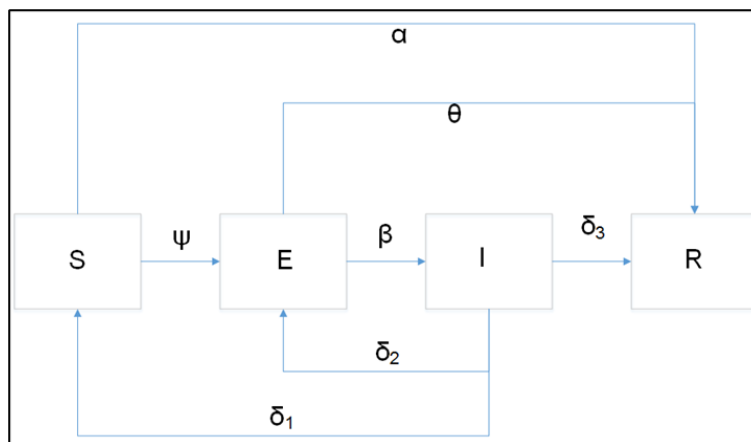


Рис. 1. Модель поширення інформації в соціальних мережах *S-SEIR*

Китайські дослідники Джиан Донг, Бін Чен, Хуан Ай та Фанг Жанг

пропонують зображувати процес поширення інформації в соціальних мережах як

неоднорідну стохастичну епідемічну модель

SVFR [10]. У даній моделі кожен користувач може перебувати в чотирьох станах, включаючи сприйняття (*S*), перегляду (*V*), передачі (*F*) та ізоляції (*R*). Перехід станів можна зобразити на рисунку 2. Процес розповсюдження інформації можна описати наступним чином:

1) на кроці $t = 0$ вузол вибирається як початковий (джерело інформації) та встановлюється в стан *F*, поки інші вузли встановлюються в стан *S*;

2) на будь-якому наступному кроці t кожен вузол у стані *S* має імовірність λ для перегляду інформації та зміни стану вузла на *V* на кроці $t+1$, якщо він має сусіда

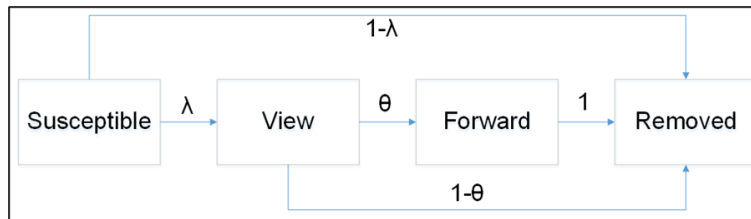


Рис. 2. Перехід станів моделі *SVFR*

У загальному в моделі *SIR* припускається, що кожен користувач може перебувати в одному з трьох станів:

1) *S* (*Susceptible*) – особа, яка ще не отримала інформацію, але може вразитися нею.

2) *I* (*Infected*) – особа, яка вже отримала інформацію та поширює її серед інших.

3) *R* (*Recovered*) – особа, яка отримала інформацію і більше не бере участі в процесі розповсюдження.

Динаміка поширення моделі *SIR* може бути описана наступними диференціальними рівняннями:

Рівняння *Susceptible* (*S*):

$$\frac{dS}{dt} = -\beta * S * I,$$

де β – коефіцієнта передачі інформації, S – кількість осіб, які ще не отримали інформацію, а I – кількість осіб, які отримали інформацію.

Рівняння *Infected* (*I*):

$$\frac{dI}{dt} = \beta * S * I - \gamma * I,$$

в стані *F*. Крім того, кожен вузол у стані *V* має імовірність θ для пересилання інформації і переходу у стан *F* на кроці $t+1$. Кожен вузол у стані *S* має ймовірність $1 - \lambda$ для ігнорування інформації та кожен вузол у стані *V* має імовірність $1 - \theta$ для не передавання інформації.

3) кожен вузол у стані *F* буде перетворений у стан *R* в залежності від часу. У цьому процесі усі зв'язки перегляду та пересилання інформації будуть записані. Починаючи з інформації джерела, увесь інформаційний каскад може бути побудований відповідно до відносин.

Подібною є модель *SIR* [10], яка також базується на підходах, запозичених з медичної епідеміології.

де γ – коефіцієнт відновлення (залежить від часу, який особа залишається в стані *I*).

Рівняння *Recovered* (*R*):

$$\frac{dR}{dt} = \gamma * I.$$

Ці рівняння описують, як кількість осіб в станах *S*, *I* і *R* змінюється з часом. Зазвичай модель починається з початкового числа осіб, які отримали інформацію, а потім відстежується, як інформація розповсюджується серед інших користувачів з часом.

Ця модель може бути розширена для врахування більш складних факторів, таких як контакт між користувачами, вплив впливових осіб та інші. Але базова модель *SIR* надає загальний каркас для вивчення розповсюдження інформації в соціальних мережах.

Модель Вірусного Поширення (*SIR*) та її різні варіації мають кілька переваг при вивченні розповсюдження інформації в соціальних мережах:

Модель *SIR* має просту математичну структуру і легко зрозуміти. Це робить її

доступною для використання та інтерпретації навіть людям без глибоких знань в області математики та статистики.

Модель *SIR* може бути використана для передбачення того, як швидко інформація поширюватиметься в мережі, і для визначення того, чи виникає епідемія (в даному випадку – поширення інформації) в мережі. Це корисно для розробки стратегій контролю та оптимізації поширення інформації.

Модель *SIR* може допомогти визначити, які інтервенції або заходи можуть бути ефективними для зменшення поширення інформації в мережі. Наприклад, вона може вказати, наскільки ефективно буде обмеження доступу до інформації для певних користувачів або вплив на впливових осіб.

Модель *SIR* дозволяє ідентифікувати впливових користувачів, які можуть відігравати ключову роль у розповсюдженні інформації в мережі. Це важливо для маркетингових кампаній та стратегій впливу.

За допомогою моделі *SIR* можна аналізувати різні сценарії розповсюдження інформації, включаючи варіанти зміни параметрів, такі як коефіцієнти передачі та відновлення, для прогнозування можливого впливу на розповсюдження.

Модель вірусного поширення (*SIR*) та її варіації мають кілька недоліків та обмежень, які важливо враховувати при їхньому використанні:

Спрощена структура: модель *SIR* базується на спрощених припущеннях про розповсюдження інформації та не враховує багато складних аспектів реальних соціальних мереж, таких як взаємодія між користувачами, різноманітність інформаційних вмістів та інші фактори.

Неоднорідність мережі: модель *SIR* припускає, що кожен користувач має однакову ймовірність інфікування, що не відповідає реальній ситуації, де деякі користувачі можуть бути більш впливовими або активними в поширенні інформації.

Вимоги до даних: для використання моделі *SIR* потрібні точні дані про початковий стан мережі та параметри моделі,

такі як коефіцієнти передачі та відновлення. Отримання цих даних може бути важким завданням, особливо в реальних соціальних мережах.

Часові обмеження: модель *SIR* припускає сталий коефіцієнт відновлення для інфікованих осіб, що не завжди відповідає реальності, де тривалість інфікованості може змінюватися з часом.

Відсутність динаміки мережі: модель *SIR* не враховує можливих змін у мережі з часом, таких як з'явлення нових користувачів, зміна зв'язків або зникнення користувачів.

Неможливість передбачити поведінку користувачів: модель *SIR* не враховує індивідуальні особливості користувачів та їхню поведінку, що може суттєво впливати на розповсюдження інформації.

Низька точність для комплексних мереж: у складних соціальних мережах з великою кількістю взаємодій модель *SIR* може бути недостатньою для точного моделювання розповсюдження інформації.

З урахуванням цих обмежень, модель *SIR* корисна як базовий інструмент для вивчення розповсюдження інформації в соціальних мережах, але для більш точних та реалістичних результатів часто використовують більш складні моделі та аналізують додаткові фактори.

Іншою моделлю поширення інформації в соціальних мережах є *Independent Cascade* – стохастична модель для моделювання розповсюдження інформації в соціальних мережах [11]. У цій моделі припускається, що поширення інформації залежить від ймовірностей активації кожного зв'язку між користувачами. Основна ідея полягає в тому, що інформація може бути передана від одного користувача до іншого з певною ймовірністю, і цей процес відбувається стохастично.

У моделі *Independent Cascade* ми маємо граф соціальної мережі, представлений вузлами (користувачами) і ребрами (зв'язками між користувачами). Кожен зв'язок має власну ймовірність передачі інформації від одного користувача до іншого. Коли користувач активується

(наприклад, через отримання інформації від іншого активованого користувача), він може спробувати активувати своїх сусідів згідно з відповідними ймовірностями.

Ймовірність активації зв'язку (ребра) між користувачами позначається наступним чином:

$$\rho_{u \rightarrow v}$$

Дана ймовірність позначає наскільки ймовірно користувач u активує користувача v .

Для початку моделі ми визначаємо початковий стан графу, де певні користувачі активовані (знають інформацію), інші – ні. Далі процес розповсюдження відбувається в декілька ітерацій:

1. користувач u намагається активувати користувача v з ймовірністю:

$$\rho_{u \rightarrow v};$$

2. якщо спроба активації вдається і користувач u активував користувача v , то він стає активованим;

3. процес продовжується для всіх активованих користувачів, які можуть спробувати активувати своїх сусідів.

У моделі *Independent Cascade* можна використовувати різні стратегії активації користувачів і вивчати розповсюдження інформації через граф соціальної мережі в стохастичних умовах.

Модель *Independent Cascade* має кілька переваг і важливих застосувань у вивченні та моделюванні розповсюдження інформації в соціальних мережах:

Стохастичний характер: Модель *Independent Cascade* дозволяє враховувати стохастичний характер розповсюдження інформації. Вона враховує той факт, що активація користувачів та поширення інформації можуть бути випадковими та варіювати з ітерації в ітерацію.

Простота і інтерпретованість: модель *Independent Cascade* має просту структуру, що робить її легкою для розуміння і інтерпретації. Вона може бути використана як введення для вивчення процесів розповсюдження інформації в соціальних мережах.

Моделювання впливу зв'язків: модель *Independent Cascade* враховує вплив зв'язків між користувачами (інтерації між ними). Вона враховує ймовірність передачі інформації через конкретні зв'язки, що важливо для аналізу та передбачення поширення інформації.

Моделювання поширення застосунків: модель *Independent Cascade* може бути застосована для вивчення поширення не лише інформації, але і вірусів, ідей, рекламних кампаній та інших елементів в соціальних мережах. Це корисно для маркетингу та реклами.

Аналіз стратегій впливу: за допомогою моделі *Independent Cascade* можна аналізувати різні стратегії активації користувачів для максимізації поширення інформації або інших елементів.

Пошук впливових користувачів: модель *Independent Cascade* може допомогти ідентифікувати впливових користувачів, які можуть відігравати ключову роль у розповсюдженні інформації в соціальній мережі.

Загалом, модель *Independent Cascade* є важливим інструментом для дослідження розповсюдження інформації та впливу в соціальних мережах, особливо коли важливо враховувати випадковий та стохастичний характер таких процесів.

Модель *Independent Cascade*, хоча і корисна для дослідження розповсюдження інформації в соціальних мережах, також має свої недоліки і обмеження:

Спрощені припущення: модель *Independent Cascade* припускає, що поширення інформації відбувається лише через безпосередні зв'язки між користувачами та випадково. В реальних соціальних мережах інформація може поширюватися більш складними шляхами, враховуючи вплив впливових користувачів і глобальні фактори.

Якість даних: для точного моделювання розповсюдження інформації через модель *Independent Cascade* потрібні точні дані про зв'язки між користувачами та їхній характер. Отримання таких даних може бути важким завданням.

Залежність від параметрів: ефективність моделі *Independent Cascade* значно залежить від правильного визначення параметрів, таких як ймовірності активації зв'язків між користувачами. Недостатньо точні параметри можуть призвести до неточних результатів.

Модель не враховує можливі зміни в структурі соціальної мережі з часом, такі як поява нових користувачів або зміни в зв'язках між користувачами.

Модель не враховує індивідуальні особливості користувачів та їхню поведінку, що може важливо впливати на розповсюдження інформації.

Модель *Independent Cascade* не дозволяє в моделюванні різноманітних сценаріїв інтервенцій або зміни стратегій активації користувачів.

Модель широкого поширення (*Wide-Spread Model*), також відома як модель масового поширення або модель гомогенного поширення, є простою і спрощеною моделлю для дослідження розповсюдження інформації в соціальних мережах [12]. У цій моделі передбачається, що інформація, що поширюється, досягає всіх користувачів, які знаходяться в безпосередній близькості до того, хто почав поширення.

У цій моделі граф може бути представлений у вигляді матриці суміжності. Матриця суміжності для моделі *Wide-Spread* (модель масового поширення) буде мати специфічну структуру, оскільки вона припускає, що інформація поширюється від одного користувача до всіх його безпосередніх сусідів. У такому випадку, матриця суміжності буде мати тільки ненульові значення на діагоналі та у рядках і стовпцях, що відповідають безпосереднім сусідам кожного користувача.

Розглянемо приклад графа з трьома користувачами (вузлами) і зв'язками між ними. Припустимо, що ми маємо користувачів *A*, *B* і *C*, і їх зв'язки представлені так:

1. користувач *A* з'єднаний з користувачем *B* і *C*.

2. користувач *B* з'єднаний з користувачем *A* і *C*.

3. користувач *C* з'єднаний з користувачем *A* і *B*.

Модель розпочинається з початкового користувача, який знає інформацію (ініціатора поширення), інші користувачі не мають інформації.

У цій моделі припускається, що інформація передається з одного користувача до всіх його безпосередніх сусідів. Інформація широко поширюється від початкового користувача на всіх його безпосередніх сусідів у кожному кроці.

Модель завершується, коли всі користувачі, які можуть бути активовані, вже знають інформацію, і більше немає нових активованих користувачів.

Модель *Wide-Spread* дуже спрощена і не враховує багато аспектів реального розповсюдження інформації, такі як вплив впливових користувачів або випадковість процесу.

Українським науковцем Сергієм Базарним було розроблено метод виявлення агентів соціальних мереж, що мають найбільший вплив, який ґрунтується на моделі впливових користувачів (*Influential Users*) [13]. Відповідно до цього метод надає можливість встановити хто є першоджерелом інформації, в який спосіб вона розповсюджується, виявити агентів, які сприяють поширенню та встановити найбільш ефективних агентів. У методі застосовано контент аналіз та метрики, які враховують кількість публікацій агента та реакцію на них інших користувачів, а в якості системи моніторингу є контент аналіз.

Підсумовуючи огляд названих моделей надамо коротке резюме щодо можливості їх застосування для вирішення задач управління інформаційними та інформаційно-психологічними впливами, які узгоджуються з функціоналом системи управління інформаційним впливом, представленої в [15] на базі методу виявлення та оцінювання інформаційно-психологічного впливу в інформаційному середовищі (соціальних мережах), описаного в [16] (табл).

Таблиця. Оцінка можливості застосування моделей поширення інформації в соціальних мережах в аспекті інформаційного-протиборства

Модель	Актори	Переваги при застосуванні моделі в аспекті управління інформаційно-психологічними впливами	Переваги при застосуванні моделі в аспекті управління інформаційно-психологічними впливами
<i>S-SEIR</i>	Вузол публікації, комунікаційний вузол, імунний вузол, «неінфікований» вузол	Враховує цінність інформації та поведінку користувачів через аналіз режиму поширення інформації	Відсутні механізми контролю контексту інформації; зміна класу вузла не передбачена, тобто вони є статичними; вузли рівноцінні за впливом.
<i>SVFR</i>	Комунікаційні вузли в чотирьох можливих станах: сприйняття (<i>S</i>), перегляду (<i>V</i>), передачі (<i>F</i>), ізоляції (<i>R</i>)	Можливі переходи між станами, що носять ймовірнісний характер, тобто модель є динамічною	Складність визначення адекватних ймовірнісних параметрів; не враховуються характеристики інформації, її контекст.
<i>SIR</i>	Комунікаційні вузли в трьох можливих станах: сприйняття (<i>S</i>), інфікування (<i>I</i>), одужання (<i>R</i>)	Може бути розширена для врахування більш складних факторів, таких як контакт між користувачами, вплив впливових осіб та інші – нерівноцінні вузли; забезпечує прогнозування швидкості поширення і його контроль (заходи з нейтралізації / припинення поширення інформації), дає можливість ідентифікувати критичні вузли.	Базова модель <i>SIR</i> надає загальний каркас для вивчення розповсюдження інформації в соціальних мережах, не враховує вміст інформації, множинність та хаотичність контактів; користувачі (вузли) рівноцінні за впливом, за критичністю сприйняття; складність визначення адекватних початкових параметрів моделі.
<i>Independent Cascade</i>	Довільні користувачі	Враховує ймовірнісний характер поширення інформації; дає можливість ідентифікації конкретного каналу зв'язку; непрямо забезпечує ідентифікацію впливових користувачів.	Не враховує опосередковану та непряму передачі інформації; складність визначення початкової структури мережі (зв'язки між вузлами) та ймовірнісних характеристик; абсолютно статична та негнучка.
<i>Wide-Spread Model</i>	Довільні користувачі	Простота моделі	Дуже спрощена і не враховує багато аспектів реального розповсюдження інформації
Модель впливових користувачів	Агенти, які продукують та поширюють інформацію	Врахування конверсії між публікацією та користувачами, що дозволяє ефективно коригувати інформаційну кампанію	Дана модель є вразливою для бот-мереж, які можуть спеціально поширювати конкретну інформацію. Тому доцільно разом застосовувати системи виявлення та блокування бот-мереж, що нагромаджують загальну роботу.

Висновки

Як бачимо з дослідження тема аналізу поширення інформації в соціальних мережах не є поширеною серед науковців. Проте виділяють наступні моделі поширення інформації в соціальних мережах:

Модель вірусного поширення (*SIR*) – стохастична модель, в якій виділяють три стани вузлів: сприйняття, інфікування, одужання, що дає можливість ідентифікації критичних вузлів та прогнозування швидкості поширення інформації, безпосереднього впливу на процес поширення;

Модель *SEIR* модель схожа до *SIR*, але в ній інфікована особа може повертатися в стан схильності (*Susceptible*) після одужання, а не переходить в стан відновлення (*Recovered*). Ця модель може

відображати ситуації, де інформація поширюється через взаємодію користувачів без стійкого імунітету;

Модель *SVFR*: У цій моделі додається додатковий стан (*Exposed*), що відображає осіб, які отримали інформацію, але не почали її поширювати. Ця модель дозволяє враховувати інкубаційний період перед початком розповсюдження;

Модель *Independent Cascade*: стохастична модель, яка припускає, що поширення інформації залежить від ймовірностей активації кожного зв'язку між користувачами. Вона дозволяє моделювати необов'язкову передачу інформації;

Модель широкого поширення (*Wide-Spread*): модель припускає, що інформація

може бути поширена на кілька шляхів через різні соціальні зв'язки користувачів;

Модель впливових користувачів (*Influential Users*): у цій моделі враховується вплив впливових користувачів, які мають більший потенціал впливу на інших користувачів у мережі.

Отже, описані моделі можуть бути застосовані при вирішенні задач управління інформаційними та інформаційно-психологічними впливами, хоча мають певні недоліки, які однак можна усунути врахувавши або різномірність акторів моделі, або забезпечивши захист від втручання ззовні залежно від конкретної моделі.

Література

1. Палій С. В. Соціальні мережі як засіб комунікації електронного навчання. *Управління розвитком складних систем*. 2013. №13. С. 152–156.
2. Медіаспоживання українців в умовах повномасштабної війни. Опитування ОПОРИ. URL: https://www.oporaua.org/polit_ad/mediaspozivannia-ukrayintsiv-v-umovakh-povnomasshtabnoyi-viini-opituvannia-opori-24068 (дата звернення: 02.02.2024).
3. Taylor S. J. et al. Identity effects in social media. *Nature Human Behaviour*. 2023. Vol. 7, no. 1. P. 27–37.
4. González-Bailón S., Lelkes Y. Do social media undermine social cohesion? A critical review. *Social Issues and Policy Review*. 2023. Vol. 17, no. 1. P. 155–180.
5. Harriger J. A., Thompson J. K., Tiggemann M. TikTok, TikTok, the time is now: Future directions in social media and body image. *Body Image*. 2023. Vol. 44. P. 222–226.
6. Paul S., Das S. Investigating information dissemination and citizen engagement through government social media during the COVID-19 crisis. *Online Information Review*. 2023. Vol. 47, no. 2. P. 316–332.
7. Shi J. et al. Determinants of users' information dissemination behavior on social networking sites: An elaboration likelihood model perspective. *Internet Research*. 2018. Vol. 28, no. 2. P. 393–418.
8. Prier J. Commanding the trend: Social media as information warfare. *Information warfare in the age of cyber conflict* / ed. by C. Whyte, A. T. Thrall, B. M. Mazanec. Oxon, 2020. P. 88–113.
9. Ananthaswamy V., Seethalakshmi B. Mathematical analysis of information dissemination model for social networking services. *American Journal of Modeling and Optimization*. 2015. Vol. 3, no. 1. P. 26–34.
10. Dong, J. et al. The analysis of influencing factors of information dissemination on cascade size distribution in social networks. *IEEE Access*. 2018. Vol. 6. P. 54185–54194.
11. Zhou F. et al. A survey of information cascade analysis: Models, predictions, and recent advances. *ACM Computing Surveys (CSUR)*. 2021. Vol. 54, no. 2. P. 1–36.
12. Wang L. et al. Influence spread in geo-social networks: a multiobjective optimization perspective. *IEEE Transactions on Cybernetics*. 2019. Vol. 51, no. 5. P. 2663–2675.
13. Базарний С. Метод виявлення агентів соціальних мереж, що мають найбільший вплив. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. 2023. №46/1. С. 145–150.
14. Гізун А., Гріга В. Аналіз сучасних теорій інформаційно-психологічних впливів в аспекті інформаційного протиборства. *Безпека інформації*. 2016. №22/3. С. 272–282.
15. Zahran B. et al. Developing an expert system for assessment of information-psychological influence. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*. 2019. Vol. 15, no. 3. P. 1571–1577.
16. Gizun A. et al. Method of informational and psychological influence evaluation in social networks based on fuzzy logic. *1st International Workshop on Control, Optimization and Analytical Processing of Social Networks (COAPSN-2019)* : proceedings, Lviv, Ukraine, May 16-17, 2019 / Lviv Polytechnic National University. 2019. P. 1–11. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2392/paper1.pdf>.

Гізун А.І., Гріга В.С.

АНАЛІЗ ДЕЯКИХ ВІДОМИХ МОДЕЛЕЙ ПОШИРЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ В СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ В АСПЕКТІ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОТИБОРСТВА

Соціальні мережі стали практично незамінним джерелом інформації та комунікації у щоденному житті мільйонів громадян. Від зародження поняття в 1950-их роках ХХ століття вони пройшли великий шлях від визначення певних соціальних груп за інтересами до сучасних Інтернет платформ, із перспективою подальшого розвитку до метаплатформ. Зі своїм розвитком соціальні мережі стали головним майданчиком поширення різної інформації та одним із основних чинників впливу на суспільство під час виборчих процесів, революційних подій та військових конфліктів. Для того, щоб вести інформаційну кампанію або захищатися в соціальних мережах необхідно розуміти принципи поширення інформації у них.

На основі аналізу моделей поширення інформації в соціальних мережах виділено найбільш ключові з них. У дослідженні розглянуто наступні моделі поширення інформації в соціальних мережах: Модель вірусного поширення (SIR), Модель SEIR; Модель Independent Cascade; Модель широкого поширення (Wide-Spread); Модель впливових користувачів (Influential Users). Результати аналізу дали можливість оцінити придатність даних моделей для вирішення задач управління інформаційно-психологічним впливом.

Ключові слова: соціальна мережа; поширення інформації; інформаційний вплив; моделі поширення.

Gizun A.I., Hriha V.S.

ANALYSIS OF SOME WELL-KNOWN MODELS OF INFORMATION SPREAD IN SOCIAL NETWORKS IN THE ASPECT OF INFORMATION WARFARE

Social networks have become an almost indispensable source of information and communication in the daily life of millions of people. From the birth of the concept in the 1950s, they have come a long way from defining certain social groups by interests to modern Internet platforms, with the prospect of further development to meta-platforms. With its development, social networks have become the main platform for the distribution of various information and one of the main factors of influence on society during election processes, revolutionary events and military conflicts. In order to conduct an information campaign or defend oneself in social networks, it is necessary to understand the principles of information dissemination in them.

On the basis of the analysis of models of information distribution in social networks, the most key ones have been selected. The following models of information dissemination in social networks are considered in the study: Model of viral distribution (SIR), SEIR model; Independent Cascade model; Wide-Spread Model; Influential Users Model. The results of the analysis made it possible to assess the suitability of these models for solving the problems of managing informational and psychological influence.

Keywords: social network; information dissemination; information influence; distribution models.