

Фізико-математичні науки

УДК 65.51

Савчук Олександр Васильович

аспірант

Національного університету «Острозька академія»

Savchuk Oleksandr

Postgraduate Student of the

National University of Ostroh Academy

**ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МОДИФІКОВАНОЇ МОДЕЛІ SIR
ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ НЕПРАВДИВОЇ ІНФОРМАЦІЇ
В БАНКУ**

**SPECIFICS OF USING THE MODIFIED SIR MODEL FOR MODELING
THE SPREAD OF FALSE INFORMATION IN A BANK**

***Анотація.** У статті представлено опис використання моделі поширення епідемій SIR, виділено особливості її застосування для моделювання поширення неправдивої інформації. Також представлено фактори, що можуть нести вплив на можливе поширення неправдивої інформації у контексті банківської установи та представлено модифіковану SIR-модель з врахуванням цих факторів.*

***Ключові слова:** модель поширення епідемії, SIR-модель, інформаційна безпека банку, неправдива інформація, математичне моделювання.*

***Summary.** The article describes the use of the SIR epidemic spread model and highlights the specifics of its use for modelling the spread of false information. The article also presents the factors that may have an impact on the possible spread of*

false information in the context of a banking institution and presents a modified SIR model with due regard for these factors.

Key words: *epidemic spread model, SIR model, bank information security, false information, mathematical modeling.*

Постановка проблеми. Поширення неправдивої інформації стало серйозною проблемою для багатьох організацій у сучасну цифрову епоху, в тому числі і для банків. Неправдива інформація може мати негативні наслідки, такі як фінансові втрати, шкода репутації та юридична відповідальність. Точні моделі, які можуть передбачити, як неправдива інформація поширюватиметься в організації, є важливими для успішної боротьби з її розповсюдженням.

Щоб зрозуміти, як поширюються інфекційні хвороби, епідеміологи часто застосовують модель поширення епідемій SIR. Вона також використовується для моделювання того, як ідеї та інформація поширюються через соціальні мережі. У цьому дослідженні модель епідемії SIR буде використана для моделювання того, як неправдива інформація поширюється в банку.

У моделі SIR є певні обмеження, особливо щодо моделювання розповсюдження неправдивої інформації. Інфекційні захворювання або навіть правдива інформація не завжди поширюються так само, як неправдива. Для вирішення цієї проблеми, до моделі буде залучено додаткові змінні, які допоможуть досягти більшої точності результатів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Загалом, науковці описують особливості застосування моделей для прогнозування поширення епідемій та пандемій серед населення. Проте, врахування особливостей для застосування моделі у контексті поширення інформації вимагає врахування додаткового

набору факторів, що у своїх роботах описували такі науковці, як М. дель Вікаріо [2], Х. Цзян [3] та Т. Бачнан [4].

Виклад основного матеріалу. У моделюванні поширення інфекційних захворювань зачасту використовують моделі поширення епідемій. Ці моделі – математичні конструкції, що дозволяють описати поширення хвороби серед популяції, враховуючи певні особливості як самої хвороби, так і середовища, в якому вона поширюється. Зважаючи на те, що можна враховувати ці особливості, використання даного типу моделей може бути корисним і в інших сферах, зокрема у галузі інформаційної безпеки.

Так, для моделювання поширення кіберзагроз у інформаційному середовищі певної установи, цей тип моделей також може бути застосований. Зокрема, цьому сприятимуть наступні особливості:

1. Моделі можна використовувати для вивчення динаміки поширення кіберзагроз, а також динаміки розвитку хвороб або інфекцій. Відстежуючи прогрес переходу особин від одного стану до іншого, можна зрозуміти довгострокову поведінку явища, тобто як загроза поширюватиметься з часом.

2. Моделі можна використовувати для оцінки ефективності різних заходів контролю, таких як посилення заходів кібербезпеки або запровадження правил, що обмежують доступ до вразливих систем. Це дає можливість визначити найкращу тактику для зменшення поширення кіберзагрози.

3. Моделі є багатофункціональними і легко адаптуються до нових змінних або факторів, які можуть мати відношення до конкретної кіберзагрози, що моделюється. Це дозволяє адаптувати модель до конкретних обставин і характеристик загрози.

Моделювання поширення неправдивої інформації за допомогою моделей епідемій пов'язане з певними специфічними особливостями. Хоча моделі епідемій призначені для імітації поширення інфекційних захворювань,

неправдива інформація поширюється інакше, ніж вірус. Неправдива інформація може передаватися різними каналами, включаючи соціальні мережі, ЗМІ та «сарафанне радіо», що ускладнює її точне моделювання. Крім того, як і вірус, неправдива інформація може мутувати і змінюватися з часом, що ще більше ускладнює її точне моделювання [1].

Одним із підходів до моделювання поширення неправдивої інформації є адаптація моделі SIR, яка використовується в моделюванні епідемій. Модель SIR поділяє популяцію на три категорії: S – здорові, I – інфіковані R – ті, що одужали. У випадку неправдивої інформації ці категорії можуть бути адаптовані для представлення людей, які ще не зазнали впливу неправдивої інформації, людей, які зазнали впливу неправдивої інформації, і людей, які зазнали впливу неправдивої інформації і в результаті змінили свої переконання. Однак важливо зазначити, що ця модель може надмірно спрощувати складні шляхи поширення неправдивої інформації [1].

Диференціальні рівняння моделі SIR мають наступний вигляд:

$$\frac{dS}{dt} = -\frac{\beta IS}{N} \quad (1),$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\beta IS}{N} - \gamma I \quad (2),$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I \quad (3)$$

де S – кількість здорових особин, які можуть захворіти, I – кількість інфікованих особин, R - кількість особин, що одужали, N – загальна кількість особин (тобто, S+I+R), β – рівень передачі, або швидкість, з якою інфікуються здорові особи, γ – рівень одужання або швидкість, з якою інфіковані особи одужують і стають несприйнятливими до хвороби.

Рівняння (1) відображає швидкість зміни здорових особин у часі, яка пропорційна кількості інфікованих особин (I) та швидкості передачі (β) і

обернено пропорційна загальній кількості особин (N). Знак мінус тут вказує на те, що кількість здорових особин зменшується в міру того, як вони інфікуються.

Рівняння (2) представляє швидкість зміни кількості інфікованих особин з часом, яка пропорційна кількості здорових особин (S), швидкості передачі (β) та кількості інфікованих особин (I) і обернено пропорційна загальній кількості особин (N). Величина γI відображає швидкість, з якою інфіковані особини одужують і переходять у категорію тих, хто одужав.

Рівняння (3) представляє швидкість зміни кількості тих, хто одужав з часом, яка пропорційна кількості тих, хто одужав (R) і швидкості одужання (γ).

Моделювання поширення неправдивої інформації всередині банківської установи за допомогою моделі поширення епідемій є завданням складним. Ця складність полягає у тому, аби врахувати додаткові фактори, що можуть чинити значний вплив на процес, що моделюється. Зокрема, для покращення точності моделювання, пропонується доповнити існуючу модель SIR наступними факторами:

1. Частота комунікацій між працівниками. Дезінформація може швидко поширюватися всередині організації, і частота спілкування між працівниками може відігравати значну роль у цьому явищі. Згідно з дослідженням Дель Вікаріо та ін. [2], користувацький контент у соціальних мережах може сприяти об'єднанню людей навколо спільних інтересів та світогляду, що може призвести до поширення дезінформації. Аналогічно, в організаційному контексті часте спілкування між працівниками, особливо через канали, які не мають належних механізмів перевірки фактів, може підвищити ймовірність поширення дезінформації. Однак важливо зазначити, що вплив частоти спілкування на поширення дезінформації не є лінійним. У деяких випадках менша кількість комунікації між працівниками може призвести до збільшення

кількості дезінформації. Наприклад, у дослідженні Цзян [3] автор виявив, що брак комунікації між працівниками може призвести до непорозумінь і чуток, які можуть швидко поширюватися за відсутності точної інформації. З іншого боку, часте спілкування, яке базується на точній інформації, може допомогти зменшити поширення дезінформації.

2. Зміна довіри до інформації з часом. Зміна рівня довіри до інформації з часом може вплинути на поширення дезінформації через зміну поведінки працівників. Наприклад, якщо працівники стають менш довірливими до інформації, яку вони отримують, вони можуть з більшою ймовірністю шукати альтернативні джерела інформації, деякі з яких можуть бути неточними або такими, що вводять в оману. Це може призвести до збільшення швидкості передачі дезінформації.

3. Вплив реакції банку на поширення дезінформації всередині банку може бути різним залежно від обраного підходу. Один з підходів, який банк може застосувати, - це взаємодіяти з дезінформацією, публічно реагуючи на неї. Однак, згідно з [4], такий підхід може мати зворотні наслідки, оскільки реакція на неправдиву інформацію збільшує ймовірність того, що її побачать інші люди. Якщо банк відреагує на дезінформацію публічно, це може зробити її більш помітною, а отже, більше людей побачать її і повірять їй. Інший підхід, який може застосувати банк, - ігнорувати дезінформацію і не реагувати на неї публічно. Такий підхід може бути корисним, оскільки він може зменшити видимість дезінформації. Згідно з [4], будь-яка реакція на неправдиву інформацію збільшує ймовірність того, що соціальна мережа покаже цей матеріал іншим людям. Таким чином, не реагуючи на неправдиву інформацію, банк може зменшити ймовірність того, що її побачить більше людей. Однак такий підхід може також завдати шкоди, якщо на дезінформацію не реагувати, а деякі співробітники вважатимуть її правдивою.

Таким чином, з врахуванням вищеперелічених факторів, диференціальні рівняння SIR-моделі матимуть наступний вигляд:

$$\frac{dS}{dt} = -\beta IS \quad (4),$$

$$\frac{dI}{dT} = \beta IS - \gamma I - \alpha I - \varphi I \quad (5),$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I + \nu N \quad (6)$$

де S – кількість осіб у банку, що не мають неправдивої інформації, I – кількість осіб у банку, які поширюють неправдиву інформацію, R - кількість осіб у банку, які мають неправдиву інформацію, N – загальна кількість працівників банку (тобто, $S+I+R$), β – коефіцієнт передачі, який визначає інтенсивність контактів між особами, γ – коефіцієнт одужання, що відповідає за швидкість одужання від неправдивої інформації, α - коефіцієнт, який відповідає за зміну довіри до інформації з часом, φ - коефіцієнт, який відповідає за частоту комунікацій між працівниками, ν - коефіцієнт вакцинації, який визначає частку працівників, які вже знаходяться під контролем.

Кожен з коефіцієнтів означає окремий фактор, що матиме вплив на результати моделювання:

1. Коефіцієнт передачі (β). Ймовірність того, що інфікована особа поширить неправдиву інформацію вразливій особі під час одного контакту, визначається коефіцієнтом частоти контактів. Вище значення бета-коефіцієнта означає, що неправдива інформація є більш заразливою і поширюється швидше, що призводить до швидшої передачі інформації та більшої кількості нових постраждалих.

2. Коефіцієнт одужання (γ). Швидкість, з якою інфіковані люди оговтуються від неправдивої інформації та виробляють імунітет до неї, показує

коефіцієнт швидкості одужання. Заражені люди відновлюються швидше, коли їхнє значення коефіцієнта вище, а це означає, що вони витрачають менше часу на розповсюдження неправдивої інформації. Як наслідок, менше інфікованих людей і повільніша швидкість передачі інформації.

3. Частота комунікацій між працівниками (φ). Силу впливу частоти спілкування на поширення неправдивої інформації показує коефіцієнт частоти спілкування між працівниками. Групи працівників, які частіше спілкуються, з більшою ймовірністю будуть інфіковані та поширюватимуть неправдиву інформацію. Вище значення φ вказує на те, що частота спілкування має сильніший вплив на передачу інформації.

4. Зміни в довірі до інформації (α). Про силу впливу зміни рівня довіри на поширення неправдивої інформації свідчить коефіцієнт зміни довіри до інформації з часом. Зміна довіри має більший вплив на поширення, коли коефіцієнт вищий, а це означає, що працівники, які втрачають довіру до достовірності інформації, більш схильні шукати альтернативні джерела інформації, деякі з яких можуть бути неправдивими або оманливими. В результаті швидкість поширення неправдивої інформації може зрости.

5. Реакція банку (ν). Про силу впливу банку на поширення дезінформації свідчить коефіцієнт реакції банку на поширення дезінформації. Якщо банк вживає заходів для протидії поширенню дезінформації, це може уповільнити поширення дезінформації та зменшити її загальний вплив. Вище значення коефіцієнта вказує на те, що реакція банку має сильніший вплив на поширення дезінформації.

Висновки. Поширення неправдивої інформації в банку можна змодельовати за допомогою моделі епідемії SIR з додатковими факторами. Модель враховує такі змінні, як частота спілкування між працівниками, зміна довіри до інформації з часом та реакція банку на поширення інформації.

Модель стверджує, що часта комунікація співробітників має значний вплив на поширення неправдивої інформації. Частота спілкування співробітників впливає на швидкість поширення інформації в банку. Подібно до того, як може змінюватися довіра до інформації, може змінюватися і швидкість її поширення. Поширення неправдивої інформації може сповільнитися, якщо працівники почнуть менше їй вірити. Дуже важливо, щоб банк реагував на поширення неправдивої інформації. Поширення неправдивої інформації можна обмежити, якщо банк швидко реагує та вживає заходів для зменшення її поширення. Крім того, важливими змінними, які можуть вплинути на поширення неправдивої інформації, є кількість інфікованих осіб та шкідливість неправдивої інформації.

Отже, модель епідемії SIR з додатковими змінними може бути корисним інструментом для з'ясування того, як неправдива інформація поширюється в банку. Банки можуть вжити заходів безпеки, щоб зменшити ризик поширення такого роду інформації, розуміючи фактори, які можуть на це вплинути. Обмеження частоти спілкування, відстеження змін у динаміці рівня довіри, швидке реагування на поширення неправдивої інформації та забезпечення обізнаності співробітників про небезпеку неправдивої інформації - ось деякі приклади таких заходів.

Література

1. Yates Ch. How to model a pandemic // The Conversation. URL: <https://theconversation.com/how-to-model-a-pandemic-134187> (дата звернення: 20.06.2023).
2. Del Vicario M., Bessi A., Zollo F. The spreading of misinformation online. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2016. № 3(113). P. 554-559.

3. Jiang H. The impact of communication technologies on employees’ well-being // Institute for Public Relations. URL: <https://instituteforpr.org/impact-communication-technologies-employees-well> (дата звернення: 20.06.2023).
4. Buchanan T. How to reduce the spread of fake news – by doing nothing // The Conversation. URL: <https://theconversation.com/how-to-reduce-the-spread-of-fake-news-by-doing-nothing-152097> (дата звернення: 20.06.2023).