

РОЗРОБКА СППР ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БОРОТЬБИ З ВНУТРІШНІМ КОНФЛІКТОМ

Сучасне інформаційне суспільство переживає стрімкий розвиток технологій та інформаційних потоків, що відкриває нові можливості для поширення різних видів інформації. Зростає значення інформаційної сфери зумовлює потребу в ефективних стратегіях інформаційної безпеки та регулюванні цих процесів. У цій публікації розглядаються інформаційна боротьба та конфлікти в сучасному суспільстві.

Підкреслюється важливість глибокого розуміння процесів поширення інформації та розробки адекватних заходів для забезпечення інформаційної безпеки. Зростання впливу та поширення шкідливої інформації зумовлює актуальність вивчення механізмів інформаційної боротьби та конфліктів у сучасному суспільстві. Практичним підходом до аналізу цих процесів є моделювання.

У статті запропоновано декілька моделей, які дозволяють розглядати інформаційну боротьбу та конфлікти в суспільстві, враховуючи вплив різних видів інформації та динаміку її поширення. Ці моделі базуються на різних параметрах, таких як коефіцієнти зовнішнього та внутрішнього рекрутування, які визначають інтенсивність інформаційного впливу та схильність індивідів до сприйняття інформації.

Дослідження включає аналіз інформаційної боротьби в контексті конкуренції між різними видами інформації в суспільстві. Крім того, в дослідженні розглядається модель конфлікту, яка описується як система, де інші актори конкурують за контроль над спільною сферою інтересів.

Для автоматизації розрахунків, пов'язаних з цими моделями інформаційної боротьби та конфлікту, було розроблено дзеркальну систему програмних засобів. Ця система дозволяє аналізувати динаміку поширення різних видів інформації в інформаційних процесах суспільства.

Використання результатів дослідження та застосування системи підтримки прийняття рішень може сприяти розробці стратегій управління інформаційною безпекою та регулювання інформаційних процесів у суспільстві. Ці інструменти допоможуть удосконалити управління та забезпечити стабільність в інформаційному середовищі, сприяючи раціональному використанню ресурсів та зменшенню ризиків, пов'язаних з інформаційними війнами та конфліктами.

Ключові слова: СППР, модель інформаційної боротьби, конфліктна взаємодія.

DEVELOPMENT OF A DECISION SUPPORT SYSTEM TO MODEL THE PROCESS OF INFORMATION WARFARE WITH INTERNAL CONFLICT

The modern information society is experiencing rapid development of technologies and information flows, which opens up new opportunities for disseminating various types of information. The growing importance of the information sphere creates the need for effective information security strategies and regulation of these processes. This publication examines information warfare and conflicts in modern society.

The article emphasises the importance of a deep understanding of information dissemination processes and developing adequate measures to ensure information security. The increasing influence and spread of harmful information creates the relevance of studying the mechanisms of information wars and conflicts in modern society. Modelling is considered a practical approach to analysing these processes.

The article proposes several models that allow us to consider information warfare and conflicts in society, considering the impact of different types of information and the dynamics of its spread. These models are based on various parameters, such as external and internal recruitment coefficients, which determine the intensity of information influence and the propensity of individuals to perceive information.

The study includes an analysis of information warfare in the context of competition between different types of information in society. In addition, the study considers the conflict model, which is described as a system where other actors compete for control over a common area of interest.

A specular system of software tools has been developed to automate the calculations related to these models of information struggle and conflict. This system allows analysis of the dynamics of the spread of various types of information in the information processes of society.

The use of research results and the use of a decision support system can contribute to the development of information security management strategies and the regulation of information processes in society. These tools will help to improve administration and ensure stability in the information environment, promoting the rational use of resources and reducing the risks associated with information wars and conflicts.

Key words: Decision support system, Information warfare model, Conflict interaction.

Постановка проблеми

У сучасному «інформаційному суспільстві» зростає значення інформаційної сфери підкреслює необхідність ефективної інформаційної безпеки та регулювання. Швидкий розвиток технологій поширення інформації відкрив двері для поширення шкідливої інформації, що вимагає глибокого розуміння механізмів поширення інформації для розробки адекватних контрзаходів. Моделювання є перевіреним та ефективним підходом до вирішення цих проблем. Ця праця має на меті заглибитися в модель інформаційної боротьби та її інтеграцію з таким поняттям, як конфлікт, що обговорюється в різних статтях, присвячених цій проблематиці. Зрештою, ця робота спрямована на створення комплексної системи, яка описує модель інформаційної боротьби з внутрішнім конфліктом і оцінює її динаміку за допомогою програмних засобів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У цьому дослідженні ми почнемо з розгляду проблеми в її найпростішій формі, як це описано в роботі [1]. Ми розглядаємо соціальну спільноту з початковою чисельністю населення, позначеною як N_0 , чутливу до впливу різних інформаційних потоків, а саме I_1, I_2, \dots, I_p . Ці інформаційні потоки за своєю суттю є несхожими, а в крайньому випадку – діаметрально протилежними. У момент часу $t_0 = 0$ два джерела одночасно починають транслювати ці інформаційні потоки, в результаті чого вони поширюються в суспільстві. Оскільки потоки суттєво відрізняються, цей процес можна влучно охарактеризувати як інформаційну боротьбу або конкуренцію.

В роботах [3], [6], [7] описано стохастичні моделі зі збуреннями та марковськими чи напівмарковськими переключеннями, як ілюстративний приклад проаналізовано модель поширення інформаційної загрози, в працях [4] та [5] розглянуто моделі відповідно розвитку епідемії та антагоністичної моделі інформаційної боротьби з урахуванням впливу випадкового середовища та низки інших факторів.

Мета дослідження

Основною метою цього дослідження є розробка СППР для математичної моделі боротьби, автоматизація розрахункових етапів. Модель повинна давати уявлення про часову еволюцію цього змагання, зокрема, у вигляді функцій $N_1(t), N_2(t), \dots, N_p(t)$, які представляють кількість «адептів», що сприйняли інформацію з відповідних джерел. Крім того, модель повинна дозволити визначити кінцевий результат цієї боротьби, ідентифікуючи «переможця» і «переможеного». «Переможець» визначається як джерело інформації, якому вдалося охопити більшу частку спільноти, перевищивши N_0/p .

Викладення основного матеріалу дослідження

Модель інформаційної боротьби

Розглянемо основні припущення моделі. Кожен з інформаційних потоків, I_1, I_2, \dots, I_p , поширюється в громаді двома різними інформаційними каналами:

а) перший канал, який вважається «зовнішнім» по відношенню до громади, характеризується параметрами швидкості поширення $\alpha_1 > 0, \alpha_2 > 0, \dots, \alpha_p > 0$. Ці параметри вважаються незалежними від часу;

б) другий канал, «внутрішній», являє собою міжособистісну комунікацію між членами соціальної спільноти. Інтенсивність цього каналу описується параметрами $\beta_1 > 0, \beta_2 > 0, \dots, \beta_p > 0$, які також не залежать від часу. У межах цього каналу індивіди, які вже сприйняли джерело

інформації «1» ($N_1(t)$), сприяють рекрутуванню тих, хто ще не зазнав впливу жодного джерела ($N_0 - N_1(t) N_2(t) - \dots - N_p(t)$).

Швидкість зміни кількості послідовників, ($N_1(t) + N_2(t) + \dots + N_p(t)$), яка представляє кількість осіб, завербованих інформаційними потоками I_1, I_2, \dots, I_p за одиницю часу, є комбінацією;

а) коефіцієнтів зовнішнього рекрутування, які пропорційні добуткові параметрів $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$ на кількість активних членів ($N_0 - N_1(t) N_2(t) - \dots - N_p(t)$), тобто $\alpha_1 (N_0 - N_1(t) N_2(t) - \dots - N_p(t))$, $\alpha_2 (N_0 - N_1(t) N_2(t) - \dots - N_p(t))$, $\alpha_p (N_0 - N_1(t) N_2(t) - \dots - N_p(t))$, для I_1, I_2, \dots, I_p відповідно;

б) внутрішні коефіцієнти рекрутування, які пропорційні добуткам параметрів $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$, помноженим на кількість активних послідовників $N_1(t) + N_2(t) + \dots + N_p(t)$ та кількість нерекрутованих осіб ($N_0 - N_1(t) N_2(t) - \dots - N_p(t)$), тобто, $\beta_1 N_1(t) (N_0 - N_1(t) - N_2(t) - \dots - N_p(t))$, $\beta_2 N_2(t) (N_0 - N_1(t) - N_2(t) - \dots - N_p(t))$, \dots , $\beta_p N_p(t) (N_0 - N_1(t) - N_2(t) - \dots - N_p(t))$ для I_1, I_2, \dots, I_p відповідно.

Крім того, слід враховувати кількість ще не залучених членів громади, N_0 , за вирахуванням тих, хто сприйняв обидва типи інформації (тобто суму $N_1(t) + N_2(t) + \dots + N_p(t)$). Слід зазначити, що параметри $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ визначають не лише інтенсивність інформаційного впливу, але й схильність індивідів до одночасного сприйняття інформації. Більші значення цих параметрів свідчать про більш швидке сприйняття інформації гіпотетичним «середньостатистичним» представником громади, який спочатку займає нейтральну позицію по відношенню до I_1, I_2, \dots, I_p . Крім того, навіть якщо вплив I_1 сильніший за вплив I_2 , (тобто $\alpha_1 > \alpha_2, \beta_1 > \beta_2$), деякі члени спільноти все одно можуть сприймати I_2 , що свідчить про відсутність повної монополії одного типу інформації над іншим.

Підсумовуючи попередні припущення, отримуємо модель:

$$\begin{cases} N_1^{(n+1)} = (\alpha_{11} + \beta_{11}N_1^{(n)} + \dots + \beta_{1p}N_p^{(n)})(N_0 - N_1^{(n)} - \dots - N_p^{(n)}) + N_1^{(n)} \\ N_2^{(n+1)} = (\alpha_{21} + \beta_{21}N_1^{(n)} + \dots + \beta_{2p}N_p^{(n)})(N_0 - N_1^{(n)} - \dots - N_p^{(n)}) + N_2^{(n)} \\ \dots \\ N_p^{(n+1)} = (\alpha_{p1} + \beta_{p1}N_1^{(n)} + \dots + \beta_{pp}N_p^{(n)})(N_0 - N_1^{(n)} - \dots - N_p^{(n)}) + N_p^{(n)} \end{cases} \quad (1)$$

Конфлікт, що розглядається, охоплює набір з p різних типів інформації, позначених як I_1, I_2, \dots, I_p , в контексті певної спільноти. Для того, щоб інтегрувати цей конфлікт у практичну модель, ми позиціонуємо цю спільноту в межах певної території і далі розбиваємо її на регіони. У межах цієї спільноти індивіди можуть бути віднесені до прихильників I_1, I_2, \dots, I_p або до нейтральних суб'єктів.

Крім того, ми визначаємо конфлікт як фізичну систему, в якій речовини A_1, A_2, \dots, A_p конкурують за контроль над спільним полем інтересів, позначеним як Ω . Це поле Ω поділяється на окремі регіони, представлені як i , і кожна речовина A_i прагне домінувати в цих регіонах. Присутність кожної речовини в цих регіонах кількісно оцінюється через невід'ємні координатні вектори, що задаються через $A_i = (A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{im})$, які відображають їхній вплив у зазначених областях. Розвиток конфлікту а його вплив на субстанції A_i відбувається через дискретний динамічний процес:

$$\{A_1^N, \dots, A_p^N\} \xrightarrow{*} \{A_1^{N+1}, \dots, A_p^{N+1}\}, N = 0, 1, \dots, \quad (2)$$

де N – кількість дискретних кроків у часі.

Карта $*$ символізує невідомий закон конфліктної взаємодії між речовинами A_i . Ми прагнемо зобразити модель внутрішньої конфліктної інформаційної боротьби, подібної до циклічної

міграції Лотки-Вольтерри [1]. Щоб відобразити міграцію, наш закон взаємодії, ми прийнемо модель конфлікту в дискретному часі за участю незламних суперників [2], що узгоджується з припущеннями нашої моделі боротьби.

Розробка СППР

Створення системи підтримки прийняття рішень (СППР) для розрахунку та моделювання інформаційної боротьби є актуальним у сучасному інформаційному суспільстві з наступних причин:

1. Зростання обсягів інформації. Величезний обсяг інформації, що циркулює в Інтернеті та соціальних мережах, ускладнює виявлення та аналіз небезпечних сигналів і тривожних тенденцій.

2. Динаміка інформаційної війни. Інформаційна війна постійно змінюється і розвивається. СППР дозволить відстежувати та аналізувати цю динаміку, а також прогнозувати її розвиток.

3. Важливість математичного моделювання. Математичні моделі дозволяють більш точно розуміти процеси інформаційної війни та прогнозувати їх результати. СППР спростить розробку та застосування цих моделей.

Основним функціоналом, що увійшов до поточної версії СППР є:

1. Можливість динамічно зазначати кількість інформаційних загроз.
2. Можливість динамічно обирати початкові умови.
3. Можливість динамічно обирати та змінювати коефіцієнти для внутрішнього та зовнішнього каналів поширення.

4. Візуалізувати отримані розрахунки на графіку.

Функціонал, що планується до впровадження:

1. Рекомендації, щодо контрзаходів поширення конкретної інформаційної загрози.
2. Рекомендації, щодо пришвидшення поширення конкретної інформаційної загрози.
3. Рекомендації, щодо вибору найбільш ефективних каналів поширення конкретної інформаційної загрози.

На серверній стороні ми використовуємо Python для розробки бізнес-логіки та обробки даних (рис. 1). Для реалізації комунікації з серверною частиною було обрано фреймворк Flask. Python також володіє великою кількістю бібліотек для математичного моделювання, які можна використовувати для розробки та вдосконалення моделей інформаційної боротьби, також за умови наявності відповідних бібліотек, час на розробку та впровадження, може бути суттєво скорочений.

```

29     @app.post("/calculate")
30     def calculate():
31         input_data = map_from_request(request.json)
32
33         response = inf_calculate(
34             input_data.n,
35             input_data.n_zero,
36             input_data.n_start,
37             input_data.a_coef,
38             input_data.b_coef)
39
40         return response
    
```

Рис. 1. Фрагмент коду відповідального за обробку запиту для розрахунку результатів інформаційної боротьби

На стороні клієнта ми використовуємо ReactJS (рис. 2) для створення користувацького інтерфейсу. ReactJS дозволяє створювати динамічні та інтерактивні веб-сторінки, що

важливо для взаємодії з користувачем та відображення результатів моделювання інформаційної боротьби. ReactJS також спрощує управління станом додатку та реакцію на дії користувача.

```

60   · const renderChart = () => {
61     ·   const data = {
62     ·     ·   labels: chartData?.x_row,
63     ·     ·   datasets: chartData?.y_rows.map((row, i) => ({
64     ·     ·     ·   label: `Case ${i + 1}`,
65     ·     ·     ·   data: row,
66     ·     ·     ·   yAxisID: `y-${i}`,
67     ·     ·     ·   })),
68     ·   };
69
70 >   · const config = { ...
87   ·   };
88
89   · const chartElem = document.getElementById("acquisitions");
90 >   · if (chartElem) { ...
92   ·   }
93   · };
    
```

Рис. 2. Фрагмент коду, відповідальний за генерацію графіку динаміки інформаційної боротьби

Для зв'язку між сервером і клієнтом ми використовуємо REST API для передачі даних і комунікації між двома частинами системи. Приклад запиту та відповіді сервера зображено на рис. 3.

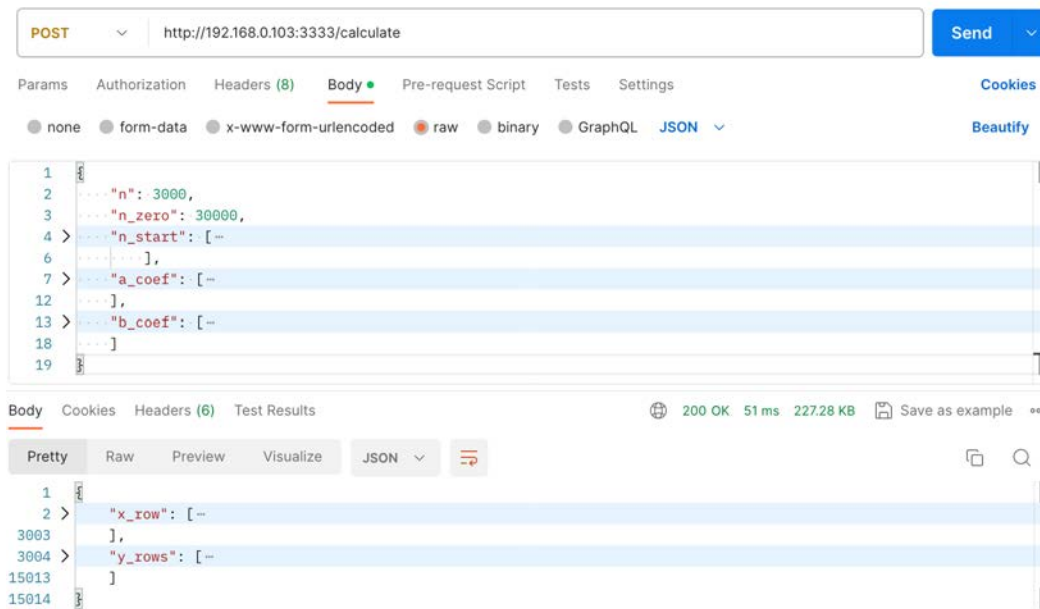


Рис. 3. Приклад запиту, відповідального за розрахунок динаміки інформаційної боротьби

Варто зазначити, що розроблена СППР є лише першою ітерацією і надалі буде доповнюватися новими функціями. Вже наявний функціонал буде вдосконалено для забезпечення максимально простої та ефективної взаємодії з користувачем.

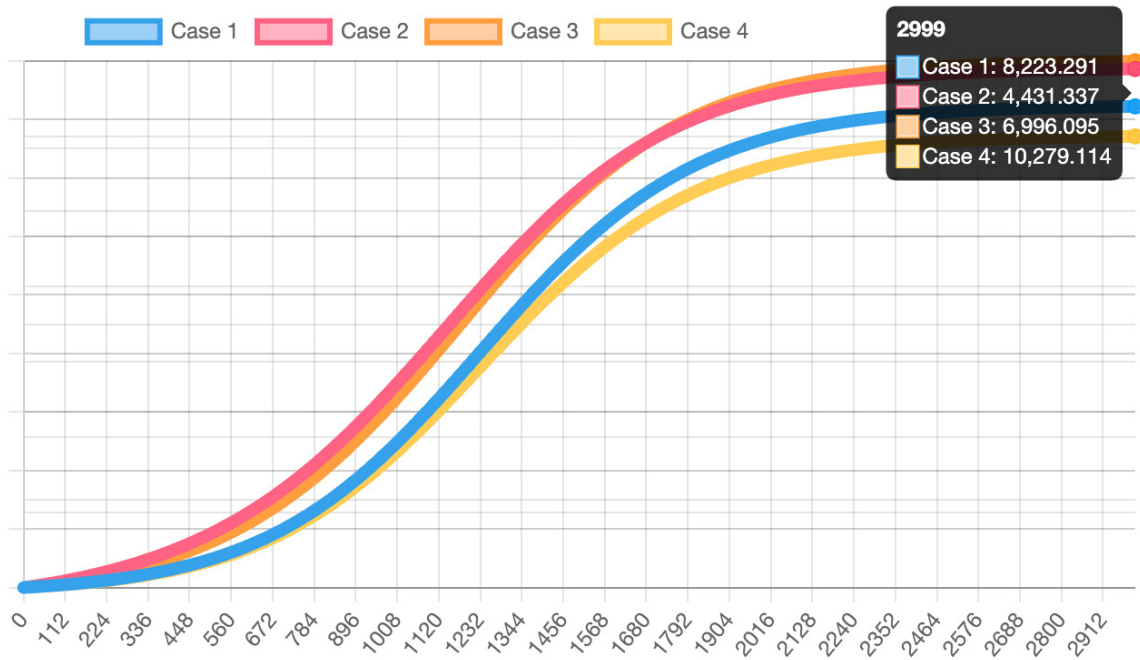


Рис. 4. Візуалізація результатів розрахунку інформаційної боротьби для випадку з 4-ма типами інформаційних загроз

Розглянемо кілька практичних застосувань, як видно з рис. 4, для $p = 4$ та нульових початкових умов при значеннях коефіцієнтів: $\alpha_1 = 0.000012, \alpha_2 = 0.000015, \alpha_3 = 0.000018, \alpha_4 = 0.000015, \beta_1 = 0.00000012, \beta_2 = 0.00000009, \beta_3 = 0.0000001, \beta_4 = 0.00000012$. Переможцем виступає четвертий тип інформаційної загрози, через сумарну перевагу обох каналів поширення.

Розглянемо ситуацію, де α_3 набуде вищого значення, наприклад $\alpha_3 = 0.0000002$.

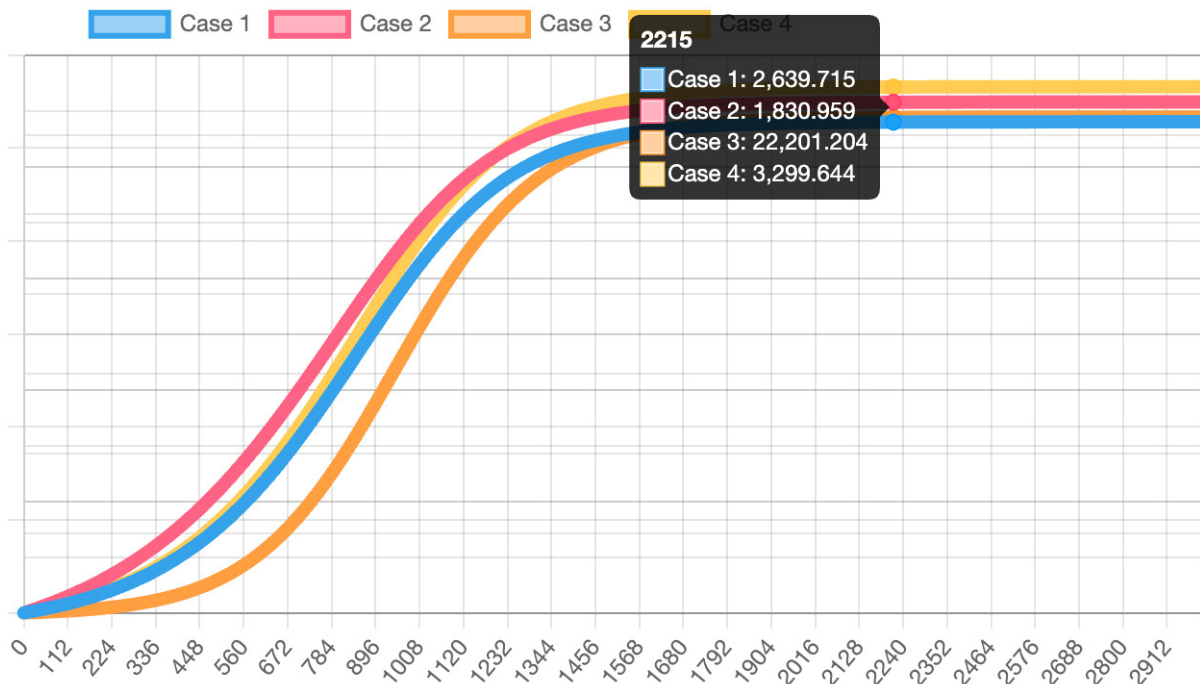


Рис. 5. Візуалізація результатів розрахунку інформаційної боротьби при вищому значенні $\alpha_3 = 0.0000002$

Як бачимо з рис. 5, навіть подібна зміна привела до суттєвої перемоги третьої інформаційної загрози.

Наступним кроком розглянемо поведінку другого типу інформаційної загрози при збільшенні зовнішнього каналу поширення $\lambda_2 = 0.00002$, попереднє значення $\lambda_2 = 0.000015$.

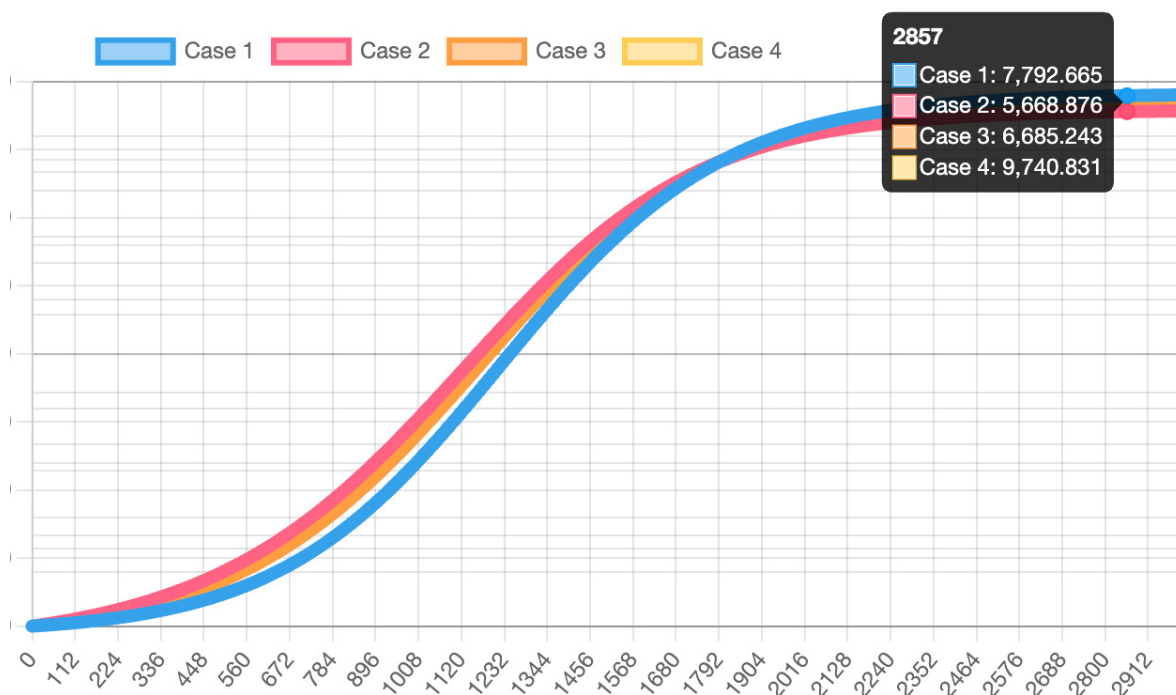


Рис. 6. Візуалізація результатів розрахунку інформаційної боротьби при вищому значенні $\lambda_2 = 0.00002$

Як видно з рис. 6, навіть при такому суттєвому збільшенні коефіцієнта зовнішнього каналу поширення, кардинально ситуація не змінилася. Четвертий тип інформаційної загрози досі є переможцем.

Подібна поведінка в черговий раз підтверджує потребу в наявності інструменту, що дозволить швидко перевіряти результат інформаційної боротьби при зміні вхідних параметрів.

Висновки

В рамках дослідження були представлені математичні моделі, спрямовані на аналіз інформаційної боротьби у сучасному суспільстві. Ці моделі дозволяють відобразити складні взаємодії різних видів інформації та їх вплив на суспільство.

Зокрема, розроблено програмний комплекс (СППР) для автоматизації розрахункових процесів. Ця система дає можливість визначати динаміку поширення різних видів інформації в досліджуваному середовищі з урахуванням різних факторів та параметрів.

Результати дослідження, представлені в цій статті, можуть бути корисними для розробки стратегій управління інформаційною безпекою та регулювання інформаційних процесів. Використання СППР сприяє підвищенню якості оцінки ризиків та прийняттю обґрунтованих рішень у сфері інформаційної політики та безпеки.

Застосування отриманих результатів та використання розробленої СППР може сприяти вдосконаленню управління та забезпеченню стабільності в інформаційному середовищі, сприяючи раціональному використанню ресурсів та зменшенню ризиків, пов'язаних з інформаційними війнами та конфліктами.

Список використаної літератури

1. Mykhaylov A. P., Marevtseva N. A. Models of the information struggle. *Mat. modelling*. 2011. № 10. P. 19–32.
2. Albeverio S., Koshmanenko V., Samoilenko I. The conflict interaction between two complex systems. Cyclic migration. *Journal of Interdisciplinary Mathematics*. 2008. №2. P. 163–185.
3. Chabanyuk Y., Nikitin A., Khimka U. Asymptotic Analyses for Complex Evolutionary Systems with Markov and Semi-Markov Switching Using Approximation Schemes: Monografia (ISBN: 978-1-119-77973-5) November 2020 Wiley-ISTE 225 p.
4. Bekesiene S., Samoilenko I., Nikitin A., Meidute-Kavaliauskiene I. The Complex Systems for Conflict Interaction Modelling to Describe a Non-Trivial Epidemiological Situation. *Mathematics*. 2022. № 10. P. 537.
5. Samoilenko I. V., Nikitin A. V., Verovkina G. V. Peculiarities of Construction and Analysis of the Information Warfare Model with Markov Switchings and Impulse Perturbations Under Levy Approximation Conditions. *Cybern Syst Anal*. 2021. № 57. P. 621–628.
6. Chabanyuk Y., Nikitin A., Khimka U. Control Problem for the Impulse Process under Stochastic Optimization Procedure and Levy Conditions. *Matematychni Studii*. 2021. № 55. P. 107–112.
7. Chabanyuk Y., Nikitin A., Khimka U. Asymptotics of Control Problem for the Impulse Perturbation Process under Stochastic Optimization Procedure and Levy Approximation Conditions. International Conference on System Analysis and Intelligent Computing. 2020. № 2. P. 1–2.

References

1. Mykhaylov, A.P., & Marevtseva, N.A. (2011). Models of the information struggle, *Mat. modelling*, volume 23, number 10, 19 – 32 [in English]
2. S. Albeverio, V. Koshmanenko, & I. Samoilenko (2008). The conflict interaction between two complex systems. Cyclic migration. *Journal of Interdisciplinary Mathematics* Vol. 11, No. 2, P. 163–185 [in English]
3. Y.Chabanyuk, A.Nikitin, & U.Khimka. (2020). Asymptotic Analyses for Complex Evolutionary Systems with Markov and Semi-Markov Switching Using Approximation Schemes.-Monografia (ISBN: 978-1-119-77973-5) November 2020 Wiley-ISTE 240 Pages [in English]
4. Bekesiene, S., Samoilenko, I., Nikitin, A., & Meidute-Kavaliauskiene, I. (2022). The Complex Systems for Conflict Interaction Modelling to Describe a Non-Trivial Epidemiological Situation. *Mathematics*, 10, 537. <https://doi.org/10.3390/math10040537> [in English]
5. Samoilenko, I.V., Nikitin, A.V., & Verovkina, G.V. (2021). Peculiarities of Construction and Analysis of the Information Warfare Model with Markov Switchings and Impulse Perturbations Under Levy Approximation Conditions. *Cybern Syst Anal* 57, 621–628. <https://doi.org/10.1007/s10559-021-00387-1> [in English]
6. Y.Chabanyuk, A.Nikitin, & U.Khimka. (2021). Control Problem for the Impulse Process under Stochastic Optimization Procedure and Levy Conditions. *Matematychni Studii*, 55(1), P. 107–112 [in English]
7. Y.Chabanyuk, A.Nikitin, & U.Khimka. (2022). Asymptotics of Control Problem for the Impulse Perturbation Process under Stochastic Optimization Procedure and Levy Approximation Conditions. 2020 IEEE 2nd International Conference on System Analysis and Intelligent Computing, SAIC 2020, 1 – 2 [in English]

Красюк Богдан Віталійович – аспірант кафедри економіко-математичного моделювання та інформаційних технологій Національного університету «Острозька академія». E-mail: bohdan.krasiuk@oa.edu.ua, ORCID: 0000-0003-1651-800X.

Krasiuk Bohdan Vitaliyovych – Postgraduate Student of the Department of Economic-Mathematical Modeling and Information Technologies of the National University of Ostroh Academy. E-mail: bohdan.krasiuk@oa.edu.ua, ORCID: 0000-0003-1651-800X.