

О. С. Улічев, Є. В. Мелешко

Центральноукраїнський національний технічний університет, Кропивницький, Україна

ПРОГРАМНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ПСИХОЛОГІЧНИХ ВПЛИВІВ У ВІРТУАЛЬНИХ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ

Предметом вивчення у статті є процес поширення інформаційно-психологічних впливів у віртуальних соціальних мережах. **Метою** є розробка програмної моделі поширення інформаційно-психологічних впливів у сегментах віртуальної соціальної мережі. **Завдання:** розробити програмну модель для визначення того, як впливає структура соціальної мережі та властивості і ролі її користувачів на швидкість поширення інформаційно-психологічних впливів, а також визначити ефективність різних стратегій поширення інформаційно-психологічних впливів. Використовуваними **методами** є: теорія графів, теорія множин, теорія ймовірностей, об'єктно-орієнтоване програмування. Отримані такі **результати:** розроблено програмну модель поширення інформаційно-психологічних впливів у сегментах соціальної мережі, за допомогою якої здійснено моделювання різних стратегій поширення інформації та здійснено порівняння їх ефективності. **Висновки.** Розроблену програмну модель можна використовувати для прогнозування наслідків поширення інформаційно-психологічних впливів у сегментах соціальної мережі при застосуванні різних стратегій поширення інформації під час інформаційних операцій або інформаційних війн. Було проведено моделювання різних стратегій поширення інформації, зокрема, запропонованих стратегій «жуц» та стратегії «дерево». Як показали результати моделювання, ефективність стратегії можна підвищити використовуючи багатокритеріальні функції аналізу вузлів для вибору найбільш вдалого вузла для атаки. **Наукова новизна** отриманих результатів полягає в наступному: розроблено програмну модель поширення інформаційно-психологічних впливів у віртуальних соціальних мережах, яка на відміну від існуючих дозволяє враховувати структуру соціальної мережі, ролі і характеристики користувачів та накопичувальний вплив однотипних повідомлень, а також дозволяє генерувати соціальну мережу з наперед заданими структурними характеристиками.

Ключові слова: інформаційно-психологічні впливи; соціальні мережі; інформаційна безпека; поширення інформації; моделювання соціальної мережі; моделювання інформаційно-психологічних впливів.

Вступ

У сучасному світі однією з головних загроз інформаційній безпеці держави є інформаційно-психологічні впливи через засоби масової інформації, соціальні медіа, тощо [1]. На відміну від інформаційних впливів (або інформаційно-кібернетичних, інформаційно-технічних), які направлені на інформаційні ресурси, інформаційно-психологічні впливи направлені на свідомість та підсвідомість людей.

Інформаційно-психологічний вплив – вплив інформацією, що має на меті формування певних ідей, поглядів, уявлень, переконань; одночасно він викликає у людей позитивні або негативні емоції, почуття і навіть бурхливі масові реакції [2, 3].

Оскільки соціальні мережі є одним з каналів поширення інформаційно-психологічних впливів, актуальною є задача дослідження стратегій поширення таких впливів соціальними мережами для розробки методів моніторингу соціальних мереж і протидії інформаційно-психологічним загрозам.

Одним з інструментів таких досліджень є математичні та програмні моделі соціальних мереж та моделі впливу у соціальних мережах. На даний час існують наступні методи моделювання соціальних мереж [4]: моделі випадкових графів, кооперативні теоретико-ігрові моделі, некооперативні теоретико-ігрові моделі. До основних відомих на сьогоднішній день математичних моделей впливу у соціальних мережах відносяться [5]: моделі з порогами, моделі незалежних каскадів, моделі просочування і ураження, моделі Ізинга, моделі на основі клітинних автоматів, моделі на основі ланцюгів Маркова, моделі взаємної інформованості, моделі узгоджених

колективних дій, моделі комунікацій, моделі стабільності мережі, моделі інформаційного впливу та управління, моделі інформаційного протиборства. Існуючі моделі впливу у соціальних мережах не дозволяють одночасно враховувати структуру мережі, ролі користувачів, різні психологічні характеристики користувачів та накопичувальний вплив однотипних повідомлень.

Метою даної роботи є розробка програмної моделі поширення інформаційно-психологічних впливів під час інформаційних операцій та інформаційних війн у віртуальній соціальній мережі, що дозволяє враховувати структуру соціальної мережі, ролі і характеристики користувачів та накопичувальний вплив однотипних повідомлень, а також дозволяє генерувати соціальну мережу з наперед заданими структурними характеристиками.

Основна частина

В розробленій програмній моделі соціальна мережа представлена у вигляді графу, вузлами якого є користувачі мережі та агенти впливу, а ребрами – канали зв'язку між ними, що роблять можливим діалог між двома вузлами, а отже і передачу повідомлень з інформаційно-психологічним впливом [6]. Соціальну мережу пропонується розглядати як набір певних підграфів, зокрема, груп, клік, кланів, лідерських груп, тощо [7- 9]. Мережу можна генерувати автоматично та створювати вручну. При автоматичному генеруванні мережі можна задавати її параметри, наприклад такі, як кількість кластерів, тип кластерів (група, кліка і т.д.), тощо.

В розробленій програмній моделі було визначено такі властивості вузла мережі – користувача:

Active – активність користувача, кількість активних діалогів (звернень до інших користувачів) за одну ітерацію моделі.

Reputation – репутація користувача, сила впливу інформаційного посилу, сила переконання.

Opposite – недовіра користувача, інформаційний спротив, критичність по відношенню до ідеї, що розповсюджується.

Involvement – ступінь залученості до ідеї / рівень довіри.

У основного класу моделі «Користувач» пропонується розглядати співвідношення показників: «репутація» атакуючого вузла і «інформаційний спротив» атакованого.

Мета введення цих параметрів – наблизити модель до реальності. Адже отримуючи одну і ту ж інформацію від різних адресатів, для кінцевого одержувача вона має різну інформаційну вагу. Чим більше одержувач довіряє відправнику – тим вагомішим для нього є повідомлення. Інформаційну вагу (ІВ) пропонується визначати як коефіцієнт, що отримується з відношення:

$$IB = \text{Репутація} / \text{недовіра}. \quad (1)$$

Серед множини вузлів мережі варто виділити генераторів ідеї – вузли, що активно поширюють інформаційно-психологічний вплив α . Генератор характеризується максимальним рівнем залученості до ідеї α , високим рівнем впливу та активності.

Ступінь залученості до ідеї (рівень довіри) вирішено розглядати найпростіший – лінійний варіант даної функції.

«Залученість до ідеї» – це деяка накопичувальна характеристика, функція від кількості однорідних інформаційних повідомлень, що надійшли до користувача від інших вузлів мережі. У першому наближенні моделі розглядаємо кусково-лінійну функцію. Дана функція повинна залежати від психологічних характеристик особистості, на яку здійснюють вплив, в рамках даної програмної моделі зупинимося на лінійній функції з плаваючим динамічним коефіцієнтом (рис. 1).

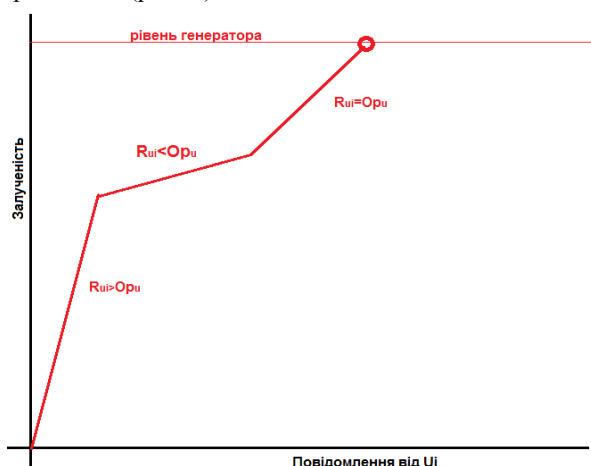


Рис. 1. Вплив характеристик атакуючого і атакованого вузла на ступінь залученості до ідеї атакованого, де R_{ui} – сила переконання атакуючого, O_{pi} – інформаційний спротив жертви

Так як в даному дослідженні не розглядається вплив генераторів контрідії, то функція, що визначає рівень «залученості» буде монотонно не спадаючою, а максимальне значення – це рівень генератора ідеї, вузол сам стає генератором і починає розповсюджувати ідею по мережі.

Генератор ідеї першого рівня – джерело ідеї. Користувачі, що стали повністю залученими до ідеї (значення їх параметру Involvement стало максимальним), стають генераторами ідеї наступних рівнів.

Розповсюдження інформаційно-психологічних впливів у соціальній мережі може відбуватися за різними стратегіями. Агенти впливу (генератори ідеї) можуть використовувати різні поведінкові стратегії, з метою впливу на користувачів соціальної мережі. Поведінкова стратегія генератора ідеї може бути представлена як:

$$\langle F(P_1, P_2, \dots, P_i) | U_g \rangle, \quad (2)$$

де $F(P_1, P_2, \dots, P_i)$ – функція, що визначає поведінкову стратегію; U_g – множина доступних генератору вузлів, тобто – підмножина вузлів всієї мережі, що входить до кола спілкування генератора; P_1, P_2, \dots, P_i – набір поведінкових критеріїв.

Функція $F(P_n)$ може залежати від одного, двох і більше критеріїв.

Для моделювання поведінки агентів впливу в соціальних мережах у даній роботі було запропоновано приклади поведінкових стратегій, що були умовно названі стратегія «кущ» та стратегія «дерево», та проведено експеримент на моделі на предмет ефективності таких стратегій.

Поведінка вузла залежить від багатьох чинників:

- мета, що переслідується;
- положення вузла в мережі;
- локальна структура мережі в околі вузла;
- наявність чи відсутність помічників, супротивників, тощо.

Розглянемо варіанти поведінок, що базуються лише на виборі вузлів мережі (користувачів) – цілей атаки із свого околу. Варто зауважити, що при моделюванні не розглядається варіант автоматичного розсилання певної інформації, мова йде про активні усвідомленні діалоги з урахуванням особливостей співрозмовника. Саме тому введено показник Active – активність користувача, що визначає максимально можливу кількість активних діалогів за 1 ітерацію моделі, це, наприклад, 1 день. В реальному житті користувач не може на протязі обмеженого часу вести безліч активних діалогів, кількість таких діалогів обмежена вільним часом, в моделі, що розглядається – обмежена показником Active.

В найпростішому випадку вузол (генератор ідеї) веде діалог з випадково обраними вузлами з кола свого спілкування в мережі. При такому варіанті генератор не витрачає часу на аналіз структури чи індивідуальні особливості вузлів – цілей атаки, тому кількість діалогів (інформаційних атак) близька або рівна показнику його активності. Тоді пове-

дінкова стратегія (умовно назвемо її «кущ») може бути описана як:

$$P_{bush} = \left\{ u_i \in U_g \mid i = \text{random}(|U_g|), |u| \leq Act_g \right\}, \quad (3)$$

де $u_i \in U_g$ – доступні генератору користувачі; $i = \text{random}(|U_g|)$ – випадковий вибір номера користувача для атаки; $|u| \leq Act_g$ – кількість обраних користувачів не перевищує показника активності генератора.

Можливі і інші поведінки, коли цілі інформаційної атаки обираються не випадково, а з урахуванням певних характеристик. Найпростішою з точки зору аналізу та доступності характеристикою вузла для атаки є кількість його зв'язків (з точки зору соціальної мережі – кількість друзів). Логічно припустити, що вузли з великою кількістю контактів є більш перспективними для атаки і подальшого розповсюдження ідеї. У випадку вдалої атаки і переконання такого вузла канал передачі значно розширюється. Але в цьому випадку генератору необхідно затратити певний час для аналізу, щоб вибрати вузол для атаки, відповідно кількість активних діалогів має бути зменшена по відношенню до поведінки описаної співвідношенням (2). Обравши перспективний вузол для атаки, генератор намагається залучити його до ідеї першочергово – тому зосереджує увагу саме на цьому вузлі (вузлах). В реальності така стратегія визначається повторюваністю звернень до одного вузла на протязі однієї ітерації. Кількість вузлів обраних для атаки наступними генераторами (залученими до ідеї) може збільшуватись, враховуючи збільшення носіїв ідеї в мережі і сумарний вплив на атакований вузол. У випадку цієї поведінкової стратегії (назвемо її умовно «дерево»), вона може бути описана таким чином:

$$P_{tree} = \left\{ u_i \in U_g \mid \begin{array}{l} |U_{u_i}| \rightarrow \max, \\ |u| = 2^{l-g}, |u| \leq K * Act_g, u_i \notin G \end{array} \right\}, \quad (4)$$

де $u_i \in U_g$ – доступні генератору користувачі; $|U_{u_i}| \rightarrow \max$ – кількість вузлів, доступних атакованому вузлу, обирається за ознакою «максимальна з наявних»; $|u| = 2^{l-g}$ – кількість вузлів для атаки залежить від рівня генератора (l_g), починаючи від початкового генератора $l_g = 0$; $|u| \leq K * Act_g$ – кількість обраних користувачів не перевищує показника активності генератора з деяким коефіцієнтом, певний час витрачається генератором на аналіз і пошук вузла для атаки; в подальшому моделюванні використовується коефіцієнт $K=0,5$, тобто половина активності генератора; $u_i \notin G$ – атака на вузол продовжується до тих пір поки вузол сам не стане генератором.

Для перевірки ефективності запропонованих поведінкових стратегій проведено експерименти на розробленій програмній моделі. Була змодельована

мережа з кластерів різних типів (групи, лідерські групи, додаткові вузли і зв'язки), вигляд мережі представлено на рис. 2. Вузол генератор поміщено в розрідженій зоні мережі (виділено на рис. 2). Загальна кількість вузлів мережі – 150.

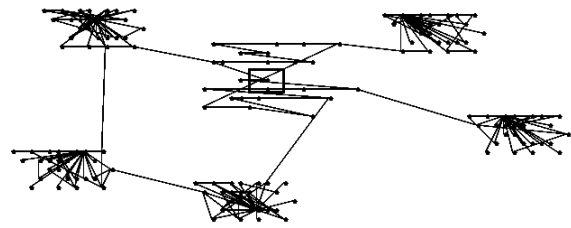


Рис. 2. Приклад №1 моделювання соціальної мережі у розробленій програмній моделі

Моделювання з застосуванням різних поведінкових стратегій дало результати, представлені на рис. 3 («1» – дерево, «2» – кущ).

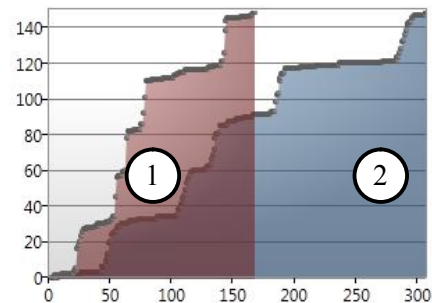


Рис. 3. Швидкість розповсюдження інформаційно-психологічних впливів у прикладі №1 для стратегій поширення інформації «дерево» – 1 та «кущ» – 2

Як видно з графіків (рис. 3) для розповсюдження ідеї всією мережею за стратегією «дерево» знадобилося близько 170 ітерацій, на цей же часовий відмітці «кущ» захопив близько 60% вузлів.

Ситуація дещо змінюється при зростанні щільності зв'язків в мережі, на рис. 4 показано графік при збільшенні щільності зв'язків на 40% та доповненні мережі декількома вузлами - містками між окремими кластерами (кількість вузлів - 160).

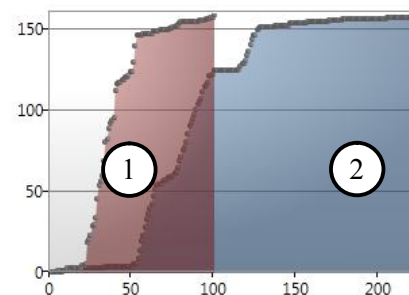


Рис. 4. Швидкість розповсюдження інформаційних впливів у прикладі №1 для стратегій «дерево» – 1 та «кущ» – 2 при збільшенні щільності зв'язків на 40% та доповненні мережі додатковими вузлами – містками між окремими кластерами

Для перевірки гіпотези про вплив щільності зв'язків на ефективність поведінкових стратегій бу-

ло суттєво збільшено щільність, за рахунок додавання вузлів і зв'язків, а також додавання кластерів з високою щільністю (кліки). Після внесення змін мережа мала наступний вигляд (рис. 5), кількість вузлів – 200, позиція генератора не змінювалась.

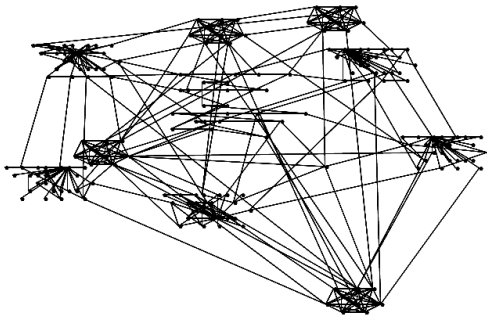


Рис. 5. Приклад №2 моделювання соціальної мережі у розробленій програмній моделі

На цьому варіанті мережі стратегії «кущ» і «дерево» показали майже однакові результати (рис. 6).

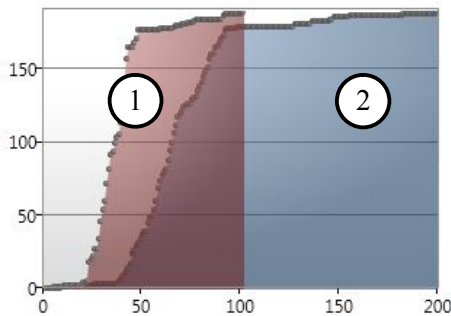


Рис. 6. Швидкість розповсюдження інформаційно-психологічних впливів у прикладі №2 для стратегій поширення інформації «дерево» – 1 та «кущ» – 2

Після 100-ї ітерації обидві стратегії захопили практично всі вузли мережі. Невелика кількість незахоплених вузлів стратегією «кущ» (на які було затрачено ще близько 100 ітерацій) пояснюється випадковим, а не вибірковим підходом до вибору вузла для атаки в стратегії «кущ». Загалом стратегія «дерево» показала кращі результати, але в ході експерименту виявлено, що поведінкова стратегія

«дерево» має певні колізії. Так, наприклад, на першому – другому рівнях (на інших рівнях вже не так критично) вибір за критерієм максимальності зв'язків атакованого вузла може обрати вузли з високим рівнем інформаційного спротиву (Opposite). В такому випадку час затрачений на переконання буде суттєво зростати. Виходом з даної ситуації є зміна критерію вибору вузла, тоді поведінкова стратегія може бути описана як:

$$P_{tree} = \left\{ u_i \in U_g \left\{ \begin{array}{l} Op_{u_i} \rightarrow \min, \\ |u| = 2^l - g, |u| \leq K * Act_g, u_i \notin G \end{array} \right. \right\}. (5)$$

В порівнянні з (4) змінено лише критерій вибору вузла – обираються вузли з мінімальним рівнем спротиву. Такий критерій нескладно реалізувати в моделі, достатньо порівняти лише показники вузла, але набагато складніше здійснити такий відбір в реальному житті.

Висновки

У статті розглянуто розроблюване програмне забезпечення для програмного моделювання поширення інформаційно-психологічних впливів у віртуальних соціальних мережах. Дане моделювання можна використовувати для прогнозування наслідків поширення інформації при застосуванні різних стратегій в ході інформаційних операцій та інформаційних війн. Було проведено моделювання декількох різних стратегій поширення інформації, зокрема, стратегії «кущ» та стратегії «дерево».

Як показали результати моделювання, ефективність стратегії можна підвищити використовуючи багатокритеріальні функції. Багатокритеріальна функція аналізу вузлів дає можливість вибору найбільш вдалого вузла для атаки – це особливо актуально на ранніх стадіях атаки і дає можливість скоротити час залучення до ідеї і отримання генераторів наступного рівня. Складність здійснення відбору і аналізу критеріїв буде впливати на час затрачений в цілому на процес інформаційного впливу. Тому актуальним є вибір правильного балансу між ускладненням критеріїв вибору (і, як наслідок – ефективності атаки) і часом затраченим на аналіз за обраними критеріями.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Богуш В. М. Інформаційна безпека держави / В. М. Богуш, О. К. Юдін. – К.: МК-Прес, 2005. – 432 с.
2. Колбасов С. М. Макромоделирование информационных конфликтов и информационных операций социотехнических информационных систем: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.19 / Колбасов Сергей Михайлович. – Воронеж, 2006. – 146 с.
3. Остапенко Г. А. Информационные операции и атаки в социотехнических системах. Учебное пос. для вузов / Под ред. чл.-корр. РАН В. И. Борисова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 134 с.
4. Сулова В. А. Методы моделирования социальных сетей [Электронный ресурс] / В. А. Сулова, А. А. Городов // Решетневские чтения. – 2015. – №19. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/metody-modelirovaniya-sotsialnyh-setey>.
5. Губанов Д. А. Модели влияния в социальных сетях [Электронный ресурс] / Д. А. Губанов, Д. А. Новиков, А. Г. Чхартишвили // УБС. – 2009. – №27. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/modeli-vliyaniya-v-sotsialnyh-setyah>.
6. Улічев О. С. Програмна модель соціальної мережі та стратегій поширення інформаційно-психологічних впливів / О. С. Улічев, Є. В. Мелешко // Збірник тез III Міжн. науково-практичної конференції «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології», Кропивницький. 19-20 квітня 2017 р. – Кропивницький: ЦНТУ, 2017. – С. 136-139.
7. Сазанов В. М. Социальные сети как новая общественная сфера / В. М. Сазанов. – М.: Лаборатория СВМ, 2010. – 180 с.
8. Хоган Б. Анализ социальных сетей в интернете [Электронный ресурс] / Б. Хоган. – Режим доступа: <https://postnauka.ru/longreads/20259>.
9. Moody J. Structural cohesion and embeddedness / J. Moody, D. R. White // American Sociological Review. – 2003. – Vol. 68(1). – P. 103-128.

REFERENCES

1. Bogush, V.M. and Yudin, O.K. (2005), *Information Security of the State*, MK-Press, Kyiv, 432 p.
2. Kolbasov, S.M. (2006), *Macromodeling of information conflicts and information operations of socio-technical information systems*, Voronezh, 146 p.
3. Ostapenko, G.A. (2007), *Information Operations and Attacks in Socio-Technical Systems*, Hot line-Telecom, Moscow, 134 p.
4. Suslova, V.A. and Gorodov, A. A. (2015), "Methods of modeling social networks", *Reshetnev Readings*, No. 19, available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/metody-modelirovaniya-sotsialnyh-setey> (last accessed March 01, 2018).
5. Gubanov, D.A., Novikov, D.A. and Chkhartishvili, A.G. (2009), "Models of Influence in Social Networks", *UBS*, No. 27, available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/modeli-vliyaniya-v-sotsialnyh-setyah> (last accessed March 01, 2018).
6. Ulichev, O.S. and Meleshko, E.V. (2017), "The program model of social policy and strategy is the widening of information and psychology", *The information technology and computer technology*, TSNTU, Kropivnitsky, pp. 136-139.
7. Sazanov, V.M. (2010), *Social networks as a new public sphere*, Laboratory of SVM, Moscow, 180 p.
8. Hogan, B. (2018), *Analysis of social networks on the Internet*, available at: <https://postnauka.ru/longreads/20259> (last accessed March 01, 2018).
9. Moody, J. and White, D. R. (2003), "Structural cohesion and embeddedness", *American Sociological Review*, Vol. 68(1), pp. 103-128.

Received (Надійшла) 09.03.2018

Accepted for publication (Прийнята до друку) 16.05.2018

Программное моделирование распространения информационно-психологических воздействий в виртуальных социальных сетях

А.С. Уличев, Е.В. Мелешко

Предметом изучения в статье является процесс распространения информационно-психологических воздействий в виртуальных социальных сетях. **Целью** является разработка программной модели распространения информационно-психологических воздействий в сегментах виртуальной социальной сети. **Задача:** разработать программную модель для определения того, как влияет структура социальной сети, свойства и роли пользователей на скорость распространения информационно-психологических воздействий, а также определить эффективность различных стратегий распространения информационно-психологических воздействий. Используемыми **методами** являются: теория графов, теория множеств, теория вероятностей, объектно-ориентированное программирование. Получены следующие **результаты:** разработана программная модель распространения информационно-психологических воздействий в сегментах социальной сети, с помощью нее осуществлено моделирование различных стратегий распространения информации и проведено сравнение их эффективности. **Выводы.** Разработанную программную модель можно использовать для прогнозирования последствий распространения информационно-психологических влияний в сегментах социальной сети при применении различных стратегий распространения информации во время информационных операций или информационных войн. Было проведено моделирование различных стратегий распространения информации, в частности, предложенных стратегии «куст» и стратегии «дерево». Как показали результаты моделирования, эффективность стратегии можно повысить используя многокритериальные функции анализа узлов для выбора наиболее удачного узла для атаки. Научная новизна полученных результатов заключается в следующем: разработано программную модель распространения информационно-психологических воздействий в виртуальных социальных сетях, которая в отличие от существующих позволяет учитывать структуру социальной сети, роли и характеристики пользователей и накопительное влияние однотипных сообщений, а также позволяет генерировать социальную сеть с наперед заданными структурными характеристиками.

Ключевые слова: информационно-психологические воздействия; социальные сети; информационная безопасность; распространение информации; моделирование социальной сети; моделирование информационно-психологических воздействий.

Program modeling dissemination of information-psychological influences in virtual social networks

O. Ulichev, Ye. Meleshko

The **subject matter** of the article is the processes of dissemination of information-psychological influences in virtual social networks. The **goal** is to develop the program model for the dissemination of information-psychological influences in a segments of a virtual social network. The **tasks** to be solved are: to develop a program model for determining how a structure of a social network, the properties and roles of users affect the speed of dissemination of information-psychological influences, and to determine the effectiveness of various strategies for disseminating information-psychological influences. **The methods** used are: graph theory, set theory, probability theory, object-oriented programming. The following **results** were obtained: a program model for the dissemination of information-psychological influences in a segments of a social network was developed, with the help of which various strategies for the dissemination of information were modeled and the comparison of their effectiveness was made. **Conclusions.** The developed program model can be used to predict a consequences of the dissemination of information-psychological influences in segments of a social network when applying various strategies for disseminating information during information operations or information wars. Modeling of various information dissemination strategies was carried out, in particular, the proposed "bush" strategy and "tree" strategy. As shown by the simulation results, the effectiveness of a strategy can be improved by using multi-criteria node analysis functions to select a most successful node for the attack. The scientific novelty of the results obtained is as follows: the program model for modeling the dissemination of information-psychological influences in virtual social networks has been developed that, unlike existing ones, allows to take into account a structure of a social network, the roles and characteristics of users and the accumulative impact of a same messages, and also allow the generation of a social network with specified structural characteristics.

Keywords: information-psychological influences; social networks; information security; information dissemination; social network modeling; modeling of information-psychological influences.