
INFORMATION WARFARE

DOI 10.20535/2411-1031.2020.8.2.222597

УДК 004.942::519.816

ДМИТРО ЛАНДЕ,
ОЛЕГ АНДРІЙЧУК,
ОЛЕГ ДМИТРЕНКО,
ВІТАЛІЙ ЦИГАНОК,
ЯРОСЛАВА ПОРПЛЕНКО

ПОБУДОВА БАЗ ЗНАНЬ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ НАПРАВЛЕНИХ МЕРЕЖ ТЕРМІНІВ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ОПЕРАЦІЙ

Досліджено процеси виявлення, розпізнавання, аналізу та протидії інформаційним операціям. Його актуальність обумовлена значним впливом інформаційного середовища на суспільство, соціальні групи та окремих людей, які знаходяться в ньому. Запобігання такому впливові здійснюється створенням баз знань систем підтримки прийняття рішень при дослідженні інформаційних операцій. Для цього використовується метод ієрархічного цільового динамічного оцінювання альтернатив. У межах його застосування запропоновано новий підхід до побудови баз знань систем підтримки прийняття рішень при дослідженні інформаційних операцій. Він дозволяє зменшити кількість звернень до експертів на основі використання направлених зважених мереж термінів. Його застосування дозволяє економити часові та фінансові ресурси за рахунок зменшення використання експертної інформації, а також надає можливість виявляти прогалини в базах знань. Зважаючи на це розроблено концепцію створення інформаційно-аналітичної системи для дослідження інформаційних операцій, у межах якої реалізується запропонований підхід. За основу його використання взято направлені мережі термінів. Така система дозволить надавати рекомендації, які можна застосовувати для аналізу та протидії інформаційним операціям. Дані завдання виконуються шляхом автоматизованого оброблення текстів, що пов'язані з об'єктом інформаційної операції предметної області. Це дозволяє сформулювати текстові корпуси та на їх основі створити мережу термінів. Для обробки текстів корпусу використано методи обчислювальної лінгвістики. Тоді як направлена мережа термінів створюється за допомогою алгоритму побудови графу горизонтальної видимості. Репрезентативність висвітлення предметної області за стабілізацією рангів термінів забезпечено визначенням достатньої кількості текстів. Вага посилань у направлених мережах термінів предметної області встановлюється відповідно до запропонованого підходу. Отримані результати апробовано на прикладі корпусу текстів за актуальною тематикою "Brexit".

Ключові слова: інформаційний простір, дослідження інформаційних операцій, система підтримки прийняття рішень, база знань, метод ієрархічного цільового динамічного оцінювання альтернатив, текстовий корпус, зважена направлена мережа термінів, граф горизонтальної видимості.

Постановка проблеми. Дослідження інформаційних операцій (ІО) є актуальним завданням в умовах сучасного стрімкого розвитку інформаційних технологій та їх всебічному та глибокому проникненні у всі сфери життя людей. Наслідком цього є формування інформаційного середовища, що впливає на суспільство, соціальні групи та окремих людей, які знаходяться в ньому [1]. Завдяки ІО [2], [3] можливе формування у цільової аудиторії відповідної думки та відношення до деякого питання, теми, об'єкту, що

може навіть й спровокувати певну шкідливу соціальну напругу [4]. Експериментальними дослідженнями [5], [6] підтверджується наявність впливу дезінформації та пліток, і, як наслідок, формування в суспільстві віри в них.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження ІО включає в себе вирішення таких завдань: виявлення, розпізнавання, аналіз та протидія [7]. При цьому інформація міститься у відкритих джерелах і може бути використана за допомогою систем контент-моніторингу, які дозволяють будувати на її основі текстові корпуси та відповідні направлені зважені мережі термінів [8], [9]. Їх використання на відміну від ненаправлених мереж дозволяє отримувати більш деталізовану модель предметної області об'єкту ІО. З іншого боку ІО належать до слабо структурованих предметних областей, а значить доцільно використовувати системи підтримки прийняття рішень (СППР) при дослідженні ІО [7]. При цьому засобами СППР будуються відповідні бази знань (БЗ), якими описується специфіка об'єкта ІО та інформаційного середовища, в якому він знаходиться. Окрім направлених зважених мереж термінів при побудові БЗ СППР використовуються знання експертів та об'єктивна інформація [9]. Використання експертів вимагає досить відчутних часових та фінансових затрат, а також потребує вирішення низки завдань, пов'язаних з помилками (через психофізіологічні особливості людини) та суб'єктивністю експертних оцінок.

Метою статті є зменшення кількості звернень до експертів при дослідженні ІО на основі розроблення підходів до побудови БЗ СППР.

Виклад основного матеріалу дослідження. Побудова БЗ СППР при дослідженні ІО проходить у межах методу ієрархічного цільового динамічного оцінювання альтернатив [10]. Спочатку відбувається ієрархічна експертна декомпозиція (розкриття) головної цілі на підцілі, які є її складовими та безпосередньо впливають на неї. Потім відбувається декомпозиція кожної складової на відповідні підцілі і так далі. Процес декомпозиції цілей зупиняється, коли в рамках чергової декомпозиції в якості підцілей буде отримано безпосередні заходи (проекти). В якості проектів при дослідженні ІО виступають конкретні тематики публікацій, пов'язані з об'єктом ІО. При декомпозиції окрім експертних знань також може використовуватися ще й об'єктивна інформація. Після завершення процесу розкриття цілей в рамках кожної декомпозиції відбувається розрахунок часткових коефіцієнтів впливу (ЧКВ) підцілей на відповідну ціль. Для цього використовують експертне оцінювання засобами програмного інструментарію СППР. В сфері дослідження ІО в якості проектів маємо конкретні тематики публікацій, що пов'язані з об'єктом ІО. Таким чином, засобами СППР можна розрахувати рекомендації у вигляді рейтингу інформаційного впливу тематик публікацій на об'єкт ІО.

Шляхом використанням контент-моніторингу предметної області ІО будується направлена зважена мережа термінів (достатнього обсягу, репрезентативна, без помилок, без надлишковості та з достатнім рівнем стійкості ваг). Це початкова мережа термінів, яка використовується у подальших викладках. Розглянемо особливості її побудови на основі текстового корпусу.

Побудову БЗ СППР з використанням направлених зважених мереж термінів при дослідженні ІО пропонується виконувати наступним чином:

1) проводиться попередня побудова БЗ СППР з використанням контент-моніторингу та експертної інформації [9], визначається множина декомпозицій, в рамках яких потрібно буде знайти відповідні ЧКВ;

2) виконується аналіз початкової направленої зваженої мережі термінів на предмет повноти покриття предметної області у відповідності до наявної попередньо побудованої БЗ СППР та вибраної декомпозиції. Може виникнути ситуація, коли не всі декомпозиції достатньо покриті термінами мережі. Для таких декомпозицій використовують інші наявні підходи до визначенні ЧКВ [9] або навіть і звертаються до експертів;

3) для кожної “покритої” декомпозиції визначається необхідний рівень абстракції та стратифікації і знаходяться відповідні терміни у початковій мережі, які відповідають кожному з об’єктів вибраної декомпозиції;

4) формується нова мережа термінів шляхом об’єднання певних вузлів початкової мережі у відповідності до цілі та підцілей вибраної декомпозиції;

5) знаходяться значення впливів підцілей на ціль методом пошуку оптимальних впливів [11] або іншими способами (наприклад, за можливості в якості значень впливів можна взяти ваги відповідних безпосередніх зв’язків підцілей з ціллю в мережі термінів). Отримані значення впливів нормуються та заносяться в БЗ СППР в якості відповідних ЧКВ;

6) переходимо до пункту 3 доки не пройдемо по всіх “покритих” декомпозиціях.

Перевагами запропонованого підходу є: економія часових та фінансових ресурсів за рахунок зменшення використання експертної інформації; можливість виявлення прогалів в БЗ СППР під час аналізу початкової направленої зваженої мережі термінів; об’єктивізація визначення ЧКВ.

Недоліками запропонованого підходу є: складність і, часом, неоднозначність знаходження відповідності деяких досить складних та широких цілей термінам мережі; відсутність можливості застосування підходу для інших сфер, окрім дослідження ІО.

Концепція створення інформаційно-аналітичної системи для дослідження ІО, що використовує направлені мережі термінів. На рис. 1 представлено діаграму варіантів використання інформаційно-аналітичної системи для дослідження ІО, що є реалізацією запропонованих вище підходів та системною інтеграцією наступних програмних засобів: системи розподіленого збору та обробки експертної інформації (СРЗОЕІ), системи експертного оцінювання (СЕО), системи контент-моніторингу (СКМ) та СППР.

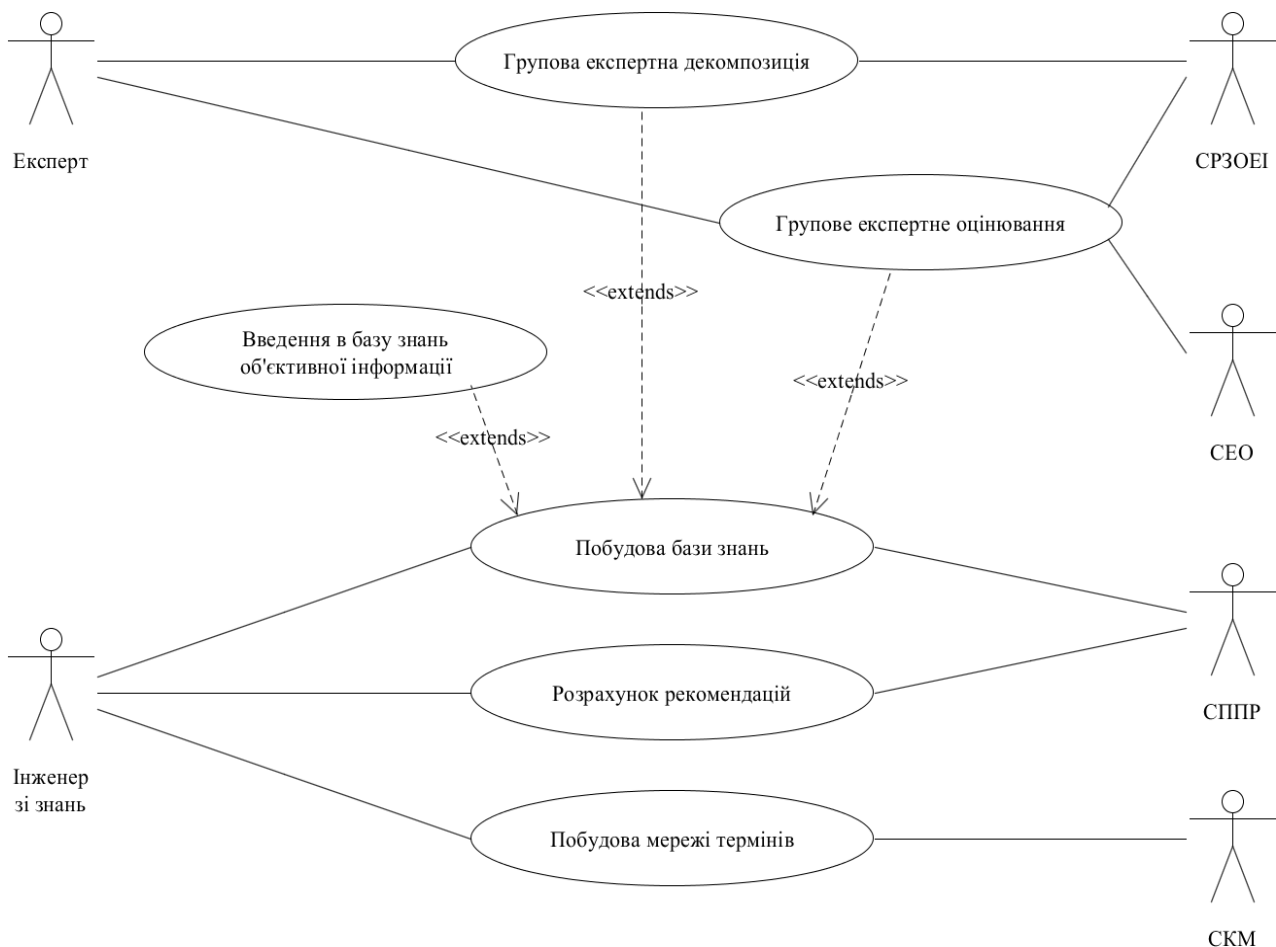


Рисунок 1 – Діаграма варіантів використання інформаційно-аналітичної системи дослідження ІО

Розглянемо акторів представлених на діаграмі варіантів використання (див. рис. 1). Експерт – фахівець, якого запрошують або наймають за грошову винагороду для надання кваліфікованого висновку, оцінки або судження з деяких питань. Інженер зі знань – фахівець, який формує БЗ і надає на її основі рекомендації за допомогою інструментарію СППР. СРЗОЕІ – система для дистанційної групової роботи експертів в глобальній мережі. СЕО – комплекс програмних засобів, який гнучко адаптується до рівня компетентності експертів і дозволяє отримувати знання від них в повній мірі і без спотворення. СППР – система, яка розраховує і видає рекомендації, ґрунтуючись на введених в її БЗ знаннях (як об’єктивних, так і експертних). СКМ – система, яка проводить збір та обробку інформації з відкритих джерел. Розглянемо варіанти використання представлені на діаграмі (див. рис. 1). Усі варіанти використання ініціює інженер зі знань.

В рамках процесу побудови БЗ засобами СППР будується проблемно-орієнтована модель предметної області на підставі знань, отриманих від експертів, і результатів контент-моніторингу глобальної мережі. В процесі групової експертної декомпозиції проводиться розкриття цілей на складові (підцілі). Відповідно до сформульованої головної цілі ІО, інженер зі знань формує групу експертів-фахівців, компетентних у питаннях, які будуть розглядатися. Процес групової декомпозиції відбувається в ході поетапного діалогу з експертами з групи шляхом послідовного розбиття головної цілі на складові. На кожному етапі декомпозиції експерту з групи пропонується сформулювати множину підцілей (вибрати цілі серед існуючих або ввести нові), які безпосередньо впливають на ціль, що розкривається. Далі, за аналогією, відбувається декомпозиція інших цілей. Процес декомпозиції завершується, коли в якості цілей виступають конкретні компоненти ІО, що представлені конкретними формулюваннями, на підставі яких можна зробити відповідні запити для СКМ. Процес групового експертного оцінювання починається після закінчення групової декомпозиції. В ході цього процесу для кожної групи підцілей визначається характер їх впливів (якісний або кількісний, позитивний або негативний) і величина їх ступенів впливу. В ході процесу введення в БЗ об’єктивної інформації можуть використовуватися дані, які були отримані шляхом вимірювання відповідних величин. При побудові мережі термінів за допомогою СКМ формується корпус текстів предметної області, пов’язаної з об’єктом ІО. Далі проводиться обробка текстів корпусу методами обчислювальної лінгвістики та створення відповідної направленої мережі термінів за допомогою алгоритму побудови графу горизонтальної видимості (ГГВ) як показано в [12]. Для надання рекомендацій, на основі побудованої БЗ, проводиться розрахунок ступеня досягнення цілей ієрархії та відносної ефективності тематик публікацій, пов’язаних з об’єктом ІО, тобто “відносного вкладу” кожної з таких тематик публікацій в досягнення головної мети ІО.

Формування корпусу текстових документів. При формуванні текстового корпусу слід визначати достатню кількість текстів для репрезентативного висвітлення предметної області, що стосується досліджуваного об’єкта ІО. Для цього при побудові моделей природної мови в рамках обчислювальної лінгвістики використовуються закономірності, засновані на наступних ефектах: поява нових унікальних слів з появою нових текстів у корпусі [13], сталість відношення кількості профільних тематичних публікацій до кількості частково профільних та загальної кількості публікацій [14], сталість відношення частоти терміну до його рангу [15], [16]. Недоліком їх використання є те, що достатня кількість документів в корпусі досягається при досить значній кількості текстів. А оскільки направлена зважена мережа термінів використовується для подальшої обробки в рамках побудови БЗ СППР при дослідженні ІО, то в якості умови зупинки створення цільового тематичного текстового корпусу, можна вважати стабілізацію рангів термінів (відповідно до значень їх ваг) при додаванні нових текстів. У табл. 1 наведено приклад динаміки варіації ваг термінів при побудові текстового корпусу (за допомогою СКМ було завантажено з відкритих джерел 135 публікацій за тематикою “Brexit”).

Подальша обробка текстового корпусу включає лексемування [17], лематизацію, вилучення стоп-слів, стемінг за алгоритмом Портера [18], [19] та зважування термінів. Для виділення ключових термінів проводиться їх зважування за статистичним показником GTF (англ. Global Term Frequency) [20], що є модифікацією класичного статистичного показника важливості слів TF-IDF (англ. Term Frequency, Inverse Document Frequency) [21].

Таблиця 1 – Топ 24 ключових термінів при різних розмірах текстового корпусу

60 documents		80 documents		105 documents		121 documents		135 documents	
Label	weight	Label	weight	Label	weight	Label	weight	Label	weight
eu	0.03027	eu	0.043649	eu	0.041886	eu	0,042131	eu	0.041618
uk	0.016056	uk	0.037739	uk	0.036625	uk	0,036394	uk	0.035999
brexit	0.011355	leav	0.013201	leav	0.013856	leav	0,014264	leav	0.013976
leav	0.009713	brexit	0.012087	brexit	0.012665	brexit	0,012906	brexit	0.012657
britain	0.008863	vote	0.007993	vote	0.008576	vote	0,009134	vote	0.009089
european	0.008523	countri	0.006734	trade	0.006392	remain	0,006149	trade	0.006483
trade	0.006909	trade	0.006492	countri	0.006273	countri	0,006078	remain	0.005978
vote	0.006881	econom	0.006007	remain	0.006114	trade	0,006078	countri	0.005864
countri	0.006456	remain	0.005983	econom	0.006035	econom	0,005720	econom	0.005489
remain	0.005833	union	0.005159	referendum	0.0053	referendum	0,005684	referendum	0.005473
british	0.00555	referendum	0.005062	peopl	0.004963	campaign	0,005059	campaign	0.005115
econom	0.005324	peopl	0.004723	union	0.004764	peopl	0,004951	peopl	0.004952
europ	0.005324	polit	0.004699	campaign	0.004625	union	0,004808	union	0.004675
referendum	0.005154	market	0.00453	polit	0.004467	polit	0,004522	market	0.004528
union	0.004955	campaign	0.004384	market	0.004367	year	0,004379	year	0.004365
market	0.004701	year	0.004142	year	0.004288	market	0,004290	polit	0.004317
peopl	0.004361	immigr	0.004045	support	0.003831	support	0,003843	govern	0.003893
support	0.004191	support	0.003997	govern	0.003811	govern	0,003718	support	0.003698
member	0.004163	govern	0.003948	immigr	0.003533	immigr	0,003414	member	0.003502
polit	0.004134	member	0.003924	member	0.003474	member	0,003361	immigr	0.003258
immigr	0.004106	nation	0.003754	parti	0.003395	parti	0,003325	nation	0.003225
year	0.004049	parti	0.003488	nation	0.003275	nation	0,003182	parti	0.00303
campaign	0.004021	membership	0.003222	membership	0.003037	membership	0,003057	membership	0.003013
govern	0.003766	free	0.003004	time	0.002918	time	0,002914	time	0.002883

Побудова направленої зваженої мережі термінів. Для побудови ненаправленої мережі термінів використовується алгоритм побудови ГГВ, побудову якого описано в [12]. В якості вагового індикатору використовується GTF. У [22] запропоновано підхід до визначення напрямків посилань у ненаправлених мережах термінів, що відповідають концепціям предметної області. Використаємо цей підхід для побудови направленої мережі термінів. Передбачається, що у ненаправленій мережі причинно-наслідковий зв'язок існує в напрямку від вузла a до вузла b , якщо в межах речення термін, якому відповідає вузол a передреє терміну, якому відповідає вузол b .

Підхід до визначення ваги зв'язків між вузлами мережі полягає у наступному: вузли, що відповідають тим самим умовам направленої мережі, об'єднуються. Оскільки будь-який граф визначається матрицею суміжності, завдання визначення зважених значень посилань зводиться до об'єднання стовпців та відповідних рядків (зважена компактифікація ГГВ [12]).

Практичний приклад. Описані вище підходи було апробовано на прикладі корпусу текстів за актуальною тематикою “Brexit”. В даний час “Brexit” є проблемою, яка широко досліджується науковою спільнотою [23], [24]. У табл. 2 представлений список найбільш впливових та значущих зв'язків між відповідними вузлами у мережі термінів, що відповідають деяким поняттям даної предметної області.

Побудовано направлену зважену мережу ключових термінів предметної області “Brexit”. На рис. 2 зображено найсильніші зв'язки цієї мережі. Провівши аналіз отриманих результатів, було встановлено, що найбільш впливовими та значущими зв'язками у мережі термінів, що побудована для предметної області “Brexit”, є: “uk \rightarrow eu”, “leav \rightarrow eu”, “eu \rightarrow uk”, “brexit \rightarrow uk” and “vote \rightarrow leav” (див. рис. 2).

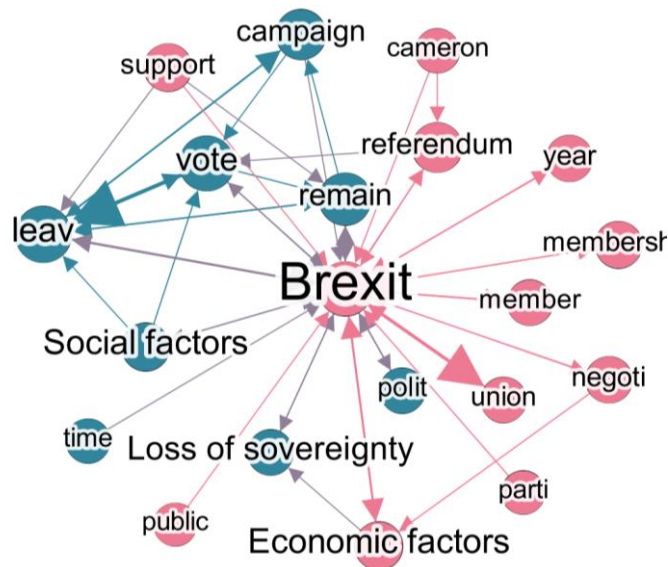


Рисунок 3 – Направлена зважена мережа термінів після декомпозиції

Висновки. Запропоновано підхід до побудови БЗ СППР при дослідженні ІО, що використовує направлені зважені мережі термінів предметної області при декомпозиції тематик пов'язаних з об'єктом ІО. Застосування цього підходу дозволяє економити часові та фінансові ресурси за рахунок зменшення використання експертної інформації, а також надає можливість виявляти прогалини в БЗ. Запропоновано концепцію створення інформаційно-аналітичної системи, в рамках якої цей підхід буде реалізований.

Досліджено особливості побудови текстових корпусів та направлених зважених мереж термінів при дослідженні ІО. Запропоновано при побудові тематичних текстових корпусів визначати достатність кількості текстів для репрезентативного висвітлення предметної області за стабілізацією рангів термінів. Запропоновано підхід до визначення ваг посилань у направлених мережах термінів предметної області.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] O. Chertov, T. Rudnyk, and O. Palchenko, "Search of phony accounts on Facebook: Ukrainian case", in Proc. *International Conference on Military Communications and Information Systems*, Warsaw, Poland, 2018, pp. 22-23, doi: 10.1109/ICMCIS.2018.8398725.
- [2] U.S. Department of Defense. *Information operations roadmap*. Washington, D.C. GPO, 2003.
- [3] Military Information Support Operations. [Online]. Available: <http://fas.org/irp/doddir/dod/jp3-13-2.pdf>. Accessed on: Sept. 19, 2020.
- [4] M. Shchoholiev, and V. Tretynik, "The System of Operative Determination of the Level of Tension in Society Based on Data from Social Networks", *Information & Security: An International Journal*, vol. 43, no. 3, pp. 375-382, 2019, doi: 10.11610/isij.4328.
- [5] S. Lewandowsky, U. K. H. Ecker, C.M. Seifert, N. Schwarz, and J. Cook, "Misinformation and Its Correction Continued Influence and Successful Debiasing", *Psychological Science in the Public Interest*, vol. 13, iss. 3, pp. 106-131, 2012, doi: 10.1177/1529100612451018.
- [6] A. J. Berinsky, "Rumors and Health Care Reform: Experiments in Political Misinformation", *British Journal of Political Science*, vol. 47, iss. 2, pp. 241-262, 2017.
- [7] A. Dodonov, D. Lande, V. Tsyganok, O. Andriichuk, S. Kadenko, and A. Graivoronskaya, *Information Operations Recognition. From Nonlinear Analysis to Decision-Making*. LAP Lambert Academic Publishing, 2019.
- [8] Д. Ланде, та О. Дмитренко, "Визначення вагових значень зв'язків у мережі термінів", *Реєстрація, зберігання і обробка даних*, том 21, № 4, с. 40-48, 2019, doi: 10.35681/1560-9189.2019.21.4.199357.

- [9] V. Tsyganok, S. Kadenko, and O. Andriichuk, "Using data from open sources for decision-making under information warfare", *Information Technology and Security*, vol. 7, iss. 1, pp. 35-48, 2019, doi: 10.20535/2411-1031.2019.7.1.184221.
- [10] V. Totsenko, "One Approach to the Decision Making Support in R&D Planning. Part 2. The Method of Goal Dynamic Estimating of Alternatives", *Journal of Automation and Information Sciences*, vol. 33, iss. 4, pp. 82-90, 2001.
- [11] O. Dmytrenko, D. Lande, and O. Andriichuk, "Method for Searching of an Optimal Scenario of Impact in Cognitive Maps During Information Operations Recognition", *Mathematical Modeling and Simulation of Systems*, vol. 1019, pp. 182-193, 2020, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-25741-5_19.
- [12] D. Lande, A. Snarskii, E. Yagunova, and E. Pronoza, "The use of horizontal visibility graphs to identify the words that define the informational structure of a text", in *Proc. 12th Mexican International Conference on Artificial Intelligence*, pp. 209-215, 2013, doi: 10.1109/MICAI.2013.33.
- [13] H. Heaps, *Information Retrieval – Computational and Theoretical Aspects*. Academic Press, 1978.
- [14] S. Bradford, "Sources of Information on Specific Subjects", *Engineering*, vol. 137, pp. 85-86, 1934.
- [15] C. Manning, and H. Schütze, *Foundations of Statistical Natural Language Processing*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1999.
- [16] G. Salton, A. Wong, and C. Yang, "Vector Space Model for Automatic Indexing", *Communications of the ACM*, vol. 18, iss. 11, pp. 613-620, 1975.
- [17] T. Korenius, J. Laurikkala, K. Järvelin, and M. Juhola, "Stemming and lemmatization in the clustering of finnish text documents", in *Proc. of the thirteenth ACM international conference on Information and knowledge management*, pp. 625-633, 2004.
- [18] M. Porter, "An algorithm for suffix stripping", *Program*, vol. 14, iss. 3, pp. 130-137, 1980, doi: 10.1108/eb046814.
- [19] P. Willett, "The Porter stemming algorithm: then and now", *Program*, vol. 40, iss. 3, pp. 219-223, 2006, doi: 10.1108/00330330610681295.
- [20] D. Lande, O. Dmytrenko, and A. Snarskii, "Transformation texts into complex network with applying visibility graphs algorithms", *Selected Papers of the XVIII International Scientific and Practical Conference on Information Technologies and Security (ITS 2018)*, vol. 2318, pp. 95-106, 2018. [Online]. Available: <http://ceur-ws.org/Vol-2318/paper8.pdf>. Accessed on: Sept. 19, 2020.
- [21] G. Salton, and C. Buckley, "Term-weighting approaches in automatic text retrieval", *Information processing & management*, vol. 24, iss. 5, pp. 513-523, 1988, doi: 10.1016/0306-4573(88)90021-0.
- [22] D. Lande, O. Dmytrenko, and O. Radziievskia, "Determining the Directions of Links in Undirected Networks of Terms", *Selected Papers of the XIX International Scientific and Practical Conference "Information Technologies and Security" (ITS 2019)*, vol. 2577, pp. 132-145, 2019. [Online]. Available: <http://ceur-ws.org/Vol-2577/paper11.pdf>. Accessed on: Sept. 19, 2020.
- [23] V. Bachmann, and D. James, "Sidaway Brexit geopolitics", *Geoforum*, vol. 77, pp. 47-50, 2016, doi: 10.1016/j.geoforum.2016.10.001.
- [24] M. Latorre, Z. Olekseyuk, H. Yonezawa, and S. Robinson, "Making sense of Brexit losses: An in-depth review of macroeconomic studies", *Economic Modelling*, vol. 89, pp. 72-87, 2020, doi: 10.1016/j.econmod.2019.10.009.

Стаття надійшла до редакції 30.09.2020.

REFERENCE

- [1] O. Chertov, T. Rudnyk, and O. Palchenko, "Search of phony accounts on Facebook: Ukrainian case", in *Proc. International Conference on Military Communications and Information Systems*, Warsaw, Poland, 2018, pp. 22-23, doi: 10.1109/ICMCIS.2018.8398725.
- [2] U.S. Department of Defense. *Information operations roadmap*. Washington, D.C. GPO, 2003.
- [3] Military Information Support Operations. [Online]. Available: <http://fas.org/irp/doddir/dod/jp3-13-2.pdf>. Accessed on: Sept. 19, 2020.
- [4] M. Shchoholiev, and V. Tretynik, "The System of Operative Determination of the Level of Tension in Society Based on Data from Social Networks", *Information & Security: An International Journal*, vol. 43, no. 3, pp. 375-382, 2019, doi: 10.11610/isij.4328.
- [5] S. Lewandowsky, U. K. H. Ecker, C.M. Seifert, N. Schwarz, and J. Cook, "Misinformation and Its Correction Continued Influence and Successful Debiasing", *Psychological Science in the Public Interest*, vol. 13, iss. 3, pp. 106-131, 2012, doi: 10.1177/1529100612451018.
- [6] A. J. Berinsky, "Rumors and Health Care Reform: Experiments in Political Misinformation", *British Journal of Political Science*, vol. 47, iss. 2, pp. 241-262, 2017.
- [7] A. Dodonov, D. Lande, V. Tsyganok, O. Andriichuk, S. Kadenko, and A. Graivoronskaya, *Information Operations Recognition. From Nonlinear Analysis to Decision-Making*. LAP Lambert Academic Publishing, 2019.
- [8] D. Lande, and O. Dmytrenko, "Determining the weights of links in networks of terms", *Data Rec., Storage & Processing*, vol. 21. no. 4, pp. 40-48, 2019, doi: 10.35681/1560-9189.2019.21.4.199357.
- [9] V. Tsyganok, S. Kadenko, and O. Andriichuk, "Using data from open sources for decision-making under information warfare", *Information Technology and Security*, vol. 7, iss. 1, pp. 35-48, 2019, doi: 10.20535/2411-1031.2019.7.1.184221.
- [10] V. Totsenko, "One Approach to the Decision Making Support in R&D Planning. Part 2. The Method of Goal Dynamic Estimating of Alternatives", *Journal of Automation and Information Sciences*, vol. 33, iss. 4, pp. 82-90, 2001.
- [11] O. Dmytrenko, D. Lande, and O. Andriichuk, "Method for Searching of an Optimal Scenario of Impact in Cognitive Maps During Information Operations Recognition", *Mathematical Modeling and Simulation of Systems*, vol. 1019, pp. 182-193, 2020, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-25741-5_19.
- [12] D. Lande, A. Snarskii, E. Yagunova, and E. Pronoza, "The use of horizontal visibility graphs to identify the words that define the informational structure of a text", in *Proc. 12th Mexican International Conference on Artificial Intelligence*, pp. 209-215, 2013, doi: 10.1109/MICAI.2013.33.
- [13] H. Heaps, *Information Retrieval – Computational and Theoretical Aspects*. Academic Press, 1978.
- [14] S. Bradford, "Sources of Information on Specific Subjects", *Engineering*, vol. 137, pp. 85-86, 1934.
- [15] C. Manning, and H. Schütze, *Foundations of Statistical Natural Language Processing*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1999.
- [16] G. Salton, A. Wong, and C. Yang, "Vector Space Model for Automatic Indexing", *Communications of the ACM*, vol. 18, iss. 11, pp. 613-620, 1975.
- [17] T. Korenius, J. Laurikkala, K. Järvelin, and M. Juhola, "Stemming and lemmatization in the clustering of finnish text documents", in *Proc. of the thirteenth ACM international conference on Information and knowledge management*, pp. 625-633, 2004.
- [18] M. Porter, "An algorithm for suffix stripping", *Program*, vol. 14, iss. 3, pp. 130-137, 1980, doi: 10.1108/eb046814.
- [19] P. Willett, "The Porter stemming algorithm: then and now", *Program*, vol. 40, iss. 3, pp. 219-223, 2006, doi: 10.1108/00330330610681295.

- [20] D. Lande, O. Dmytrenko, and A. Snarskii, "Transformation texts into complex network with applying visibility graphs algorithms", *Selected Papers of the XVIII International Scientific and Practical Conference on Information Technologies and Security (ITS 2018)*, vol. 2318, pp. 95-106, 2018. [Online]. Available: <http://ceur-ws.org/Vol-2318/paper8.pdf>. Accessed on: Sept. 19, 2020.
- [21] G. Salton, and C. Buckley, "Term-weighting approaches in automatic text retrieval", *Information processing & managemen*, vol. 24, iss. 5, pp. 513-523, 1988, doi: 10.1016/0306-4573(88)90021-0.
- [22] D. Lande, O. Dmytrenko, and O. Radziievaska, "Determining the Directions of Links in Undirected Networks of Terms", *Selected Papers of the XIX International Scientific and Practical Conference "Information Technologies and Security" (ITS 2019)*, vol. 2577, pp. 132-145, 2019. [Online]. Available: <http://ceur-ws.org/Vol-2577/paper11.pdf>. Accessed on: Sept. 19, 2020.
- [23] V. Bachmann, and D. James, "Sidaway Brexit geopolitics", *Geoforum*, vol. 77, pp. 47-50, 2016, doi: 10.1016/j.geoforum.2016.10.001.
- [24] M. Latorre, Z. Olekseyuk, H. Yonezawa, and S. Robinson, "Making sense of Brexit losses: An in-depth review of macroeconomic studies", *Economic Modelling*, vol. 89, pp. 72-87, 2020, doi: 10.1016/j.econmod.2019.10.009.

DMYTRO LANDE,
OLEH ANDRIICHUK,
OLEH DMYTRENKO,
VITALIY TSYGANOK,
YAROSLAVA PORPLENKO

BUILDING OF KNOWLEDGE BASES OF DECISION SUPPORT SYSTEMS USING THE DIRECTED NETWORKS OF TERMS DURING INFORMATION OPERATIONS RESEARCH

The relevant issue of information operations research is considered, which includes issues of detection, recognition, analysis, and counteraction. This relevance is due to the significant impact of the information environment on society, social groups and individuals who are in it. The construction of knowledge bases of decision support systems in the information operations research takes place within the method of hierarchical goal dynamic estimating of alternatives. A new approach for the building knowledge bases of decision support systems during information operations research is proposed, which allows reducing the number of appeals to experts through the use of directed weighted networks of terms. Its application saves time and financial resources by reducing expert information usage and also provides an opportunity to identify gaps in knowledge bases. The concept of an information-analytical system for information operations research is developed, which uses directed networks of terms, within which this approach will be implemented. This system allows making recommendations that can be used to analyze and counteract information operations. During automated processing of texts related to the subject domain of the information operation object, there are conducted the formation of text corpora, based on which the construction of networks of terms. Processing of text corpora is performed by computational linguistics, and the construction of a directed network of terms is conducted using an algorithm for constructing a graph of horizontal visibility. It is proposed to determine a sufficient number of texts for representative coverage of the subject domain by stabilizing the ranks of terms when constructing thematic text corpora. An approach for determining the weights of links in the subject domain's directed networks is proposed. The application of the proposed approaches was tested on the example of texts corpora on current topics "Brexit".

Keywords: information space, information operations research, decision support system, knowledge base, method of hierarchical goal dynamic estimating of alternatives, text corpus, directed weighted network of terms, horizontal visibility graph.

Ланде Дмитро Володимирович, доктор технічних наук, професор, завідувач відділу спеціалізованих засобів моделювання, Інститут проблем реєстрації інформації Національної академії наук України, Київ, Україна.

ORCID: 0000-0003-3945-1178.

E-mail: dwlande@gmail.com.

Андрійчук Олег Валентинович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник лабораторії систем підтримки прийняття рішень, Інститут проблем реєстрації інформації Національної академії наук України, Київ, Україна.

ORCID: 0000-0003-2569-2026.

E-mail: andriichuk@ipri.kiev.ua.

Дмитренко Олег Олександрович, аспірант, Інститут проблем реєстрації інформації Національної академії наук України, Київ, Україна.

ORCID: 0000-0001-8501-5313.

E-mail: dmytrenko.o@gmail.com.

Циганок Віталій Володимирович, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії систем підтримки прийняття рішень, Інститут проблем реєстрації інформації Національної академії наук України, Київ, Україна.

ORCID: 0000-0002-0821-4877.

E-mail: vitaliy.tsyganok@gmail.com.

Порпленко Ярослава Володимирівна, аспірантка, Інститут проблем реєстрації інформації Національної академії наук України, Київ, Україна.

ORCID: 0000-0001-5914-8438.

E-mail: daliss@ukr.net.

Lande Dmytro, doctor of engineering, professor, head of specialized modeling tools department, Institute for information recording of the National academy of sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

Andriichuk Oleh, candidate of technical sciences, senior researcher of decision support systems laboratory, Institute for information recording of the National academy of sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

Dmytrenko Oleh, postgraduate student, Institute for information recording of the National academy of sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

Tsyganok Vitaliy, doctor of engineering, senior researcher, head of decision support systems laboratory, Institute for information recording of the National academy of sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

Porplenko Yaroslava, postgraduate student, Institute for information recording of the National academy of sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine.