

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

**БОЙЧЕНКО АНДРІЙ ВАСИЛЬОВИЧ**

УДК 004.04 (043.3)

**ФОРМУВАННЯ СЦЕНАРІЇВ ІНФОРМАЦІЙНИХ ВПЛИВІВ У  
СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ**

Спеціальність 01.05.02 – Математичне моделювання та обчислювальні методи

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук



Київ – 2021

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у відділі цифрових моделюючих систем Інституту проблем реєстрації інформації НАН України.

- Науковий керівник:** доктор технічних наук, професор  
**Ланде Дмитро Володимирович**  
Завідувач відділу цифрових засобів моделювання  
Інституту проблем реєстрації інформації НАН України
- Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, старший науковий співробітник  
**Винничук Степан Дмитрович**  
Завідувач відділу моделювання енергетичних процесів і систем Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України
- доктор технічних наук, старший науковий співробітник  
**Сініцин Ігор Петрович**  
Завідувач відділу програмних засобів автоматизації наукових досліджень Інституту програмних систем НАН України

Захист відбудеться «\_\_\_» квітня 2021 р. о 14:30 на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.002.02 у Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», (м. Київ, пр. Перемоги, 37, корп. 18, ауд. 516).

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, пр. Перемоги, 37.

Автореферат розісланий «\_\_\_» березня 2021 р.

Учений секретар

спеціалізованої вченої ради Д 26.002.02  
кандидат технічних наук, доцент



М.М. Орлова

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

### **Актуальність теми.**

Моделювання сценаріїв інформаційного впливу є досить новою та недостатньо розробленою в теоретико-методологічному і прикладному аспектах проблемою в галузі математичного моделювання. Невпинне прискорення розвитку інформаційних технологій, постійне розростання та ускладнення інформаційних масивів і потоків викликають стрімке збільшення розмірності задач управління, що призводить до нагальної необхідності пошуку нових підходів щодо розв'язання задач підтримки діяльності осіб, які приймають рішення. Це спричиняє необхідність створення нових, високоефективних засобів моделювання інформаційного середовища та цілеспрямованого вибору напрямків стратегічного розвитку.

Кінцевою метою оперативного формування достовірних сценаріїв інформаційних впливів (СІВ) є забезпечення інформаційних потреб підтримки прийняття управлінських рішень з допомогою найсучасніших комп'ютерних технологій за рахунок переробки гігантських масивів даних та отримання якісно нових знань. Як наслідок, аналітикам доводиться оперувати безпрецедентними за своїми обсягами, багатоплановістю, динамічністю та темпами зростання інформаційними ресурсами, що відповідно змушує фахівців постійно вдосконалювати методи і технології отримання, структуризації та аналізу різноманітних даних.

Важливою складовою підтримки прийняття управлінських рішень є врахування інформаційних впливів, кількість і вплив яких є дедалі важливішими в умовах інформаційного суспільства.

Це дозволяє дослідити, наскільки істотним виявляється вплив того чи іншого показника на розвиток ситуації. Без сценарного аналізу неможливо вирішити наступні задачі: оптимізації управлінських рішень; глибокого аналізу подій як цілісного явища; розробки стратегії і тактики на кожному рівні складних соціально-економічних систем; визначення ефективності методів керування і внесення пропозицій з їхнього удосконалення; оперативної оцінки ефективності управляючих впливів у найрізноманітніших напрямках і своєчасному реагуванні на виявлені загрози. Сценарний аналіз сьогодні широко застосовується для планування та розробки стратегій розвитку, оскільки дозволяє уникнути невизначеності, яка є невід'ємною частиною процесів прогнозування та прийняття рішень, а також є одним із способів перевести невизначеність прогнозу до частково керованого процесу та найбільш повно відповідає завданням дослідження і прогнозування поведінки великих систем.

Під інформаційним простором у даній роботі розуміють сукупність засобів зберігання даних, інформаційних технологій їх ведення та використання, інформаційно-аналітичних систем та комп'ютерних мереж, які функціонують на основі єдиних принципів і за загальними правилами, що дозволяє сформувати програмно-алгоритмічний інтерфейс для задоволення інформаційних потреб сучасного глобалізованого світу.

Оскільки інформаційний простір є складною системою, яка містить величезну кількість суб'єктів, проблема взаємних впливів не може залишитись поза увагою дослідників. Такі взаємні інформаційні впливи характеризуються:

- типами інформаційних об'єктів, на які може здійснюватися вплив;
- кількістю об'єктів, які одночасно можуть стати ціллію інформаційного впливу;
- метаданими об'єктів інформаційного простору, які зазнають впливу;
- структурною організацією, яка включає зв'язки між об'єктами інформаційного простору;
- протоколами обміну даними, що може мати важливе значення у процесі здійснення інформаційного впливу;
- типами засобів зберігання даних інформаційного простору.

Формування сценаріїв інформаційних впливів може бути застосоване у таких сферах як військова справа, економіка, освіта, інформаційна безпека, екологія, фінанси, епідеміологія, бізнес-планування.

За цих умов аналітики у системах підтримки прийняття управлінських рішень при аналізі сценаріїв зіштовхуються з низкою науково-технічних задач, серед яких найбільш вагомими є:

- побудова архітектури та структури моделі на базі вимог до сценаріїв, які є очікуваним результатом моделювання;
- складність реалізації аналітичної складової сценарної моделі, яка є рушійною силою дослідницького процесу одержання та осмислення результатів;
- адаптація неузгоджених програмних засобів видобутку, трансформації та завантаження даних у рамках комп'ютерного моделюючого комплексу;
- прискорення формування сценаріїв, враховуючи критичне обмеження на час підготовки до прийняття рішення.

Надзвичайно актуальними є дослідження процесів інформаційного впливу у системах підтримки прийняття управлінських рішень. Науково обґрунтовані методики формування інформаційних та аналітичних ресурсів дозволять значно скоротити ресурси на розробку та впровадження інформаційних технологій сценарного моделювання інформаційного впливу, підвищити ефективність інформаційної та аналітичної підтримки процесів напрацювання управлінських рішень.

Отже, актуальність теми дисертаційної роботи визначається необхідністю створення сучасних інформаційних технологій сценарного моделювання, які включають формування масивів вхідних та вихідних даних, автоматичне формування моделі предметної області на основі сканування текстових ресурсів та створення мережі понять, інтеграції інструментальних програмних засобів дослідження графів (мереж) та онтологій для дослідження текстових інформаційних просторів.

Результатом аналізу існуючих підходів до формування сценаріїв інформаційного впливу у дисертаційній роботі є обґрунтування необхідності вдосконалення засобів сценарного моделювання за рахунок скорочення часу

формування сценаріїв та підвищення рівня їх достовірності у системах підтримки прийняття управлінських рішень.

Для вирішення проблеми пропонується набір методів, які ґрунтуються на використанні сучасних програмних засобів та високоефективних алгоритмів.

Саме тому дисертація присвячена питанням розробки і дослідження методів та засобів формування сценаріїв взаємного інформаційного впливу ключових понять предметної області, на базі автоматизованої побудови семантичних мереж.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертаційні дослідження пов'язані з виконанням наступних науково-дослідних робіт:

«Методи і засоби аналізу інформаційних потоків у комп'ютерних мережах для створення інформаційних ресурсів, орієнтованих на вирішення аналітичних задач» (Шифр "ПОТІК-2007") (2007–2009 рр., номер держреєстрації 01070002396), «Методи і засоби моніторингу, адаптивного агрегування та узагальнення потоків інформації з глобальних комп'ютерних мереж для інформаційно-аналітичної діяльності» (Шифр «АНАЛІТИКА-2010») (2010–2014 рр., номер держреєстрації 0110U000617), «Дослідження методів побудови аналітичної складової корпоративних інформаційно-аналітичних систем» (Шифр теми «КІАС-2007») (2007–2010 рр., номер держреєстрації 0108U000260), «Теоретико-методологічні засади створення корпоративних автоматизованих інформаційно-аналітичних систем підвищеної живучості (Шифр теми «КОРПУС-2007») (2007–2011 рр., номер держреєстрації 01070002354), «Дослідження та розробка технологій підтримки аналітичної діяльності у корпоративних інформаційно-аналітичних системах» (Шифр теми «АСКІАС-2011») (2011 р., номер держреєстрації 0108U000260), «Методи і засоби моніторингу, адаптивного агрегування та узагальнення потоків інформації з глобальних комп'ютерних мереж для інформаційно-аналітичної діяльності» (Шифр «АНАЛІТИКА-2010») (2010–2012 рр., номер держреєстрації 0110U000617), «Розробити та дослідити методи забезпечення живучості комп'ютерних інформаційних мереж для високотехнологічних об'єктів» (Шифр «КІМ-2013») (2012–2015 рр., номер держреєстрації 0113U001104), «Розробити методи управління інформаційно-аналітичною діяльністю при використанні інформаційних ресурсів комп'ютерних мереж» (Шифр «АНАЛІТИКА-2016») (2016-2020, номер держреєстрації 0116U002065).

### **Мета і задачі дослідження.**

Метою дисертаційної роботи є підвищення якості сценарного моделювання за рахунок поєднання методів формування когнітивних карт шляхом трансформації мереж понять та побудови оптимальних сценаріїв інформаційних впливів на основі мурашиних алгоритмів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі дослідження.

- Аналіз відомих методів та технологій моделювання інформаційних впливів.
- Розробка та дослідження математичної моделі для задачі пошуку оптимального впливу на цільові об'єкти інформаційного простору.
- Розробка методу побудови моделі предметної області у вигляді семантичного графу, на основі даних моніторингу комп'ютерних мереж, шляхом визначення найбільш вагомих понять та зв'язків між ними.
- Розробка методу формування оптимальних сценаріїв інформаційних впливів на цільові об'єкти предметної області на основі аналізу множини маршрутів розповсюдження впливу.
- Реалізація розроблених методів у формі програмно-алгоритмічних засобів моделювання сценаріїв інформаційних впливів.
- Дослідження можливостей вдосконалення запропонованих методів та засобів з використанням даних моніторингу мережі Інтернет.

*Об'єктом дослідження є процеси взаємного інформаційного впливу ключових сутностей предметної області.*

*Предметом дослідження є моделі, методи та засоби побудови сценаріїв інформаційного впливу одних сутностей на інші.*

*Методи дослідження.* У роботі використані методи системного аналізу, теорії графів, комп'ютерної лінгвістики, методи оптимізації на основі поведінкової моделі мурашиної колонії та теорія математичного моделювання.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в наступному.

1. Запропоновано удосконалення методу формування семантичної моделі інформаційного простору, в якому вперше використано екстрагування найвагоміших концептів, що забезпечує скорочення часу моделювання.

2. Запропоновано метод побудови оптимальних сценаріїв впливу на цільові об'єкти інформаційного простору, який вперше ґрунтується на модифікованих поведінкових моделях мурашиної колонії, що дозволяє знизити обчислювальну складність методу та забезпечує гарантовану збіжність алгоритму пошуку сценаріїв.

3. Запропоновано метод обчислення вагових значень вузлів, у якому вперше використано алгоритм NITS, модифікований шляхом додавання позитивно визначеної функції, що забезпечує зниження впливу на результат нерівномірності розподілу вагових значень.

4. Запропоновано метод формування зв'язків між об'єктами інформаційного простору, який, на відміну від існуючих, використовує в якості критерію статистичні характеристики тексту, що дозволяє підвищити точність отриманих сценаріїв.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в наступному.

Розроблені в дисертації модель, методи та засоби дослідження сценарних моделей, досить універсальні, і тому можуть бути використані для змістовного аналізу соціальних мереж з метою дослідження інформаційних впливів, виявлення інформаційних операцій, вірусного маркетингу, оцінювання

впливовості брендів, побудови систем моніторингу ресурсів Інтернет для систем різних рівнів управління, а також в освітньому процесі.

### **Особистий внесок здобувача.**

Дисертаційна робота є результатом самостійного дослідження.

У роботах, виконаних у співавторстві, здобувачеві належить: [1] – обґрунтування складу і структури моделі, структура моделі та обґрунтування методики формування сценаріїв, [2] – архітектура комплексу та технологія формування онтологічної моделі, [3] – вдосконалена технологія побудови онтології, [4] – технологія інтеграції онтологічних та реляційних моделей даних, [5] – обґрунтування складу і структури моделі, методика адаптації програмних засобів обробки даних, [6] – методика формування та ранжирування сценаріїв в автоматизованому режимі на базі аналізу вхідного пакету, [9] – математична модель, яка дозволяє відобразити основні фактори та можливі взаємозв'язки між ними і є базою для побудови більш детальних комп'ютерних сценаріїв розвитку ситуації, [10] – математична модель сценарію аналітичної діяльності та алгоритм формування сценаріїв, [12] – інформаційно-логічна модель предметної області, яка дозволяє реалізувати порівняння показників у процесі розробки стратегії розвитку та прийняття рішень, [16] – вдосконалення алгоритму розбору на частини мови, [17] – сценарна модель інформаційного простору, яка дозволяє дослідити, наскільки істотним виявляється вплив того чи іншого показника на кінцеву ситуацію, [18] – методика аналізу отриманої мережі понять за допомогою Protégé, [20] – варіант моделі сценарію аналітичної діяльності. Решта робіт написані без співавторів.

### **Апробація результатів.**

Результати дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на XV міжнародній науково-практичній конференції «Математичне та імітаційне моделювання систем» (МОДС-2020) (Чернігів, 2020), VI міжнародній науковій конференції «Відкриті семантичні технології проектування інтелектуальних систем» (OSTIS-2016) (Мінськ, 2016), V міжнародній науковій конференції «Моделювання-2016» (Київ, 2016), XV міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні технології та безпека ІТБ-2015» (Київ, 2015), щорічних підсумкових конференціях ІПРІ НАН України (2004, 2005, 2006, 2016, 2017, 2019).

### **Публікації.**

Безпосередньо за тематикою дисертаційної роботи опубліковано 27 наукових робіт. Основні наукові результати висвітлено в 14 наукових публікаціях, з яких 12 статей в наукових фахових журналах України; 2 наукові статті у закордонних виданнях (зокрема 1 – в проіндексованому у базі даних "Scopus"), 13 – в публікаціях матеріалів науково-технічних конференцій.

### **Структура та обсяг дисертації.**

Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та трьох додатків. Загальний обсяг роботи –

172 сторінки. Основний зміст викладено на 119 сторінках. Робота містить 27 рисунків та 8 таблиць. Список використаних джерел охоплює 142 найменування. 3 додатки на 18 сторінках.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми дисертаційної роботи, сформульована ціль і задачі досліджень, викладені наукові результати, які виносяться на захист, дається загальна характеристика роботи.

У першому розділі проведено аналіз основних наукових досягнень у галузі побудови інформаційних технологій сценарного моделювання. Інформаційний простір комп'ютерних мереж надає можливість отримання інформації практично з будь-якого питання, але лише за наявності відповідного інструментарію, застосування якого дозволяє аналізувати взаємозв'язок можливих подій або подій, які вже відбуваються, з інформаційною активністю визначеного кола джерел інформації.

У розділі розглянуто існуючі підходи до формування сценаріїв інформаційного впливу, виконано класифікацію сучасних підходів і рішень у суміжних областях та запропоновано критерії оцінки технологій, методів та засобів сценарного аналізу, побудови семантичних мереж та поведінкових моделей, на підставі якого проведено аналіз з метою оцінки ефективності їх використання. Також представлено порівняльну таблицю тих, що дозволяють здійснювати формування сценаріїв інформаційних впливів у системах підтримки прийняття управлінських рішень (СППУР).

Результат узагальнення проаналізованих моделей, методів та засобів формування сценаріїв інформаційного впливу свідчить про наступне:

- моделі та методи статичної та динамічної складових аналізу інформаційного впливу в значній мірі недоступні для вітчизняних аналітиків;
- більшість наукових досліджень мають описовий характер та призначені для вирішення окремих задач підтримки прийняття управлінських рішень, не враховують особливості процесів інформаційного впливу та не можуть бути використані як методологічна основа для формування СІВ;
- невирішеними залишаються питання, пов'язані з оперативним виявленням інформаційних операцій та розробленням дієвого комплексу заходів протидії;
- відсутні інформаційні технології формування сценаріїв інформаційного впливу у системах підтримки прийняття управлінських рішень;
- недостатньо розроблені методи зберігання, відображення та подальшого використання сценаріїв інформаційного впливу;
- потребують вдосконалення пакети прикладних програм моделі, методи і алгоритми створення пакету прикладних програм формування сценаріїв.



Усунення виявлених недоліків потребує вирішення ряду актуальних взаємопов'язаних задач:

- розробити та дослідити математичну модель для задачі пошуку оптимального впливу на цільові об'єкти інформаційного простору;
- розробити та дослідити метод побудови моделі предметної області у вигляді семантичного графу, на основі даних моніторингу комп'ютерних мереж, шляхом визначення найбільш вагомих понять та зв'язків між ним;
- розробити та дослідити метод формування оптимальних сценаріїв інформаційних впливів на цільові об'єкти предметної області на основі аналізу множини маршрутів розповсюдження вплив;
- реалізувати методи у формі програмно-алгоритмічних засобів формування сценаріїв інформаційних впливів;
- дослідити можливості вдосконалення запропонованих методів та засобів з використанням даних моніторингу мережі Інтернет.

У таблиці 1 наведено результати порівняння сучасних підходів та рішень у суміжних областях, а також запропоновано інтегральний критерій оцінки з метою оцінювання ефективності їх використання.

Таблиця 1. Порівняння існуючих методів та механізмів.

Модель	Переваги	Недоліки
Схемно-рекурсивний метод формування сценаріїв	Дозволяє моделювати сценарії на основі графів операцій ієрархічних мереж Петрі з числом рівнів, що дорівнює кількості рівнів виконавчої структури	Обмежений застосуванням для комп'ютерно-аналітичних систем, діяльність яких можна описати тріадами, що складаються з трьох взаємопов'язаних частин
Матричний метод опису сценарію	Дозволяє здійснювати оцінку окремих критеріїв та агрегувати в підсумкову оцінку узагальненого показника об'єкта (в загальному сенсі – предметної області)	Має обмеження на використання для предметних областей, які дозволяють побудову дерева цілей
Метод «сценарних областей»	Дозволяє будувати сценарії в явно вираженому часовому вимірі, коли змінна $t$ представлена кількісно і вказує на десятиліття, рік, місяць тощо	Обмежений лише застосуванням для окремих предметних областей, які дозволяють кількісне часове вимірювання
Когнітивні карти	Дозволяють будувати сценарії інформаційного впливу з використанням експертних оцінок та виявляти можливі сценарії розвитку системи	Традиційний підхід до побудова чи модифікація моделі кожної окремої предметної області потребує повного перерахунку. Масштабування моделі вимагає значних затрат

Тому доцільним є дослідження процесу формування сценарних моделей, систематизація теоретичних підходів до побудови СІВ, напрацювання рекомендацій щодо методів і програмно-технічних засобів побудови онтологій предметних областей, розвиток підходу до формування когнітивних карт та організації когнітивного моделювання.

Використання науково-обґрунтованої методики формування сценаріїв інформаційного впливу та наступне сценарне моделювання дозволять значно скоротити терміни втілення сценарних моделей та суттєво підвищити ефективність інформаційно-аналітичної підтримки процесів прийняття управлінських рішень.

У **другому розділі** запропоновано процес моделювання сценаріїв інформаційного впливу (рис. 1), який починається з постановки задачі сценарного моделювання та включає 5 етапів.



Рис. 1. Процес побудови та дослідження сценаріїв інформаційного впливу

Етап добування даних передбачає отримання масиву концептів (яким відповідають окремі слова, біграми або триграми) і виконується програмою сканування документів. При цьому множина документів може являти собою

список, а пошук здійснюється шляхом використання взаємних гіперпосилань у тексті документів. На вхід моделюючого комплексу надходять файли у форматі HTML, PDF, TXT, DOCX або RTF. Переважна більшість файлів крім тексту містить також блоки форматування, виноски та рекламні фрагменти.

Якщо отриманих даних недостатньо, відбувається заміна умов моделювання. Якщо ж даних достатньо – відбувається перехід до формування графу зв'язків.

Отриманий граф аналізується за допомогою програмного пакету Gephi. У рамках дослідження було розроблене додаткове програмне забезпечення, яке виконує формування онтології із отриманої на попередньому етапі семантичної мережі. Автоматичне генерування онтології зумовлює необхідність здійснювати її локальну оптимізацію під час наповнення. Метод оптимізації онтології включає в себе задачу нормалізації її структури та задачу оптимізації змісту. Сформовані сценарії підлягають процедурі експертної оцінки. За результатами моделювання автоматично формується звіт.

Розглянемо модель сценаріїв інформаційного впливу на цільові об'єкти інформаційного простору на основі аналізу інформаційного простору для вибраних предметних областей.

Нехай  $G = \{V, E\}$ , – знаковий орієнтований граф, в якому  $V = \{v_i\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, k$  – множина вершин (концептів),  $E = \{e_{ij}\}$  – множина дуг, які з'єднують вершини  $v_i$  і  $v_j$ . Вершини графа відображають чинники, які описують стан і динаміку інформаційного простору, дуги графа відповідають причинно-наслідковим зв'язкам між ними.

$S = \{s_{ij}\}$  – множина значень впливу вершини  $v_i$  на сусідню вершину  $v_j$  за умови наявності  $e_{ij}$ .

$P = p \{v_i, v_j, e_{ij}\}$  – функція, яка визначає коефіцієнт затримки передачі впливу зв'язку між вершинами  $v_i$  та  $v_j$ .

Задача побудови сценарію інформаційного впливу вершини  $a$  на вершину  $b$  полягає у знаходженні в мережі шляху  $R_{ab}$ , який забезпечує досягнення максимального впливу  $S(x)$  на цільову вершину  $b$ , при мінімальній затримці  $P(x)$  передачі впливу і формується наступним чином:

$$\begin{aligned} \max S(x) &= \sum_{(i,j) \in A} s_{ij} x_{ij}, \\ \min P(x) &= \sum_{(i,j) \in A} p_{ij} x_{ij}, \\ \sum_{j:(i,j) \in A} x_{ij} - \sum_{j:(j,i) \in A} x_{ij} &= \begin{cases} 1 & i = a, \\ 0 & i \neq a, b, \\ -1 & i = b, \end{cases} \end{aligned} \quad (1)$$

де:

$x_{ij} = 1$ , якщо дуга  $e_{ij}$  існує,

$x_{ij} = 0$ , якщо дуга  $e_{ij}$  не існує,

$a$  – початкова вершина сценарію (джерело впливу),

$b$  – кінцева вершина сценарію (ціль впливу).

Для отримання ключових понять (концептів) з документів, поданих на вхід моделюючого комплексу, використані існуючі програмні бібліотеки на мові Perl: LWP, HTML::Extract, HTML::Parse, HTML::FormatText, Lingua::EN::Bigram, Lingua::StopWords. Далі визначаються межі слів, речень, абзаців, видаляються числа, розділові знаки та інші символи і послідовності символів, які є словами, але які не відіграють важливу роль у реченні.

Концепт А здебільшого впливає на Б, якщо:

- у ненаправленій мережі ступінь А більше ступеню Б;
- у реченнях А знаходиться перед Б;
- термін А входить до терміну Б (наприклад, "студент" -> "студент КПІ").

Позначимо концепт як :  $c_i$  ( $i = 1, \dots, K$ );

$d(k)$  ( $j = 1, \dots, N$ ) – документ, який належить до множини документів –  $d(k) \in D$ ;

$e_i^{(k)}$  – ознака відповідності поняття  $p_i$  документу  $d(j)$  :

$$e_i^{(k)} = \begin{cases} 1, c_i \in d^{(k)} \\ 0, c_i \notin d^{(k)} \end{cases} \quad (2)$$

У такому випадку,

$$E = \left\| e_i^{(k)} \right\|_{\substack{k=1, \dots, K \\ i=1, \dots, I}} \quad (3)$$

Значення взаємовпливу між двома концептами:

$$M_{iq} = \sum_{k=1}^K e_i^k e_q^k \quad (4)$$

матриця впливів заповнюється наступним чином:

$$M = E^T E = \left\| M_{iq} \right\|_{i,q=1, \dots, Q} \quad (5)$$

Якщо  $i=q$ , то значення  $M_{iq}$  відповідає кількості входження  $i$ -го концепту до всіх текстових фрагментів предметної області. У протилежному випадку,  $M_{iq}$  відповідає кількості одночасного входження  $i$ -го та  $q$ -го концептів до таких фрагментів.

Запропонована технологія дозволяє в автоматизованому режимі на базі аналізу вхідного пакету документів вирішувати задачу розробки та дослідження сценаріїв здійснення впливів на об'єкти, які відповідають вибраним ключовим поняттям.

Оскільки у отриманій семантичній мережі можуть існувати направлені зв'язки між вузлами, які можуть мати як додатний, так і від'ємний показник ваги ребра, оригінальний HITS застосовуватися не може.

$$\begin{aligned} hub(A_i) &= \sum_{A_i \rightarrow A_j} auth(A_j) \\ auth(A_i) &= \sum_{A_i \rightarrow A_j} hub(A_j) \end{aligned} \quad (6)$$

Для зважування термінів було запропоновано використати модифікований алгоритм HITS (Hyperlink-Induced Topic Search). Визначення авторства (authority) та портальності виконується ітеративно (рис. 2).

```

G := set of vertices
E := set of edges

for each vertex p in G do
  p.auth = 1
  p.hub = 1

for step from 1 to k do
  for each vertex p in G do
    p.auth = 0
    for each vertex q in p.incomingNeighbors do
      p.auth += q.hub * log(e(p,q))
    for each vertex p in G do
      p.hub = 0
      for each vertex r in p.outgoingNeighbors do
        p.hub += r.auth * log(e(r,p))

```

Рис. 2 Модифікований алгоритм HITS

Модифікація алгоритму передбачає при розрахунку значення ваги вузла враховувати вагу вхідних дуг, а для зниження впливу нерівномірності розподілу значень ваги на результат – використовувати множення на монотонно-зростаючу та менш круту за лінійну функцію. Прикладом такої функції є функція логарифма. У результаті показники портальності та авторства обчислюються наступним чином:

$$\begin{aligned}
 hub(A_i) &= \sum_{A_i \rightarrow A_j} auth(A_j) f(w_{ij} + 1) \\
 auth(A_i) &= \sum_{A_i \rightarrow A_j} hub(A_j) f(w_{ji} + 1)
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

Де  $f$  – неспадна, позитивно визначена функція,  $w_{ij}$  – вага зв'язків між вузлами  $A_i$  та  $A_j$ , відповідно  $w_{ji}$  – між  $A_j$  та  $A_i$ .

Наступним етапом структурного аналізу є групування концептів об'єктів мережі за певною ознакою: мова, географічне розташування тощо. Після такого розділення можна продовжувати аналіз як на нижчому рівні – серед елементів груп, так і на вищому – між окремими групами.

У **третьому розділі** розроблено алгоритми виділення ключових понять, метод побудови мережі понять, технологію дослідження графа, метод онтологічного дослідження, методику моделювання.

Для формування зв'язків між концептами, було розроблено модифікацію мурашиного алгоритму, де правила вибору наступного зв'язку між концептами відбувається на основі використання карти феромону та спеціальних евристик. Крім того, в процесі існування кожного окремого екземпляру мурахи, створюється також тимчасовий екземпляр сценарію, у якому зберігається послідовність концептів, до яких мураха навідалась.

Нехай  $J_{ik}$  – список концептів, які входять до маршруту мурахи  $k$ , з концепту-джерела  $i$ . Тоді ймовірність руху з концепту  $i$  до концепту  $j$ , може бути вирахована як  $\eta_{ij} = 1/D_{ij}$ .

Для реалізації навчання кожної нової генерації мурах на досвіді попередніх, використовується феромонна карта, на основі якої збільшується

ймовірність відвідання вершини  $j$  з вершини  $i$  при збільшеній в порівнянні з альтернативними варіантами маршруту кількості феромона на ребрі  $i \rightarrow j$  у момент часу  $t$ , що позначається як  $\tau_{ij}(t)$ .

Це дозволяє визначити ймовірність руху  $k$ -ої мурахи між концептами  $i$  та  $j$  в момент часу  $t$ :

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{ij,k}(t) = \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{l \in J_{ik}} [\tau_{il}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{il}]^\beta}, j \in J_{i,k}; \\ P_{ij,k}(t) = 0, j \notin J_{i,k}; \end{array} \right. \quad (8)$$

де,

$\alpha$  – коефіцієнт вибору шляху на основі феромонної карти;

$\beta$  – коефіцієнт вибору шляху на основі випадкового напрямку.

Пріоритетною умовою знаходження рішень графових задач за допомогою мурашиного алгоритму є автономне існування і рух кожної мурахи.

Для дуги  $ij$ , після проходження нею деякої мурахи  $k$ , рівень феромону  $\tau$  зростає на величину:

$$\Delta\tau_{ij,k}(t) = \begin{cases} \frac{Q}{L_k(t)}, (i, j) \in T_k(t); \\ 0, (i, j) \notin T_k(t); \end{cases} \quad (9)$$

де,

$L_k(t)$  – поточна відстань, пройдена мурахою в момент  $t$ ;

$Q$  – значення, яке для даної генерації відповідає найкоротшому знайденому сценарію між початковими та кінцевим концептами.

Після кожної ітерації, коли всі мурахи досягли своїх кінцевих концептів, виконується зменшення рівня феромону  $\tau$  (т.з. «випаровування»):

$$\tau_{ij}(t+1) = (1-p) \cdot \tau_{ij}(t) + \Delta\tau_{ij}(t); \Delta\tau_{ij}(t) = \sum_{k=1}^m \Delta\tau_{ij,k}(t) \quad (10)$$

де

$p$  – коефіцієнт випаровування;

$m$  – кількість мурах у поколінні.

В алгоритмі, наведеному на рис. 3, виділено кольором блоки, модифіковані для вирішення задачі формування сценаріїв інформаційного впливу.

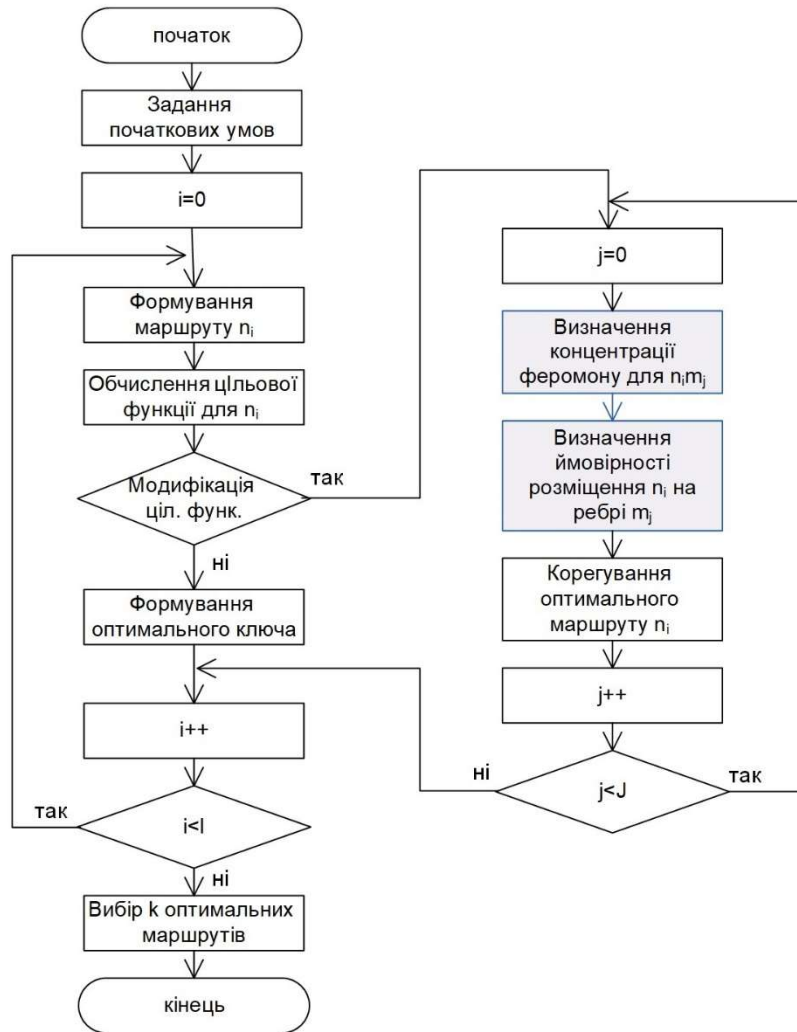


Рис.3 Модифікований мурашиний алгоритм

Початковий рівень феромону  $\tau(t_0)$  встановлювався у межах від 0,01 до 0,1, при цьому не було виявлено якогось помітного впливу зміни його рівня на подальшу роботу алгоритму.

В модифікованому алгоритмі евристикою є вага концептів, які є вершинами графу:

$$g_A = \frac{\sqrt{\langle \Delta A^2 \rangle - \langle \Delta A \rangle^2}}{\langle \Delta A \rangle} \quad (11)$$

$\Delta A$  – середнє значення послідовності  $\Delta A_1, \Delta A_2, \dots, \Delta A_K$ ,

$\langle \Delta A^2 \rangle$  – послідовності  $\Delta A^2_1, \Delta A^2_2, \dots, \Delta A^2_K$

$K$  – кількість повторень концепту  $A$  в інформаційному масиві, який досліджується.

Пройдений мурахою шлях фіксується як поточний варіант рішення, коли мураха не зможе рухатися далі. Для уникнення циклічності руху мурах в алгоритм було включено список правил, які забороняють перехід до концепту, який уже є в переліку. Після завершення циклу довжина шляху підраховується. В результаті вона дорівнює сумі довжин всіх дуг, якими пересувалася віртуальна мураха.

У **четвертому розділі** представлено технологію, структуру та модулі програмного забезпечення, які були розроблені з метою формування сценаріїв інформаційного впливу на основі запропонованої методології моделювання для різних текстових корпусів з використанням процедури експертного оцінювання та когнітивного моделювання.

Функціонування моделюючого комплексу (МК) відбувається в дев'ять етапів.

1. Визначення цілей.
2. Формулювання концептуальної моделі.
3. Збір та аналіз даних.
4. Розробка комп'ютерної моделі.
5. Верифікація та валідація моделі.
6. Планування експериментів.
7. Виконання експериментів.
8. Аналіз результатів.
9. Корекція моделі.

Перед початком дизайну МК були враховані вимоги до складу, структури і функціональності подібного класу систем, описані функції робочих місць та методики виконання завдань у складі СППУР, для яких формуються сценарії інформаційних впливів.

На другому етапі були розроблені шаблони вхідних документів МК у вигляді набору заповнених файлів XML, що відображають структуру моделюючого комплексу, а також сценарії виконання багатокрокових (що охоплюють кілька АРМ) потоків симуляції.

При формуванні програмного комплексу моделювання було закладено наступні правила.

1. Для вирішення окремої задачі розробляються програми невеликого розміру, кожна з яких реалізує одну окрему функцію задачі моделювання вищого рівня.

2. Поставлена задача вирішується шляхом взаємодії невеликих програм за рахунок послідовної обробки даних кожної з них.

3. При розробці програмного забезпечення МК заздалегідь закладалась їх придатність до максимально незалежного використання. Таким чином, поступово розбудуються програми, бібліотеки та фреймворки для подальшої експлуатації у процесі моделювання у складі СППУР.

4. Більшість інструментальних засобів розроблені у вигляді програм на мові Perl, що є фільтрами, які читають потік даних зі стандартного одного файлу і записують оброблені дані до іншого файлу. Прикладом може слугувати `csv2owl.pl`, яка виконує перетворення вхідного потоку, що містить семантичну модель, представлену у форматі `.csv` та формує відповідний файл у форматі `.owl`.

Розроблені алгоритми дозволяють обмінюватися даними моделі між засобами моніторингу мереж, засобами побудови сценаріїв інформаційного впливу, програмними пакетами аналізу мереж (Gephi) та онтологічного моделювання (Protégé) (рис. 4).

Для валідації моделі впливу виконується аналіз коректності сценарної моделі:



- відповідність її складових концептів явищам і процесам, які протікають в реальній системі;
- зв'язність шляхів між цільовими і керуючими вузлами та існування циклів;
- наявність взаємозв'язків між елементами та їх вагою.

Запропоновано методику використання розробленого алгоритмічного та програмного забезпечення для реалізації автоматизованого формування моделей предметних областей на основі узагальнення електронних документальних ресурсів мережі Інтернет, створення та аналізу мережі понять, формування та оцінювання сценаріїв інформаційного впливу.

Показано, що рівень точності сценарію здебільшого залежить від обсягу вхідних даних. Перевірка даних показала, що між вимірюванням та імітацією не існує ніяких формальних відхилень у отриманні даних та навантаженні МК. Перевірка параметрів фізично мотивована та є доказом достовірності даних.

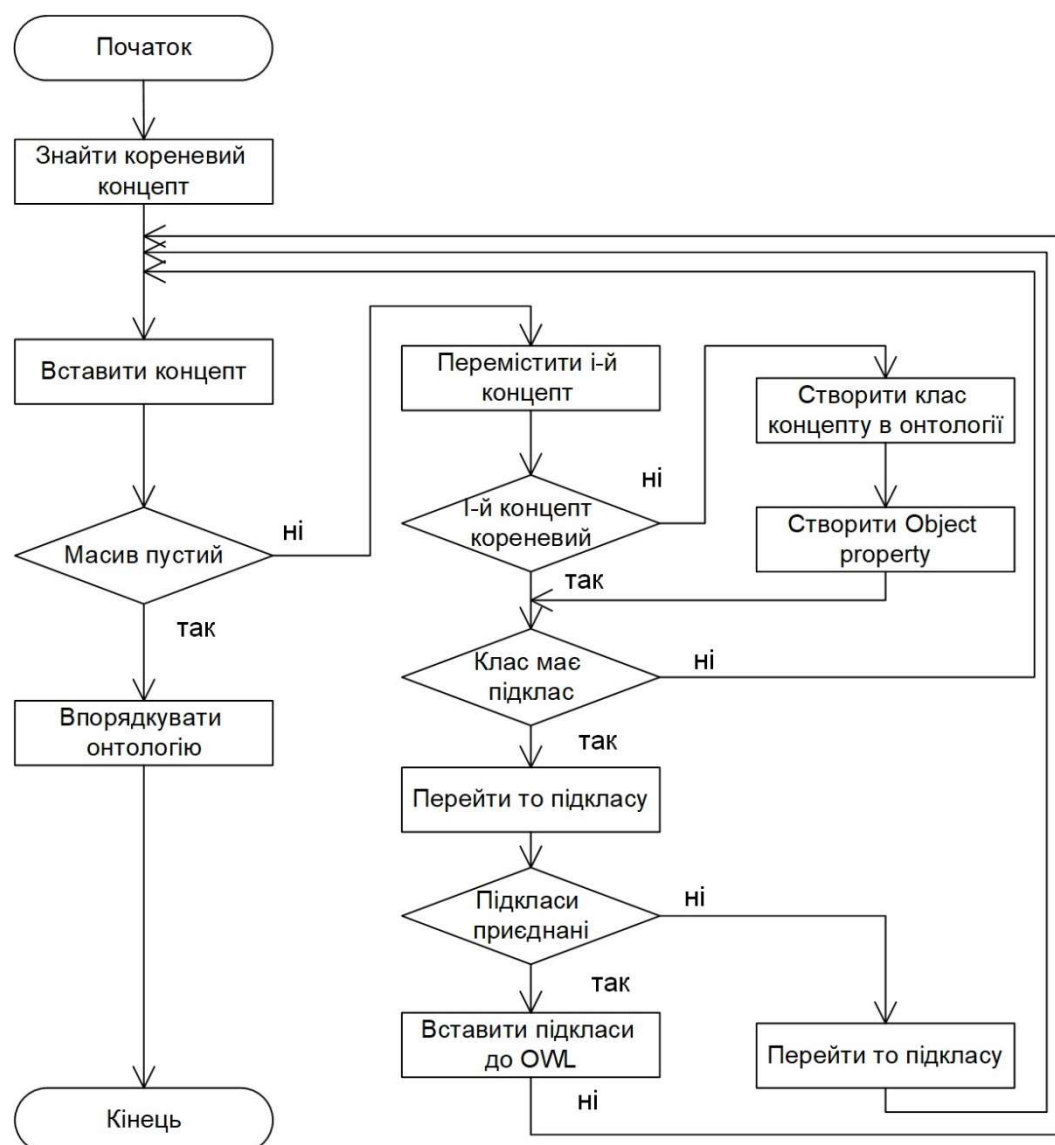


Рис. 4. Алгоритм перенесення концептів до онтології

Моделювання проведено на корпусі документів англійською та українською мовами за тематикою інформаційної безпеки. Загальний обсяг вхідного пакету документів охоплює близько 10000 інформаційних одиниць. Також для перевірки методики було проведено формування текстового корпусу

з інформаційних серверів Internet за темами: “Brexit”, “Mass Shuting”, “Catalan referendum”, “Saudi Arabian purge”, “Zimbabwe coup d’etat”, “Реформа освіти”, “Викид в Армянську”.

На рис. 5 показано графік, на якому представлені значення показників швидкодії роботи (часу знаходження сценаріїв) модифікованого алгоритму мурашиної колонії (АМКМ) у порівнянні з алгоритмом корегування міток (АМК) та немодифікованого мурашиного алгоритму (АМК), з якого видно, що час роботи алгоритму корегування міток швидко зростає при збільшенні розмірності графа, тоді як час роботи алгоритму АМК та АМКМ збільшується більш плавно.

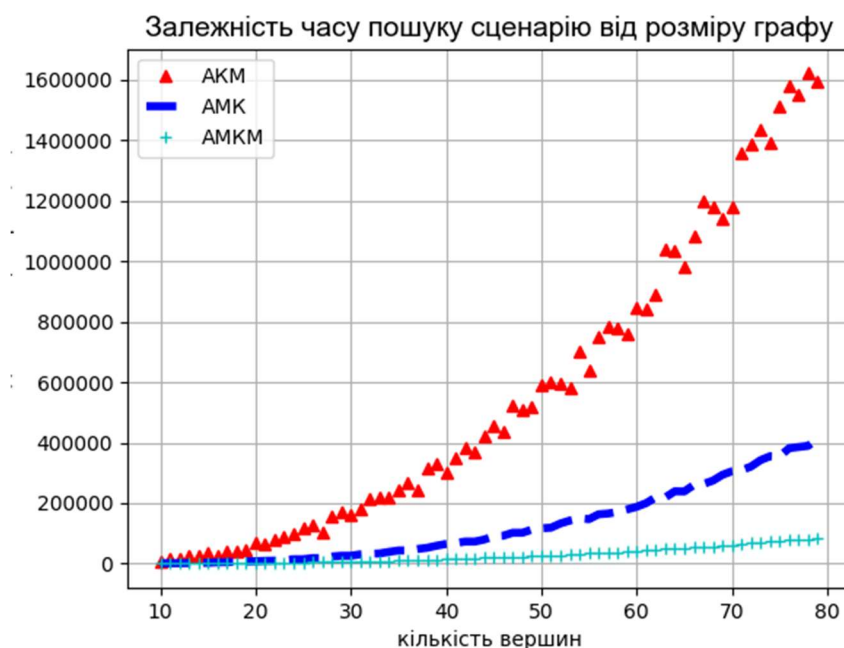


Рис.5. Показники роботи модифікованого МА

За результатами досліджень було виявлено терміни з більшим значенням авторства (auth), зокрема: "minister theresa may", "british prime minister", "comey confirms fbi", "minister david cameron", "leader nigel Farage", "pull brexit trigger". Терміни з найбільшим значенням hub: "brexit", "eu", "uk", "may", "european", "minister". За результатами описаних досліджень було побудовано сценарну модель на базі аналізу інформаційного простору.

Показано, що використання видобутку текстової інформації з комп’ютерної мережі та процедур дослідження предметної області за допомогою аналітичних пакетів Gephi та Protégé дозволяють значно підвищити ефективність аналітичної діяльності та якість моделювання, зокрема скоротити на 50% час формування аналітичних документів.

## ВИСНОВКИ

В дисертаційній роботі, відповідно до поставленої мети, вирішена наукова задача підвищення якості сценарного моделювання за рахунок поєднання методів формування когнітивних карт шляхом трансформації мереж понять та

побудови оптимальних сценаріїв інформаційних впливів на основі мурашиних алгоритмів. Основні наукові і практичні результати полягають у наступному.

1. Розглянуто існуючі підходи до дослідження сценаріїв інформаційного впливу в системах підтримки прийняття управлінських рішень, запропоновано їх класифікацію з огляду на фактори, які впливають на якість та швидкість моделювання, а також запропоновано критерії, на підставі яких було проведено цей аналіз з метою формулювання актуальних взаємопов'язаних задач дослідження.

2. Розроблено та досліджено математичну модель для задачі пошуку оптимального інформаційного впливу на цільові об'єкти предметної області, яка, на відміну від існуючих, дозволяє досліджувати величину впливу для будь-якого окремого вузла.

3. З метою мінімізації часу підготовки даних для сценарного моделювання запропоновано метод побудови моделі предметної області у вигляді семантичного графа, сформованого з даних моніторингу комп'ютерних мереж, шляхом визначення найбільш вагомих понять та зв'язків між ними.

4. Запропоновано метод формування оптимальних сценаріїв інформаційних впливів на цільові об'єкти предметної області на основі знаходження множини маршрутів розповсюдження впливу, що дозволяє використовувати його при виявленні та плануванні інформаційних операцій.

5. Розроблено програмно-алгоритмічні засоби моделювання сценаріїв інформаційних впливів для предметної області, включаючи засоби інтеграції з популярними вільними програмами аналізу даних, що дозволяє забезпечити розширення можливостей аналітиків у системах підтримки прийняття управлінських рішень.

6. Досліджено запропоновані методи та засоби з використанням реальних даних та показано їхню ефективність. Сформовані у ході моделювання сценаріїв інформаційних впливів для різних предметних областей графи онтологій можуть використовуватися для підвищення ефективності машинного навчання.

З практичної точки зору, отримані в роботі результати дозволяють досягнути суттєвого підвищення рівня достовірності сценаріїв інформаційних впливів за рахунок використання автоматизованої побудови моделей предметних областей.

### ПУБЛІКАЦІЇ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Andriy Boychenko and Dmytro Lande. Generation of Information Impacts Scenarios in Management Decision Support Systems // (2021) Building of Directed Weighted Networks of Terms for Decision-Making Support During Information Operations Recognition. In: Mathematical Modeling and Simulation of Systems (MODS'2020). MODS 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1265. Springer, Cham. Pages 175-185. DOI: doi.org/10.1007/978-3-030-58124-4\_17, ISSN 2194-5365 (входить до бази Scopus) – *Дисертантом запропоновано обґрунтування складу і структури моделі, виходячи з вимог до сценаріїв, які є кінцевим результатом моделювання та методика адаптації програмних засобів обробки даних.*

2. Бойченко А.В. Розширення можливостей дистанційної освіти засобами штучного інтелекту. / Бойченко А.В., Бойченко О.А. // Штучний інтелект. 2020, Т. 26, № 2. – с. 22-29.

[http://jai.in.ua/index.php/%D0%B0%D1%80%D1%85%D1%96%D0%B2?paper\\_num=1358](http://jai.in.ua/index.php/%D0%B0%D1%80%D1%85%D1%96%D0%B2?paper_num=1358) – *Дисертантом запропонована архітектура комплексу та технологія формування онтологічної моделі.*

3. Додонов О.Г. Моделювання сценаріїв аналітичної діяльності на основі нотації BPMN та OWL / Додонов О.Г., Сенченко В.Р., Коваль О. В., Бойченко А.В. // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2020. – Т. 22, № 1. – с. 31 – 48. – *Дисертантом запропонована вдосконалена технологія побудови онтології.*

4. Сенченко В.Р. Дослідження методів та технологій інтеграції онтологічної моделі з реляційними даними / Сенченко В.Р., Бойченко А.В. Бойченко О.А. // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2017. – Т. 20, № 3. – с. 91 – 101. – *Дисертантом запропонована технологія інтеграції онтологічних та реляційних моделей даних.*

5. Ланде Д.В. Методика розроблення сценаріїв розвитку ситуації на основі аналізу інформаційного простору / Ланде Д.В., Бойченко А.В. // Information Technology and Security. July-December 2017. Vol. 5. Iss. 2 (9). - P. 5 – 12. DOI: 10.20535/2411-1031.2017.5.2.136921 (індексується Index Copernicus) – *Дисертантом запропоновано обґрунтування складу і структури моделі, виходячи з вимог до сценаріїв, які є кінцевим результатом моделювання та методика адаптації програмних засобів обробки даних.*

6. Ланде Д.В. Формування сценаріїв інформаційного впливу на основі дослідження інформаційного простору / Ланде Д.В., Бойченко А.В. // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2017. – Т. 19, № 4. – *Дисертантом запропонована методика формування та ранжирування сценаріїв в автоматизованому режимі, на базі аналізу вхідного пакету.*

7. Бойченко А.В. Побудова онтологічної моделі для задач сценарного аналізу // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2016. – Т. 18, № 4. – С. 79 – 85.

8. Ланде Д.В. Організація аналітичної діяльності на основі сценарного підходу / Ланде Д.В., Бойченко А.В. // Реєстрація, зберігання і обробка даних, 2015. – Т. 17, № 1. – С. 68 – 76. – *Дисертантом запропонована математична модель, яка дозволяє відобразити основні фактори та можливі взаємозв'язків між ними, і є базою для побудови більш детальних комп'ютерних сценаріїв розвитку ситуації.*

9. Додонов О.Г. Разработка сценариев аналитической деятельности / Додонов О.Г., Бойченко А.В. // Реєстрація, зберігання і обробка даних Київ. – 2010. – Т. 10, №1. – С. 71 – 82. – *Дисертантом запропонована математична модель сценарію аналітичної діяльності та алгоритм формування сценаріїв.*

10. Бойченко А.В. Вимоги до систем моніторингу факторів впливу на інформаційну живучість // Реєстрація, зберігання і обробка даних Київ. - 2008. – Т. 10, №1. – С. 103 – 115.

11. Сенченко В.Р. Засоби аналізу макроекономічних показників / Бойченко А.В., Сенченко В.Р. // Реєстрація, зберігання і обробка даних Київ. – 2005. – Т. 7, №1. – С. 43 – 51. – *Дисертантом запропонована інформаційно-логічна модель предметної області, яка дозволяє реалізувати порівняння показників у процесі розробки стратегії розвитку та прийняття рішень.*

12. Бойченко А.В. Захист інформаційного обміну в обчислювальній мережі від несанкціонованого спостереження трафіку // Математичні машини і системи. – 2000. – Т. 2, – №1. – С. 115 – 119.
13. Бойченко А.В. Про розмежування доступу в територіально-розподіленій інформаційно-обчислювальній мережі // Реєстрація, зберігання і обробка даних Київ. – 1999. – Т. 1. №6. – С. 101 – 107.
14. Бойченко А.В. Про один алгоритм захисту інформаційного обміну в комп'ютерних мережах // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 1999. – Т. 1. №1. – С. 92 – 96.
15. Ланде, Д.В., Дмитренко, О.О., Радзієвська, О.Г., Бойченко А.В. Визначення напрямків зв'язків у мережі термінів // Информационные технологии и безопасность. Материалы XIX Международной научно-практической конференции ИТБ-2019. - К.: ООО "Инжиниринг", 2019. - С. 103-112. – *Дисертантом запропоноване вдосконалення алгоритму розбору на частини мови.*
16. Ланде Д.В. Побудова моделі розвитку ситуації на основі аналізу інформаційного простору / Ланде Д.В., Бойченко А.В. // Актуальні проблеми управління інформаційною безпекою держави: збірник матеріалів науково-практичної конференції – Київ, 2017 р. – С. 61 – 62. – *Дисертантом запропонована сценарна модель інформаційного простору, яка дозволяє дослідити, наскільки істотними виявляється вплив того чи іншого показника на кінцеву ситуацію.*
17. Бойченко А.В. Розробка сценаріїв інформаційної безпеки на основі сценарного підходу. // Інформаційні технології та безпека. Збірник наукових праць – Київ – 2016. – С. 118 – 120.
18. Ланде Д.В. Використання моделей предметних областей у задачах сценарного аналізу / Ланде Д.В., Бойченко А.В. // Міжнародна науково-практична конференція «Інтелектуальні технології лінгвістичного аналізу». Тези доповідей. – Київ. 2016. – С. 9. – *Дисертантом запропонована методика аналізу отриманої мережі понять за допомогою Protégé.*
19. Бойченко А.В. Дослідження та розробка моделей предметних областей у задачах сценарного аналізу // Матеріали XVI Міжнародної наукової молодіжної школи «Системи та засоби штучного інтелекту» (AIS'2016). Київ. – 2016. – С. 14 – 17.
20. Додонов А.Г., Ландэ Д.В., Бойченко А.В. Сценарный подход при исследовании динамики информационных потоков в сети Интернет// Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем (OSTIS-2015): материалы V международной научно-технической конференции. – Минск. 2015. – С. 225 – 230. – *Дисертантом запропоновано варіант моделі сценарію аналітичної діяльності.*
21. Бойченко А.В. Використання сценарного підходу для аналізу контенту соціальних мереж. // Міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні технології лінгвістичного аналізу». Тези доповідей. Київ. – 2014. – С. 18.
22. Бойченко А.В. Захист інформації при створенні системи пошуку. // «Информационные технологии и безопасность». Сборник научных трудов.

Выпуск 8. Институт проблем регистрации информации НАН Украины. Киев. – 2005. – С. 47.

23. Бойченко А.В. Проблемы организации удаленного доступа к электронным информационным ресурсам. // «Электронные информационные ресурсы: проблемы формирования, обработки и использования-2005». Материалы V международной научно-технической конференции. Киев. УкрИНТЭИ – 2005. – С. 39.

24. Бойченко А.В. Керування системою захисту інформації в корпоративній мережі // Информационные технологии и безопасность. Материалы четвертой международной научно-практической конференции. ИПРИ НАН Украины. Выпуск 7 // К. – 2004. – С. 84 – 85.

25. Бойченко А.В. Забезпечення захисту інформації в територіально-розподілених інформаційно-обчислювальних мережах // Інформаційні технології та безпека. Збірник наукових праць. Інститут проблем реєстрації інформації НАН України. Выпуск 4 // Київ – 2003. – С. 15 – 17.

26. Бойченко А.В. Про построение системы защиты информации в территориально-распределенных информационно-вычислительных сетях // Труды конференции. ССПОИ-99. Одеса. 1999. – С. 33.

27. Бойченко А.В. Оцінка захищеності автоматизованих систем // Международная конференция «Теория и техника передачи, приема и обработки информации» («Новые информационные технологии») – Сборник научных трудов. ХТУРЭ, Харьков. - 1998. – С. 509 – 510.

## АНОТАЦІЯ

**Бойченко А.В. Формування сценаріїв інформаційних впливів у системах підтримки прийняття управлінських рішень.** – *На правах рукопису.*

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи – Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ 2021.

Дисертація присвячена проблемі розробки сценаріїв розвитку ситуації, що дає можливість виявити джерела інформаційного втручання, дослідити, наскільки істотним виявляється їхній вплив на функціонування та безпеку комп'ютерних чи соціо-економічних систем таким чином, вирішити задачу формування і ранжирування сценаріїв здійснення впливів на об'єкти, які відповідають вибраним ключовим поняттям.

Досліджено підходи до формування сценаріїв інформаційного впливу у системах підтримки прийняття управлінських рішень та фактори, що впливають на якість та швидкість моделювання.

Розроблено та досліджено математичну модель для задачі пошуку оптимального інформаційного впливу на цільові об'єкти предметної області.

Запропоновано метод побудови моделі предметної області у вигляді семантичного графа, сформованого з даних моніторингу комп'ютерних мереж, шляхом визначення найбільш вагомих понять та зв'язків між ними.

Запропоновано метод формування оптимальних сценаріїв інформаційних впливів на цільові об'єкти предметної області на основі знаходження множини маршрутів розповсюдження впливу.

Розроблено програмно-алгоритмічні засоби моделювання сценаріїв інформаційних впливів для предметної області, включаючи засоби перенесення даних до існуючих аналітичних пакетів.

Досліджено запропоновані методи та засоби з використанням реальних даних та показано їхню ефективність.

Розроблені в дисертації модель, методи та засоби дослідження сценарних моделей досить універсальні, тому можуть бути використані для змістовного аналізу соціальних мереж з метою дослідження інформаційних впливів, виявлення інформаційних операцій, оцінювання брендів та маркетингових продуктів, побудови систем моніторингу ресурсів Інтернет для систем різних рівнів управління, а також в освітньому процесі.

**Ключові слова:** інформаційні технології, сценарій, управлінська діяльність, предметна область, аналітична складова, онтологія.

## АННОТАЦІЯ

**Бойченко А.В. Формирование сценариев информационных воздействий в системах поддержки принятия управленческих решений. – На правах рукописи.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.05.02 – математическое моделирование и вычислительные методы – Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», Киев, 2021.

Диссертация посвящена проблеме разработки сценариев развития ситуации, что дает возможность исследовать, насколько существенным оказывается влияние того или иного концепта или информационной сущности на функционирование и безопасность компьютерных или социо-экономических систем и решать задачу формирования и ранжирования сценариев осуществления воздействий на объекты, соответствующие выбранным ключевым понятием.

Исследуются подходы к формированию сценариев информационного воздействия в системах поддержки принятия управленческих решений и факторы, влияющие на качество и скорость моделирования.

Разработан и исследована математическая модель для задачи поиска оптимального информационного воздействия на целевые объекты предметной области.

Предложен метод построения модели предметной области в виде семантического графа, сформированного по данным мониторинга компьютерных сетей, путем определения наиболее весомых понятий и связей между ними.

Предложен метод формирования оптимальных сценариев информационных воздействий на целевые объекты предметной области на основе нахождения множества маршрутов распространения влияния.

Разработаны программно-алгоритмические средства моделирования сценариев информационных воздействий для предметной области, включая средства переноса данных в существующие аналитические пакеты.

Исследованы предложенные методы и средства с использованием реальных данных и показано их эффективность.

**Ключевые слова:** информационное пространство, сценарии, управленческая деятельность, семантическая сеть.

## ABSTRACT

**A.V. Boichenko. Formation of scenarios of information influences in systems of support of acceptance of administrative decisions.** – *Manuscript.*

Dissertation for obtaining a scientific degree of the candidate of technical sciences in the specialty 01.05.02 – mathematical modeling and computational methods – National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, 2021.

The dissertation is devoted to the decision of an actual scientific and applied problem of development of new methods and means of formation of scenarios of information influences in systems of support of acceptance of administrative decisions on the basis of the analysis of semantic models and the analysis of the maintenance of global computer networks.

The work is done with an introduction, four sections, bran, a list of sources used and two appendices. The work on the use of mathematical modeling, development of the theory of constructed computer computers, separate programs, as well as system, methods and means of modeling, including their structure and algorithmic organization, information technology and their use in proven research.

The effective functioning of management decision support systems involves the rapid formation of reliable scenarios of information influences. Therefore, an integral part of modern management decision support systems are tools for scenario modeling of information influences, which allows to investigate how significant the impact of a factor, to model the situation and predict the consequences of management influences with timely response to threats. But in the rapid development of the information society, characterized by the emergence of new forms of digital communication, increasing data and bandwidth of transmission channels, the emergence of new ways of information impact, traditional approaches to scenario modeling do not provide quality support for management decisions. The relevance of the dissertation is determined by the need to create modern information technologies for scenario modeling, which include the formation of arrays of input and output data, automatic modeling of the subject area based on scanning text resources and creating a network of concepts, integration of tools for research graphs (networks) and ontologies text information spaces. That is why the dissertation is devoted to the development and research of models, methods and means of forming scenarios of informational influence of some essences of information space on others, on the basis of automated construction of semantic networks. The concept of scenario refers to a sequence of informational influences on key concepts of the subject area in order to cause positive or negative consequences. Transitions in the scenario from one to another occur during the transition from one entity of the subject area to another, provided that there is a



positive or negative relationship between these entities, pre-defined in the information space.

On the basis of the analysis in the dissertation the necessity of reduction of time of formation of the scenario of information influence for the distributed information space is substantiated.

To solve the problem, a set of methods is proposed, which are based on a combination of modern software and highly efficient algorithms.

The existing approaches to the study of information impact scenarios in management decision support systems are considered, their classification according to the factors influencing the quality and speed of modeling is proposed, and the criteria on the basis of which this analysis was conducted to formulate relevant interrelated tasks are proposed.

It is shown that the set of tasks for the formation of scenarios of information impact includes the following: analysis of impact factors, calculation of the ratios of key indicators that determine information processes, setting characteristics (variables and constants) of information impact processes over time.

A mathematical model for the task of finding the optimal information impact on the target objects of the subject area, which, in contrast to the existing ones, allows to investigate the magnitude of the impact for any individual node.

In order to minimize the time of preparation of data for scenario modeling, a method of constructing a model of the subject area in the form of a semantic graph formed from computer network monitoring data, by identifying the most important concepts and relationships between them.

The method of formation of optimal scenarios of information influences on target objects of the subject area on the basis of finding of set of routes of distribution of influence that allows to use at detection and planning of information influences is offered.

Software and algorithmic tools for generating information impact scenarios for the subject area have been developed, including tools for integration with popular free data analysis programs, which allows for empowerment of analysts in management decision support systems.

The offered methods and means with use of real data are investigated and their efficiency is shown. The graphs of ontologies formed during the formation of scenarios of information influences for different subject areas can be used to increase the efficiency of machine learning.

For the first time, it is proposed to improve the method of forming a semantic model of the information space, which for the first time uses the extraction of the most important concepts, which reduces the modeling time.

For the first time, a method of constructing optimal scenarios of impact on key concepts of the subject area is proposed, which for the first time is based on modified behavioral models of ant colonies, which reduces the computational complexity of the method and provides guaranteed convergence of scenario search algorithms.

For the first time, a method for calculating the weight values of semantic model concepts was proposed, which for the first time used the HITS algorithm, modified by adding a positive definite function, which reduces the impact on the result of uneven distribution of weight values.

For the first time, a method of forming connections between key concepts of the subject area was proposed, which, in contrast to the existing ones, uses statistical characteristics of the information space as a criterion, which allows to increase the accuracy of the obtained information impact scenarios..

**Keywords:** information technologies, scenario, managerial activity, subject area, analytical component, ontology.