

Methods of information systems synthesis

УДК 004.82

doi: 10.20998/2522-9052.2021.1.07

О. Ю. Іохов, В. Г. Малюк, О. М. Сальніков, О. О. Новикова

Національна академія Національної гвардії України, Харків, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ ОНТОЛОГІЇ ЗАДАЧІ ВИБОРУ ДЛЯ ОПИСУ ПРОЦЕСІВ ВЗАЄМОДІЇ СУБ'ЄКТІВ УПРАВЛІННЯ

Анотація. У статті доведено, що потребує вирішення проблема наявності протиріччя між збільшенням обсягу інформації, необхідної для прийняття рішень у сфері управління силами охорони правопорядку, і постійною вимогою щодо скорочення часу на її обробку в інформаційно-аналітичних системах. **Мета статті** полягає у підвищенні ефективності прийняття рішень в системі управління військового командування в умовах надзвичайного стану шляхом застосування онтології задачі вибору на основі сукупності семантично значущих результатів. **Результати дослідження.** Проаналізовані шляхи удосконалення механізмів інформаційно-аналітичного забезпечення системи управління військового командування в умовах надзвичайного стану. Використаний підхід до застосування онтології задачі вибору для прийняття рішень у сфері управління силами охорони правопорядку із застосуванням процедури інтеграції інформаційних ресурсів на основі бінарного відношення часткового порядку. Онтологічні системи, як результат зворотного відображення натуральних систем, забезпечують коректне агрегування різних тематичних процесів за рахунок формування структурованої сукупності інформаційних об'єктів-концептів предметної області, які визначаються як єдиний тип даних. За рахунок цього визначається онтологічний характер інтерпретації семантики контекстів об'єктів-концептів, які використовуються в процесі розв'язання задач в системі управління військового командування в умовах надзвичайного стану.

Ключові слова: інформаційно-аналітична система; онтологія; таксономія; множина тавтологій; бінарне відношення часткового порядку.

Вступ

Постановка проблеми. Аналіз воєнно-політичної обстановки, рівень воєнної небезпеки та ступень воєнної загрози національній безпеці України вимагає удосконалення системи управління силами охорони правопорядку у напрямі впровадження механізмів підвищення стійкості управління та обґрунтованості рішень, що приймаються в умовах інформаційного впливу противника.

Одним із напрямів вирішення зазначеного завдання є удосконалення структури функціонування органів інформаційного забезпечення у сфері управління силами охорони правопорядку і координації їх взаємодії. У контексті зазначеного виникає потреба у забезпеченні спроможності підтримки інформаційно-розрахункової й аналітичної діяльності посадових осіб в умовах підвищення складності завдань, що вирішуються органами управління військового командування в умовах надзвичайного стану різних рівнів та різноманітності й нестандартності ситуацій, за результатами аналізу яких приймаються рішення.

Розв'язання цих задач стикається з необхідністю вирішення низки проблем, які пов'язані з інформаційним забезпеченням сучасних систем управління, основними з яких є такі [1]:

- різноманітність й незв'язаність форм документів, велика кількість неформалізованої інформації, що циркулює в інформаційно-аналітичних системах (ІАС);

- відсутність єдиних класифікаторів, словників і уніфікованої системи документів, що унеможливує реалізацію інформаційної та термінологічної сумісності баз даних;

- наявність великої кількості джерел інформації, їх різноманітність і територіальна розподіленість.

Особливої актуальності ці проблеми набувають в контексті розгляду різноманітності інформаційних даних, що циркулюють в системі управління військового командування в умовах надзвичайного стану.

Так, зазначені ресурси представлені алгоритмами, математичними моделями та документами (масивами документів), які можуть включати документи бойового управління (бойові накази, розпорядження, донесення, зведення), нормативні документи (накази, норми, штати), довідкову інформацію (класифікатори, словники термінів), облікову інформацію (анкети, картотеки), науково-технічну інформацію (друковані видання, звіти про науково-дослідні і дослідно-конструкторські роботи), інформацію, яка циркулює в автоматизованих системах (бази даних, файли, повідомлення) та інші масиви інформації (карти, фонди, схеми, плакати, окремі файли та ін.) [2].

Таким чином, потребує вирішення проблема наявності протиріччя між збільшенням обсягу інформації, необхідної для прийняття рішень у сфері управління силами охорони правопорядку, і постійною вимогою щодо скорочення часу на її обробку в ІАС.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Одним із рішень зазначеної проблеми є впровадження ІТ-технологій, інструменти яких забезпечують підтримку прийняття рішень на основі лінгвістично-семантичного аналізу інформації про область, предмет, процес «формальних» знань і здійснення їх інтеграції з неформальними знаннями

групи осіб (керівників, фахівців, експертів), які приймають рішення. Зазначені технології повинні забезпечити [3]:

- концентрацію всієї необхідної для прийняття рішень інформації в єдиному інформаційному середовищі, підвищення її якості (повноти та достовірності), швидкий і ефективний доступ до неї осіб, які приймають рішення (ОПР);

- автоматичне виділення критично важливої інформації, яка характеризує якісну зміну ситуації в предметній області;

- об'єднання аналітичних засобів системи і інтелектуальних можливостей осіб, які приймають рішення, і експертів, що входять у ІАС у якості її активних елементів;

- накопичення колективного досвіду вирішення проблем, використання його для вирішення нових проблем, забезпечення наступності в управлінні;

- надання ОПР і експертам засобів підтримки процедур колективного вироблення і прийняття рішень, а також широкого спектра інструментів, необхідних для створення моделей розв'язуваних проблем;

- надання особам, які приймають рішення, і експертам інформації та результатів моделювання у вигляді інтерактивних візуально-орієнтованих динамічних моделей (системи візуальних образів) вирішуваних проблем.

Висока ефективність функціонування ІАС може бути забезпечена за рахунок здійснення інформаційного забезпечення в рамках єдиного інформаційного простору, а також інтеграції у нього усіх програмно-апаратних засобів.

Зазначене середовище має собою являти гіперплощину, в межах якої здійснюється збір, формування, розповсюдження і використання інформації в інтересах відповідних користувачів (логічних об'єктів інформаційної взаємодії) згідно із застосованою методологією обробки інформаційних потоків [1].

При цьому мається на увазі використання загальноприйнятих систем формування та застосування інформаційних ресурсів, мов спілкування, технологій доступу, обміну і переробки інформації, комунікацій, а також єдиних структур інформаційних ресурсів, банків даних і знань, систем управління ними [4].

Формування сукупності семантично значущих результатів у процесі діяльності осіб, які приймають рішення, на основі аналізу і обробки масивів інформації, що пов'язані з об'єктами управління, в рамках єдиного інформаційного простору дозволить суттєво підвищити ефективність управління.

Таким чином, **мета статті** полягає у підвищенні ефективності прийняття рішень в системі управління військового командування в умовах надзвичайного стану шляхом застосування онтології задачі вибору на основі сукупності семантично значущих результатів.

Основний матеріал

Вирішення будь-якої проблеми у задачах аналітичного оцінювання полягає у виборі певних рішень

з врахуванням ситуації, що склалася, з деякого набору допустимих (типових, стандартних) керуючих впливів.

Створення розподіленого програмно-інформаційного середовища, що забезпечує в реальному часі комплексну багаторівневу обробку потоків малоінформативних і часом суперечливих первинних відомостей про прояви об'єктів доцільно здійснити на основі застосування онтологічних систем [5-7]. Це дозволить реалізовувати досить повний опис множини станів кожного етапу вирішення задач в термінах предметної області та забезпечить проведення контекстного аналізу проблеми, оцінки стану, формування ідеї розв'язання і на кінцевій стадії відокремлення і формулювання складників прикладних задач ситуаційного управління у термінах прикладних областей їх постановки.

На підставі зазначеного, упорядковану множини тавтологій Φ [8], що представляють процес вирішення прикладної задачі у вигляді взаємодії натуральних систем NS , можна представити орієнтованим графом G без циклів [9].

Тобто, якщо елементами множини тавтологій Φ , що представляє процес вирішення прикладної задачі у вигляді взаємодії натуральних систем є множина тавтологій Φ , то кожна вершина графа G може бути представлена у вигляді орієнтованого графа G' без циклів.

Будь-яку таксономію можна представити навантаженим дводольним графом [9]

$$G = (V_1 \cup V_2, E), \quad (1)$$

де $V_1 \cap V_2 = \emptyset$ (вершини з V_1 розмічені іменами предикатів, а вершини з V_2 – іменами аргументів); E – множина дуг (ребер).

Дуги графа з'єднують вершини, що помічені іменами предикатів, з вершинами, які помічені іменами аргументів. Висловлювання ж формуються на основі композиції вершин, які є інцидентними до одного ребра. Алгоритм формування тавтологій має наступний вигляд:

1. Визначається перша вершина (ліва або права) за напрямком відношення, якщо воно некомутативне.

2. Обирається ліва/права вершина та інцидентне ребро.

3. Обирається права/ліва вершина з інцидентним ребром, яке має ліву/праву вершину.

4. Дводольний граф визначається як висловлювання.

5. Обчислюється значення висловлювання: істинність – вершини включаються до множини тавтологій, хибність – вершини не входять до цієї множини.

Візуалізація інформації у вигляді ієрархічного графу допомагає швидко знаходити потрібний елемент в ієрархії, розуміти зв'язок елемента з контекстом та забезпечувати можливість прямого доступу до інформації. Мережний граф може виступати не лише засобом організації інформації. Розширюючи

його традиційні функції завдяки відображенню у вигляді просторово упорядкованої множини тавтологій, граф можна перетворити на середовище, в якому забезпечується активна робота з розподіленими інформаційними ресурсами на основі використання методів натуральних систем.

Задавши на множині концептів бінарне відношення часткової упорядкованості – \tilde{p} [9, 10], отримуємо певну таксономію $\tilde{\Phi}$, яка може бути представлена у вигляді орієнтовного бінарного дерева. Таким чином усі концепти та їх властивості можуть бути представлені у вигляді певних тверджень, над якими можливо виконати операції: об'єднання, перетин, логічне віднімання, декартовий добуток, вибірка, проекція, з'єднання, ділення. Більш того, завжди можна сформулювати певну множину відображень цих тверджень, яка буде володіти властивістю безперервності.

Одне з таких відображень задає перетворення ланцюгів з тверджень у вказані вище ланцюги бінарних дерев.

Згідно [5] існує відображення кожної онтології, яка визначає концепти, що утворюють деякі тавтології у вигляді бінарного дерева. Над такими деревами можливо задати такі ж самі операції, як і над твердженнями, а саме: об'єднання, перетин, віднімання, декартовий добуток, вибірка, проекція, з'єднання, ділення.

Також до переліку функцій і операцій F можливо включити операції, які задаються на множині концептів X . Тому у вигляді бінарного дерева може бути представлена і таксономія $\tilde{\Phi}$, що відображає концепти, з яких формулюються умови задачі вибору. Така таксономія $\tilde{\Phi}$ фактично відображає у вигляді бінарного дерева множину альтернатив, які визначають певні умови вибору найбільш оптимального інформаційного стану рішення.

На підставі зазначеного можна зробити висновок про те, що відношення бінарного дерева можуть бути задані над множиною таксономій на підставі визначеної аксіоми вибору виду (1), яка безпосередньо визначається аксіоматикою Цермело-Френкеля [11-13].

Тоді справедливим буде вираз:

$$\exists f: \tilde{\Phi} \rightarrow F, \exists g: R \rightarrow F, \quad (2)$$

де f, g – відповідні відображення; F – множина операцій та функцій на таксономії $\tilde{\Phi}$; R – множина відношень на таксономії $\tilde{\Phi}$.

Відповідно, онтологію задачі вибору O_{TPCh} можна представити у вигляді бінарного дерева гомотопічного типу [13]:

$$O_{TPCh} \sim T = (X, R, x^*), \quad (3)$$

де X – множина концептів певної онтології, які визначають вершини бінарного дерева; x^* – найменша за умовою вибору вершина бінарного дерева.

Вирази (1)–(3) визначають, що існує певне відображення між концептами онтології, їх бінарни-

ми деревами та відношеннями між концептами. Слід також враховувати, що усі відношення між концептами, що утворюють такі таксономії, можуть утворювати предикативні вирази, які визначають істинні твердження з вершин бінарного дерева, що утворені концептами онтології та зв'язані між собою відповідним відношенням часткової упорядкованості – \tilde{p} .

Онтологію вибору також можна представити у вигляді

$$O_{TPCh} = \langle \tilde{T}, (\tilde{p} \vee R^+), f(T) \rangle. \quad (4)$$

Тут $f(T)$ визначає цільову функцію знаходження мінімального вузла бінарного дерева T , а R^+ – множину властивостей бінарних вузлів як унарних відображень концептів таксономії $\tilde{\Phi}$.

Отже, об'єктні та функціональні компоненти, що визначають онтологію задачі вибору, можуть утворювати функціональні онтології, концепти яких пов'язані певними бінарними відношеннями часткового порядку і можуть мати унарні властивості, що характеризують їх у певному якісному вигляді.

Досить ефективним методом представлення функціональних онтологій, для яких завжди існує зворотне перетворення у вигляді натуральної системи [14], є безтипове представлення у вигляді лямбда-виразів виду (4) [15, 16]:

$$f_a = (\lambda x.t(x))a = t(a), \quad (5)$$

де λ – теорія лямбда-числення; запис λx означає λ – терм; x – змінна, що приймає значення з множини концептів; t – вираз, який може містити змінну x ; a – аргумент функції, що визначає можливі значення змінної (можуть бути певні твердження); f_a – функція, яка застосовується до аргументу a .

Тоді кожне істинне твердження може бути представлено у вигляді послідовності лямбда-термів виду

$$[\lambda x_1 \dots x_n \dots x_i L_1 \dots L_m].$$

При цьому кожен додатковий терм цього виразу приписується на основі правила застосування множинного відношення бінарної часткової упорядкованості. Це дозволяє будувати ланцюжки тверджень на основі операції приписування праворуч нового терму, яким може бути як функція, так й аргумент.

З наведеного можна зробити ще один висновок: якщо концепти онтології володіють хоча б однією загальною властивістю або хоча би бінарним відношенням часткового порядку, то з них можна побудувати розв'язуване твердження в термінах λ -числення.

Властивість зворотності виразу

$$\lambda x_1 \dots x_n \dots x_i L_1 \dots L_m$$

визначає можливість будувати розв'язувані твердження із заперечення існуючих термів на основі зміни множинного бінарного відношення часткової

упорядкованості як на множині операцій над властивостями R , так і на множині таксономій $\tilde{\Phi}$.

Тобто, справедливими для властивостей і для концептів є відображення виду [15]:

$$\lambda x_1 \dots x_n \dots x_i L_1 \dots L_m \xrightarrow{\tilde{p}} \lambda x_i \dots x_n \dots x_1 L_m \dots L_1 \quad (6)$$

і відповідно вираз, що пов'язує композиції відношень функцій і таксономій:

$$M \circ K = K \circ M = \lambda x.x, \quad (7)$$

де M і K – λ -терми, а кожен додатковий терм приписується на основі правила використання множинних відносин бінарної часткової впорядкованості.

Розгляд процесу взаємодії онтологій як функціонального відображення інформаційних ресурсів та узагальненої форми інтеграції через взаємодію натуральних систем може бути зведено до виділення лінійно-упорядкованої множини простору рішень задачі вибору, яке представимо у вигляді бінарного дерева та визначено над усіма загальними концептами взаємодіючих систем. Тоді онтологія задачі вибору визначає для кожної натуральної системи простір відображення її інформаційних станів, які можливо представити у вигляді певного OLAP-кубу (англ. Online analytical processing, аналітична обробка у реальному часі).

Згідно з положеннями теорії реляційної алгебри, будь-яке бінарне дерево з кінцевим числом вершин може бути представлено у вигляді об'єкта реляційної алгебри.

Відповідно, виходячи з положень теорії гомотопічних типів [17] та використовуючи поняття унівалентності [13], можна стверджувати про унівалентність онтологій задачі вибору виду будь-якої операції реляційної алгебри:

$$O_{TPCh} \sim R = f(R_1, R_2, \dots, R_n). \quad (8)$$

При цьому, кожна операція реляційної алгебри може бути представлена у вигляді

$$F = R \times R \rightarrow (X \times X) \times \dots \times (X \times X) \quad [17].$$

Для таких об'єктів онтологія задачі вибору унівалентна будь-якому об'єкту OLAP-кубу як засобу динамічного відображення взаємодій певних атрибутів інформаційної системи:

$$O_{TPCh} \sim W : (X, Y, Z) \rightarrow W. \quad (9)$$

Опис OLAP-кубу виду

$$W : (X, Y, Z) \rightarrow W$$

може бути представлений у вигляді проекції відношень згідно положень реляційної алгебри [17]. Між цими проекціями існує бінарне відношення лінійної упорядкованості p , що дозволяє відношення p вивести з відношення \tilde{p} .

Якщо застосувати метод конверсії η для елементів, які отримано шляхом побудови проекцій (X, Y, Z) і сформувавши на їх основі вираз абстракції Λ [17], можна перейти до визначення певних біна-

рних структур, тобто сформувавши онтологію задачі вибору. Наведена онтологія задачі вибору виду унівалентна будь-якому об'єкту векторного простору будь-якої розмірності:

$$O_{TPCh} \sim V(F) = (V, F, +, \times), \quad (10)$$

де V – множина векторів; F – множина функціональних відображень V самого на себе; “+” та “ \times ” – відповідно лінійні операції “додавання” та “множення”.

Зазначений векторний простір включає в себе відношення лінійної упорядкованості p , з якого можливо виділити бінарне відношення часткової упорядкованості. Тому з елементів, які безпосередньо складають векторний простір, можливо сформувавши онтологію задачі вибору.

Представлення інформаційної системи у вигляді натуральної системи конструктивно забезпечує її реалізацію як онтологію. Отже, множини таксономій, що визначають взаємодію натуральних систем, можуть мати спільні вершини і непорожні перетини множин бінарних відношень унарних властивостей концептів таксономій. При цьому самі концепти можуть утворювати різні за тематиками класи. Це породжує проблему формування на основі всіх множин тематичних класів функцій-правил інтерпретації пов'язаних ланцюжків з тавтологією концептів, що складають термінополя взаємодіючих натуральних систем.

Отже задача, в процесі вирішення якої залучаються й використовуються різні за тематикою інформаційні ресурси, може бути представлена як складна композиція метазадач, в категорію яких входять процеси аналізу, виділення структури, визначення порядку, синтезу і вибору станів вирішення. Застосування бінарного відношення часткового порядку надає можливість задавати його не тільки над концептами взаємодіючих натуральних систем, а й над їх унарними властивостями. Тобто, при частковому впорядкуванні множини унарних властивостей концептів, що визначають простір станів рішення прикладної задачі, ці властивості можна представити у вигляді бінарних відношень. Це дозволяє включати множини таких властивостей в онтологію задачі вибору, яка визначається для кожної взаємодіючої системи.

Унівалентність задачі вибору згідно виразів (8)–(10) у будь-якому непорожньому реляційному просторі дозволяє стверджувати, що контексти концептів, які у процесі розв'язання наведеної прикладної задачі можуть бути інтегровані для визначення множини тавтології, описують кожен етап її вирішення.

Також слід відмітити конструктивність онтології задачі вибору, що полягає в її унівалентності будь-якому гомотопічному типу.

Ця властивість дозволяє застосовувати до концептів тематичних онтологій широкий спектр операцій і правил.

Введення категорії упорядкованості до онтологій і натуральних систем будується на основі визна-

чення категорії таксономії. При цьому під таксономією у контексті деяких онтологій, як натуральних систем NS , розуміється певна множина концептів онтології, які мають бінарну властивість упорядкованості.

Взаємодію як таку визначає множина задач, розв'язання яких забезпечує досягнення цілей. Множину станів вирішення задачі I представимо у вигляді:

$$I = \left\langle \begin{matrix} NS_0, NS_k, F \times R, X, R_t, \\ F, A, (X \times R_t \times R_s, R^+ \times R_t) \end{matrix} \right\rangle, \quad (11)$$

де NS_0, NS_k – відповідно початковий та кінцевий стани натуральної системи; A – множина аксіом; R_s – множина обмежень $R_s = R^+ \times R$; R^+ розглядається як замикання відношень R_t ; R^+ – множина властивостей, які характеризують концепти підмножини таксономій $\tilde{\mathcal{F}}$, над якими задані бінарні відношення R_t .

Множина станів вирішення задачі I може включати до себе послідовність станів вирішення задачі онтологій вибору, яка унівалентна множині упорядкованих тавтологій:

$$\begin{aligned} \langle I \rangle &\rightarrow \langle O_{TPCh} \rangle \sim \\ &\sim \neg(\forall x)Pr(x) \leftrightarrow (\exists x)\neg Pr(x), \end{aligned} \quad (12)$$

де $Pr(x)$ – предикатний вираз над значенням концепту “ x ” як певного твердження.

Згідно властивостей категорії таксономії [8] існують таксономії, за допомогою яких можливе утворення тавтологій, які включають усі концепти, що мають бінарну властивість упорядкованості.

Тоді певна таксономія може бути створена непустою множиною відношень упорядкованості R_t , де $R_t \subset R | R_t \neq \emptyset$, а саме:

$$R_t = \left\{ t_i \in [t_1, t_n] \mid t_i = \prod_1^n x_k \times x_m \mid \begin{matrix} x \in X, k \neq m, \\ k \leq n, m \leq n \end{matrix} \right\}, \quad (13)$$

де k, n, m – натуральні числа.

При цьому множина

$$\prod_1^n x_k \times x_m$$

має властивість асоціативності [11, 12].

Тоді під таксономією у контексті застосування множин онтологій у процесі створення онтологічної системи, можна розглядати певну множину концептів онтології, які завжди мають бінарне некомутативне відношення та яке можливо інтерпретувати як властивість бути елементом певного класу. При цьому зі зазначених онтологій також можливе утворення упорядкованої множини, елементи якої мають бінарну некомутативну властивість бути елементом певної онтології.

У формалізованому вигляді це буде виглядати таким чином:

$$\begin{aligned} (\exists(x_i \times x_j = t_k) \mid \forall x_{1,n} \in X \rightarrow \exists t_{1,m} \in R_t) &\Rightarrow \\ \Rightarrow (\exists O_1 \subset \prod_1^k O_i \mid O_i \times O_j = t_k). \end{aligned} \quad (14)$$

Наведене твердження можна представити у наступній інтерпретації.

Множини тавтологій і тверджень створюють певні категорії [8]. Властивості концептів, на основі яких побудовані ці тавтології і твердження, також створюють категорію. Певну категорію мають і онтології, які створені цими концептами та їх властивостями.

Відповідно, між наведеними категоріями завжди існує морфізм [8] (рис. 1).

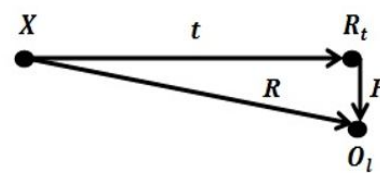


Рис. 1. Комутативна діаграма таксономії (Fig. 1. Commutative diagram of taxonomy)

Комутативна діаграма, наведена на рис. 1, демонструє, що усі концепти створюють за своїми властивостями множину певних класів. Усі твердження, які можуть бути сформовані з концептів, що утворюють клас на основі певної означеної властивості, повинні бути тавтологіями. На їх основі створюється певна множина онтологій, усі елементи якої мають властивість – бути елементом певної онтології.

На основі тавтологій як представників класів, які створюються концептами операційного середовища (OpC), може бути створена система класифікації, яка, як і будь-яка система, повинна представляти певну ієрархію, кожен з елементів якої, у свою чергу, має внутрішню структуру (елементи внутрішньої структури та їх зв'язки) і взаємодіє із зовнішнім середовищем.

Якщо перекласти це мовою класифікацій, то внутрішня структура це:

- угруповання об'єктів класифікації;
- зв'язки внутрішньої структури (взаємне співвідношення угруповань об'єктів класифікації);
- взаємодія із зовнішнім середовищем (взаємозв'язки між класифікаційними угрупованнями різних концептів).

У взаємозв'язках є два аспекти угруповань:

- структурний – входження об'єктів класифікації до операційного середовища онтологічної системи на основі бінарних відношень та властивостей;
- лексико-семантичний – формування певних множин тверджень-висловлювань, які є тавтологіями відносно проблем, які вирішуються у операційному середовищі.

Практично задача створення системи класифікації інформаційних процесів у середовищі онтоло-

гічної системи зводиться до поєднання класифікацій на структурному та лексико-семантичному рівнях:

- по-перше, при взаємодії з однорідними класифікаціями найчастіше проста вихідна класифікація ОпС розширюється, а саме – додаються нові показники у вигляді тавтологій в існуючі розділи, підрозділи з присвоєнням нових кодів згідно системи кодування, прийнятої в операційному середовищі, а також додаються нові розділи, підрозділи у вигляді тавтологій;

- по-друге, при взаємодії з різнорідними класифікаторами, які базуються на інших словниках, де показники мають інший сенс, що вимагає розгляду кожного окремого елементу класифікацій.

Тобто такі класифікатори можна розглядати як упорядковані множини тавтологій, на основі яких можуть бути створені таксономії операційного середовища ОпС.

Зазначену множину можна розглядати як послідовність упорядкованих тавтологій, які визначають множину можливих таксономій як функціональних компонентів операційного середовища.

Тобто довільне операційне середовище, яка описана певною множиною онтологій $\{O\}$ можливо представити у вигляді послідовності станів довіль-

ної натуральної системи SN , які мають вигляд послідовностей упорядкованих тавтологій, кожна з яких наслідуює усі властивості концептів, які створюють ці онтології.

Типове операційне середовище може бути створена певним набором тавтологій, які формуються на основі класів, що створені ієрархічною структурою концептів-об'єктів.

Тоді послідовність процесу вирішення задачі I може бути представлена певним бінарним деревом, яке утворюється відображенням множини таксономій та демонструє структуру взаємовідношень тавтологій.

Послідовність тавтологій, які утворюються таксономіями натуральної системи, й визначає процес взаємодії суб'єктів управління силами охорони правопорядку.

В свою чергу оцінити ефективність запропонованого методу (ЗМ) прийняття рішень для системі управління міжвідомчими критичними системами створеними при вирішення надзвичайних ситуацій можна на основі порівняння часу, що витрачається на процес вирішення задачі $t(I)$ при збільшенні складності натуральних систем n існуючими графоаналітичними методами (ГАМ) (рис. 2).

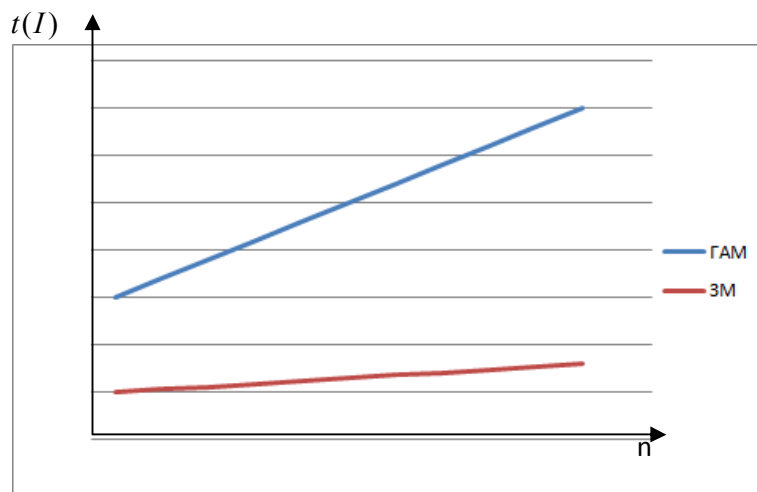


Рис. 2. Залежність значення показника ефективності від складності натуральних систем (Fig. 2. Dependence of the value of the efficiency indicator on the complexity of natural systems)

Таким чином, ефективність інформаційного забезпечення процесів управління запропонованого методу над існуючими графоаналітичними методами показує його перевагу біль чим у 2 рази.

Висновки

Аналіз і обробку великих масивів інформації у сфері управління військового командування в умовах надзвичайного стану доцільно здійснювати в автоматизованому режимі на основі розподіленого програмного середовища, побудованого на принципах онтологій.

Онтологічні системи, як результат зворотного відображення натуральних систем, забезпечують коректне агрегування різних тематичних процесів за рахунок формування структурованої сукупності ін-

формаційних об'єктів-концептів предметної області, які визначаються як єдиний тип даних. Технологія їх використання в мережному середовищі, в якому активуються процеси взаємодії складних інформаційних систем, дозволяє визначити над активно використовуваними інформаційними ресурсами відношення часткового порядку. Розгляд інформаційних ресурсів як тематичних систем знань дозволяє визначити їх семантичні характеристики на основі виділення інформаційних одиниць у вигляді концептів.

Онтологічне представлення контекстів зазначених одиниць-концептів забезпечує їх інтегроване використання в процесі вирішення складних задач органами управління військового командування в умовах надзвичайного стану. Одним з конструктив-

них способів інтеграції інформаційних ресурсів як пасивних систем знань є активізація їх концептів на основі процесу формування з них тематичних онтологій і об'єднання цих онтологій шляхом побудови над ними онтології задачі вибору.

Унівалентність онтології задачі вибору будь-якому гомотопічному типу дозволяє будувати процедуру інтеграції інформаційних ресурсів на основі бінарного відношення часткового порядку.

Відношення часткового порядку дозволяє інтегровано відобразити взаємодію контекстів понять-концептів, що визначають тематику інформаційних ресурсів.

За рахунок цього визначається онтологічний характер інтерпретації семантики контекстів об'єктів-концептів, які використовуються в процесі розв'язання задач в системі управління військового командування в умовах надзвичайного стану.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Тютюнников Н. Н. Военная мысль в терминах и определениях: в 3 т. / Москва: Издательство «Перо», 2018. Т.3. Информатизация Вооруженных Сил / Сост. Н.Н. Тютюнников. 472 с.
2. Гринь В. Р. Вербальная модель инфосферы управления войсками (силами): ресурсный подход. Военная мысль. 2008. № 3. С. 62–69.
3. Лактионов В. И. Интеллектуальные технологии в информационно-аналитической деятельности органов военного управления: проблемы внедрения. Военная мысль. 2002. № 6. С. 60–64.
4. Бирюков В. В. Проблемы управления информатизацией ВС РФ. Военная мысль. 1999. № 4. С. 35–41.
5. Гладун В. П. Процессы формирования новых знаний. София: СД «Педагог 6», 1994. 192 с.
6. Gruber T. R. A translation approach to portable ontology specifications. Knowledge Acquisition, 1993. №. 5. P. 199–220.
7. Шаталкин А. И. Таксономия. Основания, принципы и правила. М.: Товарищ. научных изданий КМК, 2012. 600 с.
8. Колмогоров А. Н., Драгалин А. Г. Математическая логика. Москва: УРСС, 2005. 240 с.
9. Клини С. К. Введение в метаматематику. Москва: Иностранная литература, 1957. 526 с.
10. Микони С. Д. Теория и практика рационального выбора: Монография. Москва: Маршрут, 2014. 463 с.
11. Vladimir Voevodsky. An experimental library of formalized Mathematics based on the univalent foundations. Mathematical Structures in Computer Science. Cambridge University Press, 2015. Vol. 25. P. 1278–1294.
12. Малишевский А. В. Качественные модели в теории сложных систем. Москва: Наука. Физматлит, 1998. 528 с.
13. Барендрегт Х. Лямбда-исчисление. Его синтаксис и семантика: Пер. с англ. Москва: Мир, 1985. 606 с.
14. Лялецкий А. А. О некоторых свойствах теоретико-множественных моделей теории Лямбда. Математические машины и системы, 2008, №4. С. 10–22.
15. Технологии анализа данных. DataMining, VisualMining, TextMining, OLAP (2-е издание) / А. А. Барсегян, М. С. Курьянов, В. В. Степаненко, И. И. Холод. Санкт-Петербург.: БХВ-Петербург, 2007. 384 с.
16. Туманов В. Е. Основы проектирования реляционных баз данных. Москва: Интуит, 2016. 504 с.
17. Лямбда-исчисление. Его синтаксис и семантика / Х. Барендрегт. Пер. с англ. Москва: Мир, 1985. 606 с.

REFERENCES

1. Tyutyunnikov, N.N. (2018), “Informatization of the Armed Forces”, *Military thought in terms and definitions*, Publishing house "Pero", Moscow, 472 p.
2. Grin, V.R. (2008), “Verbal model of the infosphere of command and control of troops (forces): a resource approach”, *Voyennaya mysl*, No. 3, pp. 62–69.
3. Laktionov, V.I. (2002), “Intellectual technologies in the information and analytical activities of military command and control bodies: implementation problems”, *Voyennaya mysl*, No. 66 pp. 60–64.
4. Biryukov, V.V. (1999), “Problems of Informatization Management of the RF Armed Forces”, *Voyennaya mysl*, No. 4, pp. 35–41.
5. Gladun, V.P. (1994), *Processes of the formation of new knowledge*, SD "Pedagogue 6", Sofia, 192 p.
6. Gruber, T.R. (1993), “A translation approach to portable ontology specifications”, *Knowledge Acquisition*, No. 5, pp. 199–220.
7. Shatalkin, A.I. (2012), *Taxonomy. Foundations, principles and rules*, KMK, Moscow, 600 p.
8. Kolmogorov, A.N. (2005), *Dragalin AG Mathematical logic*, URSS, Moscow, 240 p.
9. Kleene, S.K. (1957), *Introduction to metamathematics*, Foreign Literature, Moscow, 526 p.
10. Mikoni, S.D. (2014), *Theory and practice of rational choice*, Route, Moscow, 463 p.
11. Voevodsky, Vladimir (2015), “An experimental library of formalized Mathematics based on the univalent foundations”, *Mathematical Structures in Computer Science*, Cambridge University Press, Vol. 25, pp. 1278–1294.
12. Malishevsky, A.V. (1998), *Qualitative models in the theory of complex systems*, Nauka, Fizmatlit, Moscow, 528 p.
13. Barendregt, X. (1985), *Lambda calculus. Its syntax and semantics*, Mir, Moscow, 606 p.
14. Lialetskiy, A.A. (2008), “On some properties of set-theoretic models of the Lambda theory”, *Mathematical machines and systems*, No. 4, pp. 10–22.
15. Barsegyan, A.A., Kupriyanov, M.S., Stepanenko, V.V. and Kholod I.I. (2007), *Technologies for data analysis. DataMining, VisualMining, TextMining, OLAP*, BHV-Petersburg, Saint Petersburg, 384 p.
16. Tumanov, V.E. (2016), *Fundamentals of design of relational databases*, Intuit, Moscow, 504 p.
17. Barendregt, X. (1985), *Lambda calculus. Its syntax and semantics*, Mir, Moscow, 606 p.

Received (Надійшла) 16.11.2020

Accepted for publication (Прийнята до друку) 20.01.2021

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ / ABOUT THE AUTHORS

Іохов Олександр Юрійович – доктор технічних наук, доцент, начальник кафедри військового зв'язку та інформатизації, Національна академія Національної гвардії України, Харків, Україна;

Olexandr Iohov – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Military Communication and Informatization, National Academy of the National Guard of Ukraine, Kharkiv, Ukraine;
e-mail: iohov@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1718-0138>.

Малюк Віктор Григорович – кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри військового зв'язку та інформатизації, Національна академія Національної гвардії України, Харків, Україна;

Victor Maliuk – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Military Communication and Informatization, National Academy of the National Guard of Ukraine, Kharkiv, Ukraine;
e-mail: vgmaluk@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6510-3025>.

Сальніков Олександр Михайлович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри військового зв'язку та інформатизації, Національна академія Національної гвардії України, Харків, Україна;

Olexandr Salnikov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Military Communication and Informatization, National Academy of the National Guard of Ukraine, Kharkiv, Ukraine;
e-mail: ams2002@ukr.net; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4973-9634>.

Новикова Олена Олександрівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри військового зв'язку та інформатизації, Національна академія Національної гвардії України, Харків, Україна;

Olena Novykova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Military Communication and Informatization, National Academy of the National Guard of Ukraine, Kharkiv, Ukraine;
e-mail: nangu.nea@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3557-5210>.

Применение онтологии задачи выбора для описания процессов взаимодействия субъектов управления военной связью

А. Ю. Иохов, В. Г. Малюк, А. М. Сальников, Е. А. Новикова

Аннотация. В статье доказано, что требует решения проблема наличия противоречия между увеличением объема информации, необходимой для принятия решений в сфере управления силами охраны правопорядка и постоянным требованием о сокращении времени на ее обработку в информационно-аналитической системе. **Цель статьи** заключается в повышении эффективности принятия решений в системе управления военного командования в условиях чрезвычайного положения путем применения онтологии задачи выбора на основе совокупности семантически значимых результатов. **Результаты исследования.** Проанализированы пути совершенствования механизмов информационно-аналитического обеспечения системы управления военного командования в условиях чрезвычайного положения. Использованный подход к применению онтологии задачи выбора для принятия решений в сфере управления силами охраны правопорядка с применением процедуры интеграции информационных ресурсов на основе бинарного отношения частичного порядка. Онтологические системы, как результат обратного отображения натуральных систем, обеспечивающих корректное агрегирование различных тематических процессов за счет формирования структурированной совокупности информационных объектов-концептов предметной области, которые определяются как единый тип данных. За счет этого определяется онтологический характер интерпретации семантики контекстов объектов-концептов, которые используются в процессе развязывания задач в системе управления военного командования в условиях чрезвычайного положения.

Ключевые слова: информационно-аналитическая система; онтология; таксономия; множество тавтологий; бинарное отношение частичного порядка.

Application of the ontology of the choice of selection to describe the processes of interaction of subjects of military communication management

Olexandr Iohov, Victor Maliuk, Olexandr Salnikov, Olena Novykova

Annotation. The ways of improving the mechanisms of information and analytical support of the command control system in the state of emergency are analyzed. The approach to the application of the ontology of the choice problem for decision-making in the field of law enforcement management using the procedure of integration of information resources based on the binary partial order relation is used. **The purpose of the article** is to increase the efficiency of decision-making in the management system of the military command in a state of emergency by applying the ontology of the choice problem based on a set of semantically significant results. **Results of the research.** Analysis and processing of large arrays of information in the field of military command management in a state of emergency should be carried out in an automated mode on the basis of a distributed software environment based on the principles of ontologies. Ontological systems, as a result of the inverse mapping of natural systems, provide the correct aggregation of various thematic processes through the formation of a structured set of information objects-concepts of the subject area, which are defined as a single type of data. The ontological representation of the contexts of units-concepts provides their integrated use in the process of solving complex tasks by the governing bodies of the command in a state of emergency. One of the constructive ways to integrate information resources as passive knowledge systems is to activate their concepts based on the process of forming thematic ontologies and combining these ontologies by building an ontology of the choice problem over them. The uniqueness of the ontology of the choice problem to any homotopy type allows to build the procedure of integration of information resources on the basis of a binary partial order relation. The partial order relation allows to reflect in an integrated way interaction of contexts of the notion-concepts defining subjects of information resources. The contradiction between the increase in the amount of information needed for decision-making in the field of management of interdepartmental critical systems and the constant requirement to reduce the time for its processing in the information-analytical systems has been resolved.

Keywords: information-analytical system; ontology; taxonomy; many tautologies; partial order binary relation.