

В. Ф. Гречанінов

Інститут проблем математичних машин і систем НАН України
пр. Академіка Глушкова, 42, 03187 Київ, Україна

Онтологічний підхід до організації інформаційної взаємодії наявних і створених автоматизованих систем у Міністерстві оборони та Збройних Силах України

Для підвищення реальних спроможностей ЗС України велике значення має створення та використання інформаційних та автоматизованих систем управління. Мета статті — вивчити доцільність застосування онтології для забезпечення інформаційної взаємодії автоматизованих систем (АС) Міністерства оборони України та Збройних Сил України. Для цього проведено аналіз розробки інформаційних моделей, на основі яких можуть бути створені засоби конвертації форматів даних при інформаційному обміні. Наведено описи моделі предметно-орієнтованої онтології та алгоритмів роботи функцій з управління основними сутностями онтології. Представлено загальну схему семантичної моделі взаємодії різномірних АС. Запропоновано використання внутрішніх форматів інтеграційної шини для проміжної конвертації даних при їхньому обміні між різними АС. Розглянуту модель предметно-орієнтованої онтології в автоматизованих інформаційних системах збору, обробки і аналізу різномірних даних запропоновано для врахування та використання при розробленні системи, що забезпечить взаємодію АС DRMIS і C4ISR.

Ключові слова: інформаційна взаємодія автоматизованих систем, моделі онтології, інтеграційна шина.

Вступ

На даний час у Міністерстві оборони України (МОУ) та Збройних Силах України (ЗСУ) використовуються не комплексні автоматизовані системи (моно-системи, які є закінченими програмно-апаратними комплексами), що створюють єдине інформаційне середовище управління спроможностями військ (сил), а більш

дешеві в розробці та експлуатації комплекси вузькопрофільних автоматизованих систем (АС).

Питання взаємодії автоматизованих систем на сьогоднішній день дуже актуальні. Рішення загальних управлінських завдань, що стоять перед підрозділами МОУ, вимагає комплексної взаємодії різнорідних АС, основним видом якого є інформаційна взаємодія.

Проблема інформаційної взаємодії АС спеціального призначення (СП), тобто Міністерства оборони та Збройних Сил України, чітко видима навіть з урахуванням абсолютних переваг реалізації ідеї дроблення автоматизованих систем за функціональним призначенням. Ця проблема обґрунтована також і тим, що, з огляду на специфіку функцій підрозділів МОУ та ЗСУ, їхні АС частково дублюють функції одна одної, використовуючи в ряді випадків одні й ті ж вихідні дані та виробляючи ідентичні результати. При цьому застосовуються різні механізми обробки інформації, її класифікації і кодування.

Забезпечення інформаційної взаємодії різнорідних автоматизованих систем МОУ та ЗСУ є важливим і досить складним завданням.

Вирішення цієї проблеми має велике значення, так як з розвитком інформаційних технологій розробники АСУ, прагнучі максимально задовольнити інформаційні потреби замовника, впроваджують все нові та нові методи обробки даних. На практиці це призводить до того, що бази даних, серед яких до недавнього часу вважалися найбільш прагматичними реляційні бази, не можна більше визнавати єдиною можливим і найбільш ефективним засобом зберігання і обробки даних. Усе більшого поширення набувають XML- і RDF-бази даних, а також комплексні сховища, що поєднують всі перераховані типи баз даних [1]. Одним із перспективних методів є формування єдиного інформаційного простору у вигляді взаємопов'язаних розподілених АС,

На практиці в більшості випадків розробкою профільних АС займалися і займаються незалежні підприємства-розробники. При підготовці технічних завдань на автоматизацію, фахівці, що їх пишуть, майже не користуються рекомендаціями Системного проекту Єдиної автоматизованої системи управління (ЄАСУ) ЗСУ. Єдині вимоги з інформаційної взаємодії не вироблені, і тому добитися повної уніфікації стандартів і протоколів обміну даними поки що часто не представляється можливим. Проте, в ході роботи, особі, що приймає рішення, або керівному органу (департаменту, управлінню) для вироблення керуючих впливів необхідно спиратися на результати комплексного аналізу різнорідної інформації.

Одним із найбільш перспективних напрямків вирішення проблеми інформаційної взаємодії різнорідних АС є створення та використання онтологій.

Мета роботи — реалізація онтологічного підходу для організації інформаційної взаємодії забезпечення автоматизованих систем МОУ і ЗСУ.

Сутність онтологічного підходу

Як можливий підхід до вирішення зазначеної проблеми пропонується створення універсальної інформаційно-аналітичної структури, програмна платформа якої надавала би користувачеві (тобто споживачеві інформаційної послуги) можливість доступу до різних видів інформації і навіть до результатів її попереднього машинного аналізу безвідносно до її природи, способам зберігання і обробки. За-

значені властивості даної інформаційної платформи дозволяють запропонувати новий підхід до організації взаємодії АСУ, заснований на використанні особливого різновиду баз знань, що називається онтологією.

Комп'ютерна семантика розкривається математичним апаратом дескрипційних логік (наприклад, ЕL-логіки), який є розвитком стандартної семантики Тарського (логіки першого порядку). До переваг ЕL-логіки можна віднести достатню для обробки машинних суджень виразність, а також збіжність обчислювальних алгоритмів за кінцеву (зазвичай — поліноміальну) кількість ітерацій [2, 3].

Зазначені властивості забезпечують можливість формування і обробки запитів до онтології на основі програмного механізму логічного висновку [4].

Суть онтологічного підходу при вирішенні проблеми організації інформаційної взаємодії різнорідних АСУ полягає у створенні універсальних, крос-платформних інформаційних структур, які використовують семантичні метаописи даних, як власних, так і надбудов до вже існуючих різнорідних інформаційних масивів, у тому числі до баз даних різних архітектур.

Програмні комплекси розробки онтологій володіють можливістю створення процедур логічного висновку, тобто отримання машинним способом нових (неявних) знань на підставі наявних (встановлених, уже доведених) фактів і відносин між ними. Це дозволяє автоматизувати процедури семантичного (смыслового) аналізу наявної інформації і дає можливість вироблення попередніх рекомендацій на прийняття управлінських рішень.

Однією з основних переваг онтологічного підходу можна визначити можливість як апріорного, так і апостеріорного аналізу прийнятих рішень, що дає змогу постійно розширювати базу логічного висновку онтології. Це дозволяє накопичувати, систематизувати і, головне, пропонувати в автоматизованому режимі найбільш ефективні управлінські впливи для вирішення певних інформаційних завдань.

В основу запропонованого підходу доцільно покласти методіку створення та використання онтології для інтеграції реляційних баз даних, запропоновану в роботі [5].

У роботі [5] на прикладі інформаційного об'єднання двох віддалених одна від одної і працюючих під управлінням різних СУБД баз даних демонструється результативність онтологічного підходу. При цьому слід зазначити, що застосування для вказаних цілей онтологічного підходу дає можливість інтеграції різнорідних інформаційних ресурсів, включаючи нереляційні бази даних.

Безсумнівною перевагою застосування семантичного підходу як інтегруючого інструменту для деяких різнорідних автоматизованих систем бачиться можливість надбудовувати онтологію над уже розробленими інформаційними комплексами. Онтологічний підхід дозволяє значною мірою здешевити процес розробки програмного комплексу, робота якого також спрямована на підтримку прийняття рішення, виходячи з аналізу різнорідної інформації.

На рис. 1 представлено варіант концептуальної схеми застосування онтологій для організації інформаційної взаємодії АСУ СП.

У даному випадку реалізовано гібридний спосіб взаємодії онтологій, який має на увазі наступне: кожна з наявних або запланованих для МОУ та ЗСУ АСУ відповідають *m* онтологічним моделям опису їхніх предметних областей. При досить великій кількості пов'язаних систем логічно уникати варіанта створення все-

редині кожної окремої онтології описів для інших взаємодіючих систем. Гранично їхня кількість однакова. Це може призвести до необхідності створення описів взаємодії, що буде нераціональним з позицій розробки та використання обчислювальних ресурсів у ході експлуатації. Для того, щоб уникнути подібної ситуації, можливо створити ще одну онтологічну модель, яка буде об'єднувати їх і описувати в термінах дескриптивної логіки механізми логічного висновку (взаємодії) автоматизованих систем.

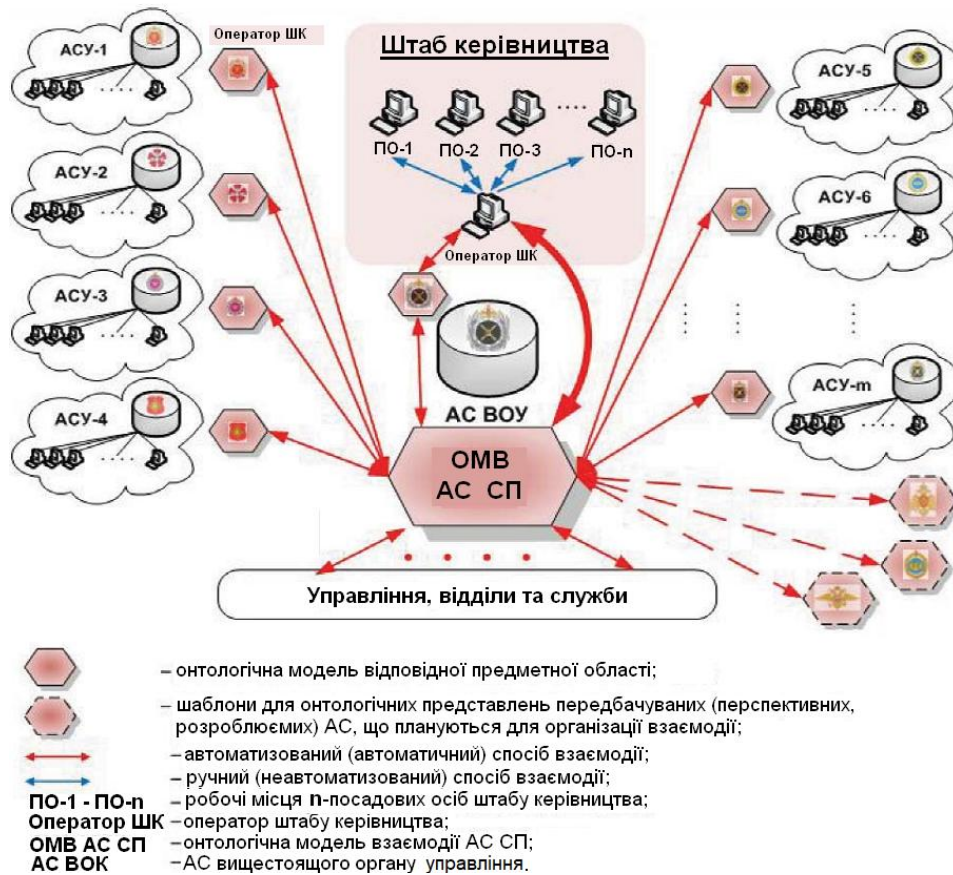


Рис.1. Схема застосування онтологій для організації інформаційної взаємодії АСУ СП

У роботі [7] під онтологією розуміється трійка вигляду $O = \langle C, R, F \rangle$, де C — кінцева множина концептів; R — кінцева множина відносин між концептами; F — кінцева множина функцій інтерпретації, заданих на концептах і/або відносинах.

Структурно онтологія складається з двох частин.

Першою є набір понять предметних областей, званий «А-Вох», який є аналогом таблиць даних у базах даних. Друга частина називається «Т-Вох» і являє собою опис взаємозв'язків між поняттями. Саме Т-Вох містить логіку відносин об'єктів предметної області. Крім того, онтологія має невластивий для баз даних елемент штучного інтелекту, званий механізмом логічного висновку, який дає можливість отримувати нові знання при аналізі існуючих понять і логіки їхніх відносин [8]. Це дозволяє автоматизувати процедури семантичного (сислового)

аналізу наявної інформації, що дає обчислювальній машині можливість вироблення попередніх рекомендацій для формування управляючих впливів.

Про перспективність і практичну можливість онтологічного підходу бути реалізованим для вирішення проблеми інформаційної взаємодії різнорідних АС свідчить також той факт, що на сьогоднішній день є стандартизованим ряд мов розробки онтологій — OWL (Web Ontology Language) і SWRL (Semantic Web Rule Language) [9, 10], а також специфікації мов відображення DM (Direct Mapping) і R2RML (Relational DataBase to Resource Description Framework Mapping Language) [11].

Запропонована реалізація онтологічного підходу для організації інформаційної взаємодії

Можливості реалізації онтологічного підходу для організації інформаційної взаємодії дозволяють вирішувати завдання інтеграції баз даних, що містяться в різнорідних АС. Незважаючи на те, що створення запитів до різних реляційних баз даних саме по собі не є технічно складним завданням, практична реалізація механізму їхньої інтеграції за допомогою відображення в онтологічній конструкції служить яскравим підтвердженням життєздатності онтологічного підходу. Застосування онтологій відкриває перспективи інтеграції не тільки реляційних, а й нереляційних баз даних.

Розглядаючи інформаційні можливості кожної з інтегрованих АС, необхідно встановити, що крім рішення певного кола завдань за призначенням, кожна система має певний потенціал для свого розвитку. Це дає можливість класифікувати програмно-інформаційні засоби, наявні в розпорядженні користувача, у відповідності з наступними ознаками, що стосуються їхньої програмної реалізації: рівень завдань; рівень сервісів; рівень даних.

Завданням T_i запропоновано вважати закінчений програмний блок АС, що дозволяє отримати як відповідь на запит (оператора або системи) формалізований документ встановленого зразка.

Сервісом S_j будемо вважати набір інформаційних послуг, а також набори даних, що формуються АС на підставі запитів користувача або системи, якщо ці запити не були попередньо визначені керівними документами як стандартні завдання, або якщо видається відповідь, яка представлена у формі, що відмінна від встановленої.

Представниками рівня даних D_k будемо вважати вихідні дані для вирішення завдань в АС (значення полів класифікаторів, цифрові зображення, набори координат тощо).

Таким чином, можна формально визначити:

— множину завдань T_M (M — кількість АС), де для m -ї АС є $i(m)$ реалізованих у ній завдань.

Множина завдань визначається як $T_{m.I(m)}$, де $I(m) = \{\{1, \dots, i(1)\}; \dots; \{1, \dots, i(m)\}\}$, $m = 1, \dots, M$;

— множину сервісів S_M , де для m -ї АС буде описано число $j(m)$ сервісів, що надаються системою, яке визначається як $S_{m.J(m)}$, де $J(m) = \{\{1, \dots, j(1)\}; \dots; \{1, \dots, j(m)\}\}$, $m = 1, \dots, M$;

— множину даних D_M , де для m -ї АС буде описано число $k(m)$ оброблюваних системою елементарних видів даних, яке визначається як $D_{m.k(m)}$, де $K(m) = \{\{1, \dots, k(1)\}; \dots; \{1, \dots, k(m)\}\}$, $m = 1, \dots, M$.

Для формування семантичної моделі предметної області взаємодії різнорідних АС необхідно ввести метаопис сутностей рівнів програмної реалізації, а також ввести поняття відносин семантичної моделі.

Відносини об'єктів R_M семантичної моделі служать в онтологіях для формування базису логічного висновку. Логічний висновок дозволяє програмному ядру онтології, або резонеру (від англ. Reasoner), виробляти автоматизовані міркування. Об'єкти онтології, які мають відношення між собою, кількість відносин між об'єктами, властивості відносин (наприклад, «є дочірніми», «поставляється з», «має шифр», «межує з акваторією» тощо) і особливості («кардинальність», «кількість», «винятковість», «розділеність» тощо) визначаються в процесі моделювання предметної області, виходячи з наявності смислових зв'язків між об'єктами в контексті розглянутих задач.

Метаописи O_m є атрибутами всіх інформаційних сутностей (об'єкти, суб'єкти, екземпляри, класи, підкласи, зв'язки, властивості) семантичної моделі. Вони служать для визначення та розширення бази логічного висновку онтології. Як і у випадку з відносинами, важко говорити заздалегідь про необхідну кількість екземплярів даної категорії. У загальному вигляді семантичну модель взаємодії різнорідних АС схематично можна представити у вигляді, показаному на рис. 2.

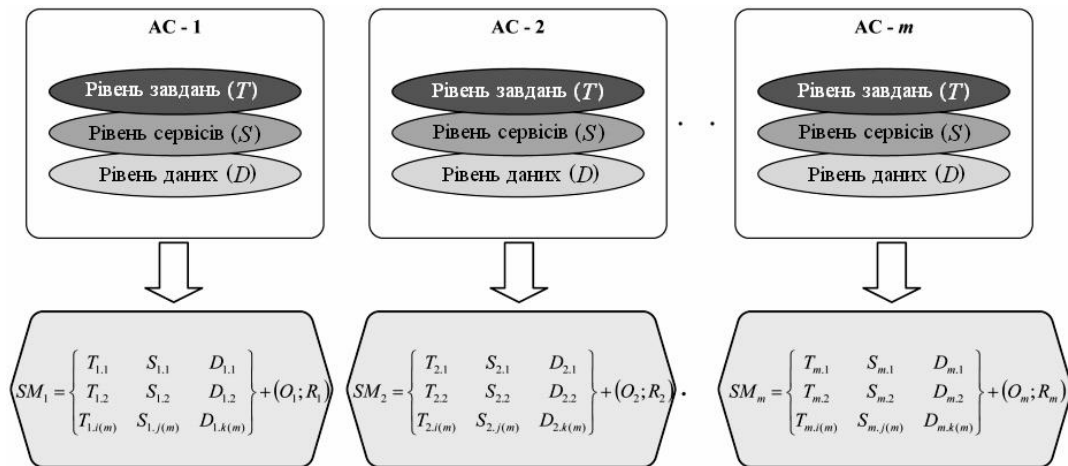


Рис. 2. Семантична модель взаємодії різнорідних АС

Формально в загальному вигляді представлену семантичну модель опису предметних областей різнорідних АС з урахуванням введених вище позначень можна записати в такий спосіб: $SM_M = \langle T_M, S_M, D_M, O_M, R_M \rangle$.

Опис моделі предметно-орієнтованої онтології

Онтології набули широкого поширення в рішенні проблем подання знань та інженерії знань, семантичної інтеграції інформаційних ресурсів, інформаційного пошуку та багатьох інших областей.

На даний час в основному розвиваються такі типи онтологій: предметно-орієнтовані (Domain-oriented), орієнтовані на прикладну задачу (Task-oriented), загальні онтології (Top-level ontologies).

Предметно-орієнтована онтологія — це концептуалізація світу для об'єктів, їхніх якісних характеристик, відмінних рис, тощо для даної предметної області. Поняття є прийнятою в даній предметній області термінологією.

Формально визначимо розглянуту предметно-орієнтовану онтологію наступним чином:

$$O = \langle C, I, E, L, Fext, Fmd, Fs, Fint \rangle,$$

де C — набір категорій (класів об'єктів, понять) єдиного інформаційного простору;

I — набір інформаційних ресурсів, які описуються різними категоріями;

E — уніфікований обмінний формат єдиної моделі даних, який дозволяє формально описати всі види різнорідних інформаційних ресурсів;

L — набір зовнішніх форматів представлення даних з успадкованих систем;

$Fext(Li) \rightarrow E$ — функція перетворення даних із зовнішніх форматів в уніфікований формат єдиної моделі даних;

$Fmd(E) \rightarrow I$ — функція перетворення даних з обмінного формату в набір інформаційних ресурсів;

$Fs(It) \rightarrow I$ — функція пошуку необхідних інформаційних ресурсів (I), які відповідають заданим пошуковим критеріям (It);

$Fint(Ii) \rightarrow Ij$ — функція інформаційного обміну вузлів розподіленої АС.

Інформаційний обмін — інформаційна взаємодія двох і більше вузлів АС, при якому одиницею передачі даних є інформаційне повідомлення спеціальної структури в обмінному форматі. В основі цієї структури та формату лежать поняття атрибутів, категорій та інформаційних ресурсів. Невід'ємною властивістю інформаційного обміну є гарантованість доставки інформаційних повідомлень одержувачу.

Опис алгоритмів роботи функцій з управління основними сутностями онтології

До складу моделі предметно-орієнтованої онтології єдиного інформаційного простору збору, обробки та аналізу різнорідних даних входять різні сутності або елементи, а також набір функцій з управління цими сутностями:

1) функція перетворення даних із зовнішніх форматів в уніфікований обмінний формат єдиної моделі даних ($Fext(Li) \rightarrow E$);

2) функція перетворення даних з обмінного формату у набір інформаційних ресурсів ($Fmd(E) \rightarrow I$);

3) функція пошуку інформаційних ресурсів відповідно до заданих критеріїв ($Fs(It) \rightarrow I$);

4) функція інформаційної взаємодії вузлів розподіленої АС ($Fint(Ii) \rightarrow Ij$).

На рівні АС кожна із цих функцій повинна бути представлена набором програмних модулів, які реалізують їхні алгоритми. Необхідно відзначити, що це

тільки ті функції, які забезпечують базові можливості типової АС. У реально діючих АС перелік цих функцій буде більш широким.

Функції $Fext(Li) \rightarrow E$ та $Fmd(E) \rightarrow I$ можуть бути реалізовані у вигляді перетворювача з магазинною пам'яттю на основі математичного апарату теорії формальних граматики.

Функція ($Fint(Li) \rightarrow Ij$) отримує на вхід набір інформаційних ресурсів, які потрібно передати одержувачу. При цьому в якості одного із атрибутів, що входять до категорії інформаційного ресурсу, входить адреса відправника та одержувачів. Функція здійснює аналіз адрес одержувачів і за допомогою платформи інформаційної взаємодії (яка в даному випадку грає роль маршрутизуючої інфраструктури) виробляє доставку наборів інформаційних ресурсів на цільові вузли.

В основі роботи даної функції лежать наступні основні вимоги:

- 1) наявність єдиних правил адресування суб'єктів і об'єктів АС;
- 2) узгодження змісту інформаційного та інформаційно-лінгвістичного забезпечення окремих об'єктів АС;
- 3) підтримання їх в актуальному стані в масштабі часу, що є близьким до реального;
- 4) гарантоване доведення інформаційних ресурсів до споживачів, у тому числі в умовах «нестабільних» каналів зв'язку.

Структурну схему алгоритму роботи функції інформаційної взаємодії вузлів розподіленої АС ($Fint(Li) \rightarrow Ij$) представлено на рис. 3.

Крок 1. Отримання від викликаючої функції (наприклад, функції пошуку $Fs(It) \rightarrow I$), набору переданих інформаційних ресурсів, аналіз адрес одержувачів, їхнє зіставлення з зареєстрованими в системі адресатами. Вибирається черговий адресат, якщо він доступний (канали зв'язку знаходяться в працездатному стані) — перехід на крок 2. В іншому випадку перевірка доступності виконується для наступного адресата в списку до тих пір, поки не будуть оброблені всі адресати.

Крок 2. Формування еталонної контрольної суми переданого пакета та його доставка каналами зв'язку.

Крок 3. Очікування відповіді від адресата про одержання переданого пакета. Передбачається, що адресат повинен відправити відповідь тільки у разі успішного отримання пакета та збігу еталонної і обчисленої контрольних сум. Якщо відповіді від адресата не отримано та перевищено поріг очікування відповіді — перехід на крок 2. Якщо відповідь отримано — передача пакета наступному адресату.

Кроки 2 і 3 виконуються для всіх зазначених адресатів. При цьому їхнє виконання здійснюється в асинхронному режимі.

Крок 4. Завершення роботи та передача управління до функції, яка раніше викликала функцію інформаційної взаємодії.

Таким чином, алгоритм (рис. 3) забезпечує гарантоване доведення інформаційних ресурсів до відповідних адресатів.

Функція пошуку ($Fs(It) \rightarrow I$) реалізована таким чином, щоб забезпечити розподілений пошук необхідних інформаційних ресурсів на всіх вузлах АС з урахуванням дискреційних прав доступу користувачів. На рис. 4 представлено структурну схему алгоритму роботи цієї функції.

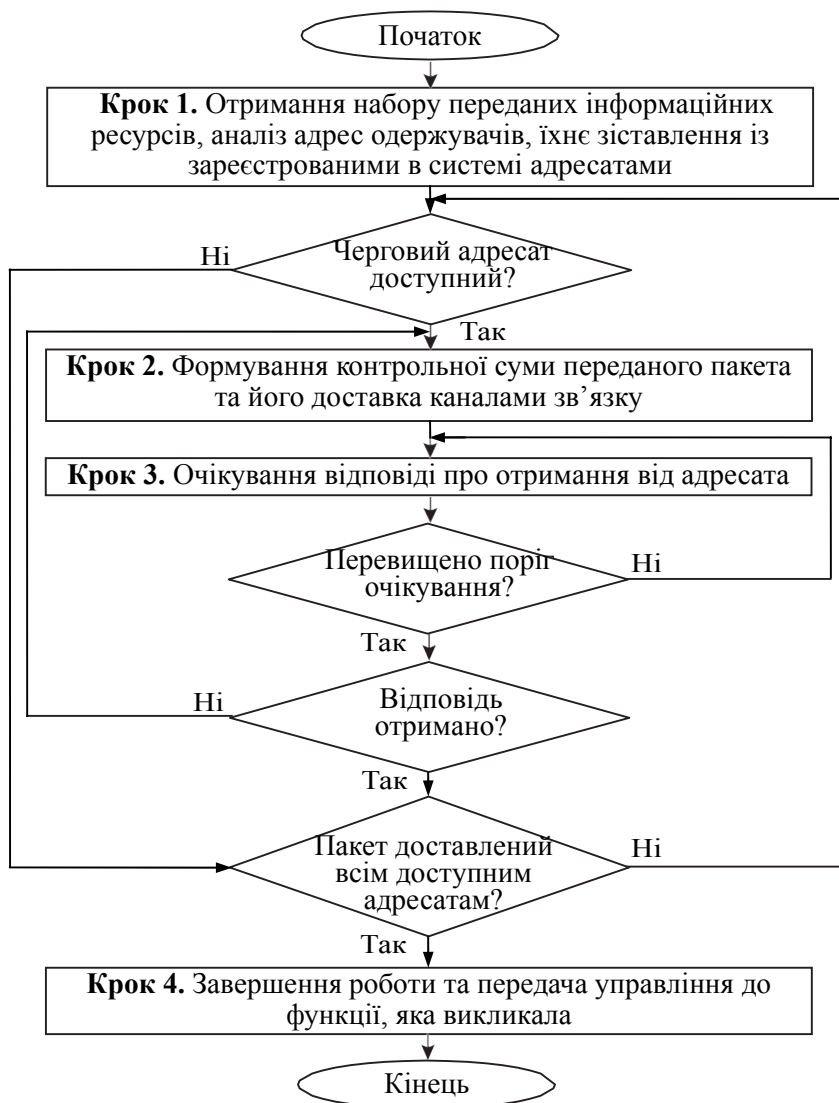


Рис. 3. Схема алгоритму роботи функції інформаційної взаємодії вузлів розподіленої АС

Крок 1. Формування пошукових критеріїв у вигляді еталонного інформаційного ресурсу *It*. Пошукові критерії описуються споживачем. Функція агрегує ці критерії у вигляді набору значень атрибутів, що входять до категорії еталонного інформаційного об'єкта.

Крок 2. Пошук необхідної інформації (пошукових інформаційних ресурсів) у базі даних поточного (локального щодо споживача) вузла АС. При цьому відбувається визначення повноважень користувача (дискреційних прав доступу). Крім того, за замовчуванням вважається, що користувач не має прав на потенційно пошуковий інформаційний ресурс, якщо явно не вказано інше. Далі відбувається генерація SQL-запитів до таблиць бази даних, в яких зберігаються інформаційні ресурси. Результатом виконання SQL-запитів є проміжний набір інформаційних ресурсів, які відповідають запиту користувача.

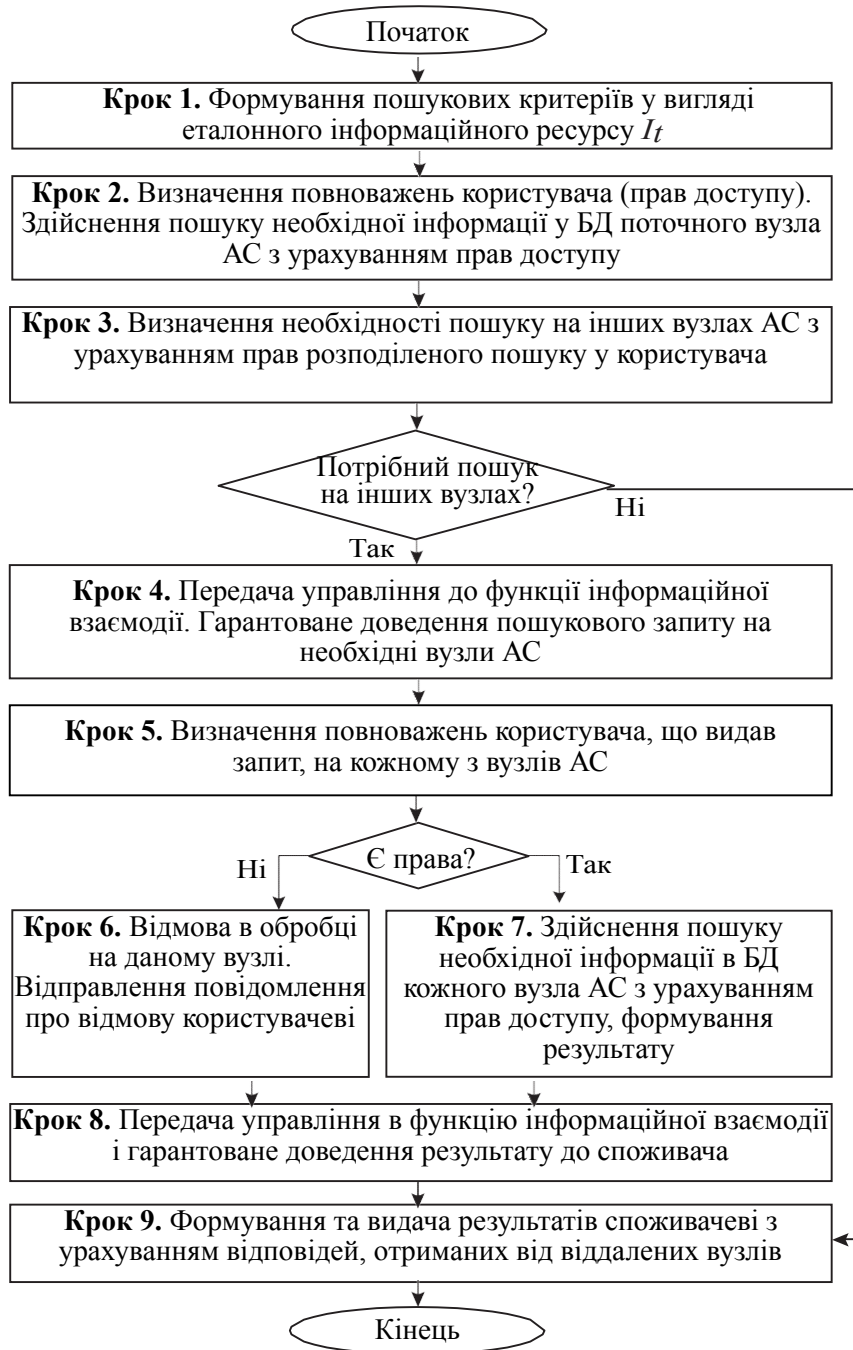


Рис. 4. Схема алгоритму роботи функції пошуку інформаційних ресурсів

Крок 3. Визначення необхідності пошуку на інших вузлах АС з урахуванням прав розподіленого пошуку у користувача. При цьому, якщо приймається рішення про відсутність необхідності пошуку на віддалених вузлах, то сформований на попередньому кроці проміжний набір інформаційних ресурсів передається на крок 9, де формується остаточна відповідь користувачеві. В іншому випадку управління передається на крок 4.

Крок 4. Передача сформованого на першому етапі еталонного інформаційного ресурсу It до функції інформаційної взаємодії ($Fint(Ii) \rightarrow Ij$), яка здійснює його гарантоване доведення до всіх необхідних вузлів АС.

Крок 5. Аналіз повноважень користувача, що видав запит, на всіх вузлах АС, на які був доставлений еталонний інформаційний ресурс It . При цьому за замовчуванням вважається, що користувач не має прав на потенційно пошуковий інформаційний ресурс, якщо явно не вказано інше. Крім того, якщо користувачеві явно не видані повноваження на пошук на даному вузлі, то відбувається перехід на крок 6. В іншому випадку — перехід на крок 7.

Крок 6. Формування відмови від виконання пошуку на поточному віддаленому вузлі, формування порожнього набору інформаційних ресурсів як результуючої відповіді.

Крок 7. Генерація SQL-запитів до таблиць бази даних, в яких здійснюється зберігання інформаційних ресурсів. Результатом виконання SQL-запитів є проміжний набір інформаційних ресурсів, які відповідають запиту користувача.

Крок 8. Передача сформованого проміжного набору інформаційних ресурсів в функцію інформаційної взаємодії ($Fint(Ii) \rightarrow Ij$), яка здійснює його гарантоване доведення до споживача.

Крок 9. Очікування завершення роботи функції інформаційної взаємодії, яка повинна доставити відповіді від усіх віддалених вузлів, де здійснювався пошук. Після цього з урахуванням отриманих відповідей, а також проміжного набору інформаційних ресурсів, сформованих на другому кроці, видається результат пошуку споживачеві.

Розглянута модель предметно-орієнтованої онтології в АС збору, обробки та аналізу різнорідних даних пропонується для врахування та використання при розробленні системи, що забезпечить взаємодію АС DRMIS і C4ISR.

Онтологія інформаційної взаємодії систем DRMIS і C4ISR

На сьогоднішній день найважливішими завданнями для України є оборона держави та стан її Збройних Сил. Особливого значення набуває ця проблема при визначенні реальних спроможностей підрозділів ЗСУ до виконання поставлених завдань і на їхній основі планування оборонного замовлення. Неабияке значення для розв'язання цієї проблеми має створення та використання інформаційних та автоматизованих систем управління.

Аналізуючи стан наявних діючих інформаційних систем у ЗСУ, можна сказати, що всі вони створені в різний час, здебільшого не пов'язані між собою та функціонують окремо одна від одної. Це стосується, насамперед, інформаційних систем управління оборонними ресурсами DRMIS (Defense Resource Management Information System) та систем оперативного (бойового) управління, зв'язку, розвідки та спостереження C4ISR (Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance, Reconnaissance — Управління, Контроль, Зв'язок, Комп'ютери, Інтелект, Спостереження, Розвідка).

Системи DRMIS і C4ISR, які впроваджені та функціонують у Збройних Силах України, створювалися у різний час, за різними проектами, та працюють, здебільшого, окремо, незалежно одна від одної. Однак, незважаючи на це та беру-

чи до уваги важливість створення єдиного інформаційного простору ЗСУ, забезпечення інформаційної взаємодії між цими системами стає не тільки доцільним, а й все більш необхідним. Особливого значення така необхідність набуває для оцінки спроможностей підрозділів ЗСУ до виконання завдань і планування оборонного замовлення.

Першим кроком при вирішенні задачі створення та забезпечення інформаційної взаємодії між системами DRMIS і C4ISR є забезпечення їхньої інформаційної сумісності. Сумісність інформації інформаційно-несумісних систем досягається шляхом використання проміжних, внутрішніх форматів інтеграційної шини, у які конвертується інформація із систем-постачальників «на вході» до інтеграційної шини, та з яких зворотно конвертується інформація «на виході» з інтеграційної шини до систем-одержувачів інформації.

Простим текстовим форматом для передачі даних є, безперечно, формат XML, за допомогою якого можна передавати структури даних і самі дані.

Що стосується структури даних, то слід зазначити, що хорошим прикладом для цього є модель даних, що застосовується у програмі багатосторонньої взаємодії країн-учасниць НАТО — MIP (Multilateral Interoperability Programme). Модель MIP JC3IEDM (Joint Command, Control and Consultation Information Exchange Data Model — об'єднана модель даних з обміну інформацією для управління, контролю та консультування) створена для забезпечення зв'язку між системами класу C2 (Command and Control) [13]. Загальна мета MIP JC3IEDM (стандарт НАТО STANAG 5525) полягає в тому, щоби при проведенні спільних операцій забезпечити міжнародну сумісність інформаційних систем на всіх рівнях управління від корпусу до батальйону. Стандарт MIP JC3IEDM передбачає, що при розробці моделей даних, які складають основу для воєнних баз даних, застосовується єдиний підхід для опису інформації, якою потрібно обмінюватись із зовнішніми органами командування і управління.

Хоча стандарт MIP JC3IEDM був розроблений для забезпечення інформаційної взаємодії при проведенні бойових операцій, і, за деяким виключенням, його можна використовувати також і для мирних цілей, оскільки основні об'єкти, що використовуються у збройних силах держав, їхні типи, значення, характеристики та способи зв'язку між ними у стандарті досить детально прописані. Але треба взяти до уваги, що правила опису об'єктів також прописані і є стандартними. Це, зокрема, використання нотації IDEF1X [14] для опису об'єктів моделей баз даних, застосування міжнародного алфавіту IRA (International Reference Alphabet — Міжнародний довідковий алфавіт) для їхніх назв і правила найменувань об'єктів [15].

Принципи побудови онтології інформаційної взаємодії систем DRMIS та C4ISR

Однією із головних цілей побудови інформаційної взаємодії систем управління оборонними ресурсами DRMIS і систем оперативного (бойового) управління C4ISR є забезпечення процесів підтримки прийняття рішень щодо набуття спроможностей підрозділів ЗСУ до виконання поставлених завдань, а саме, бойових операцій.

З боку систем DRMIS — це управління особовим складом, організаційною структурою, оборонним плануванням, забезпечення матеріалами, технікою, медичним та іншими видами.

Основні шляхи набуття спроможностей підрозділами ЗСУ можна окреслити наступним чином.

Для систем DRMIS — це облік наявних оборонних ресурсів і забезпечення ними, облік особового складу, облік дислокації військ та ін.

Для систем C4ISR — це планування застосування ЗСУ, вирахування наявності та визначення укомплектованості і потреб у оборонних ресурсах.

Планування застосування та управління ЗСУ, управління оперативним (бойовим) забезпеченням, моделювання проведення операцій, управління всебічним забезпеченням (військова логістика) та ін.

Згідно з таким розподілом, до складу даних інформаційної взаємодії між системами DRMIS і C4ISR повинні бути залучені дані про штатний розподіл, фактичну наявність, укомплектованість та потребу у забезпеченості:

- особовим складом відповідної кваліфікації;
- основними системами озброєння та військової техніки;
- матеріальними та технічними запасами;
- відповідною інфраструктурою розгортання та базування військ.

Структури стандарту MIP JC3IEDM загалом дозволяють формувати опис таких даних. Ґрунтуючись на стандарті MIP JC3IEDM, онтологію інформаційної взаємодії систем DRMIS і C4ISR можна представити, як таксономію класів і підкласів предметної області взаємодії і відносин між ними.

До моделі даних, що застосовується для внутрішнього формату взаємодії, входять чотири класи (зі своїми підкласами), що є підкласами класу OBJECT (військові об'єкти) та описують сутності (Thing) предметної області взаємодії. Це класи: ORGANISATION (Організації); PERSONNEL (Особовий склад); MATERIEL (Техніка, озброєння та запаси); FACILITY (Об'єкти інфраструктури). Сутності ADDRESS (Адреса), LOCATION (Місце знаходження), CAPABILITY (Спроможності), ESTABLISHMENT (Композиція об'єктів) застосовуються для опису характеристик основних класів і їхніх підкласів. Класи Capability_C4ISR (Набуття спроможностей C4ISR) та DRMIS_Staffist (Планування оборонних спроможностей) використовуються для описів даних систем-постачальників і систем-отримувачів.

Висновки

Для вирішення проблеми забезпечення інформаційної взаємодії різнорідних автоматизованих систем МО України та ЗС України пропонується створення на базі онтології універсальної інформаційно-аналітичної структури, яка надавала би можливість доступу до різних видів інформації. Розробка онтологій також дозволяє автоматизувати процедури семантичного (смыслового) аналізу наявної інформації та, у перспективі, вироблення попередніх рекомендацій для прийняття управлінських рішень.

Сумісність інформації систем DRMIS і C4ISR може досягатися шляхом використання проміжних, внутрішніх форматів інтеграційної шини, в які конвертується інформація з систем-постачальників «на вході», і з яких зворотно конвертує-

ться інформація «на виході» з інтеграційної шини до систем-одержувачів інформації.

Гарним прикладом моделі предметно-орієнтованої онтології, яка рекомендується як основа для подальшої роботи, є об'єднана модель даних з обміну інформацією для управління, контролю та консультування MIP JC3IEDM, що застосовується в програмі багатосторонньої взаємодії країн-учасниць НАТО.

Реалізація інформаційної взаємодії систем управління оборонними ресурсами DRMIS і систем оперативного (бойового) управління C4ISR дозволить автоматизувати такі задачі як, наприклад, облік наявних оборонних ресурсів і забезпечення ними, облік особового складу, управління забезпеченням, моделювання проведення операцій, тим самим забезпечити та прискорити процеси підтримки прийняття рішень щодо набуття спроможностей підрозділів ЗС України до виконання поставлених завдань.

1. Котенко И.В., Саенко И.Б., Полубелова О.В. Перспективные системы хранения данных для мониторинга и управления безопасностью информации. Труды СПИИРАН. 2013. Вып. 2(25). С. 113–134.
2. Колесова А.О., Наместникова А.М. Интеграция реляционных данных на основе онтологического подхода. Четырнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2014 (24–27 сентября 2014 года, г. Казань, Россия): Труды конференции. Т. 3. Казань: Изд-во РИЦ «Школа», 2014. С. 146–154.
3. Среда Описания Ресурса (RDF): Понятия и Абстрактный Синтаксис. W3C Рекомендация от 10 Февраля 2004. URL: http://www.w3.org/2007/03/rdf_concepts_ru
4. Конев Б.Ю. Онтология и представление знаний. URL: <http://www.lektorium.tv/speaker/2680>
5. R2RML: RDB to RDF Mapping Language. W3C Proposed Recommendation 14 August 2012, URL: <http://www.w3.org/TR/2012/PR-r2rml-20120814>
6. Лапшин В.А. Онтологии в компьютерных системах. Москва: Научный мир, 2010. 224 с.
7. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. Санкт-Петербург: Издательский дом «Питер», 2001. 384 с.
8. Тузовский А.Ф., Чириков С.В., Ямпольский В.З. Системы управления знаниями (методы и технологии). Томск: Изд-во НТЛ, 2005. 260 с.
9. OWL 2 Web Ontology Language Document Overview (Second Edition). W3C Recommendation 11 December 2012, viewed 30 September 2014. URL: <http://www.w3.org/TR/owl2-overview>
10. SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML. W3C Member Submission 21 May 2004, viewed 30 September 2014. URL: <http://www.w3.org/Submission/SWRL>, свободный.
11. R2RML: RDB to RDF Mapping Language. W3C Proposed Recommendation 14 August 2012, viewed 30 September 2014. URL: <http://www.w3.org/TR/2012/PR-r2rml-20120814>
12. Кулинич А.А. Концептуальные «каркасы» онтологий в поддержке принятия решений в условиях неопределенности. URL: <http://raai.org/resurs/papers/kii-2012/doclad/Kulinich.doc>
13. The Joint C3 Information Exchange Data Model. JC3IEDM Main v.3.1.4 (2012), URL: https://public.mip-interop.org/Public%20Document%20Library/04-Baseline_3.1/Interface-Specification/JC3IEDM/JC3IEDM-Main-3.1.4.pdf
14. Annex I. Summary of IDEF1X Data Modelling Methodology and Notation. JC3IEDM. IPT3 V3.1.4. URL: https://public.mip-interop.org/Public%20Document%20Library/04-Baseline_3.1/Interface-Specification/JC3IEDM/JC3IEDM-Annex%20I-Def1X-3.1.4.pdf
15. Annex H. Naming Conventions and Class Words. JC3IEDM IPT3 V3.1.4. URL: https://public.mip-interop.org/Public%20Document%20Library/04-Baseline_3.1/Interface-Specification/JC3IEDM/JC3IEDM-Annex%20H-Class%20words-3.1.4.pdf

Надійшла до редакції 06.12.2021