

О.О. Головін

Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки  
Збройних Сил України, Київ

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ ТРАНСДИСЦИПЛІНАРНИХ ОНТОЛОГІЙ В ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНІЙ СИСТЕМІ ПІДТРИМКИ ПРОЦЕСІВ ОСНАЩЕННЯ ОЗБРОЄННЯМ ТА ВІЙСЬКОВОЮ ТЕХНІКОЮ

У роботі показано доцільність здійснення автоматизованого інформаційно-аналітичного супроводження процесів підтримки прийняття рішень з питань оснащення озброєнням та військовою технікою керівництвом Міністерства оборони України та Збройних Сил України за допомогою відповідної інформаційно-аналітичної системи, яка побудована на основі використання інтелектуальних мережецентричних когнітивних сервісів. Функціонування загального інформаційно-аналітичного робочого середовища запропоновано здійснити на основі принципів трансдисциплінарності, що дозволить здійснювати обробку просторово розподіленої інформації різних типів. В основу онтологічної методології покладено об'єктно-орієнтований підхід, при якому предметна прикладна область представляється у вигляді сукупності об'єктів, взаємодія між якими може бути представлена за допомогою семантичного зв'язування висловлювань, тверджень та суджень.

**Ключові слова:** інформаційно-аналітична система, знання-орієнтований підхід, трансдисциплінарність, онтологічні моделі, предметна область, таксономія, задача раціонального вибору.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Основним завданням інформаційно-аналітичного забезпечення процесів оснащення і розвитку озброєння та військової техніки (ОВТ) є інформаційна підтримка прийняття рішень керівництвом Міністерства оборони (МО) України та Збройних Сил (ЗС) України за такими напрямками:

– обґрунтування оперативно-тактичних (тактико-технічних) вимог до зразків ОВТ та основних напрямів розвитку ОВТ видів ЗС України на середньострокову перспективу;

– науково-технічне супроводження робіт зі створення та модернізації ОВТ;

– аналіз стану ОВТ на всіх етапах життєвого циклу;

– розробка державних програм зі створення перспективних зразків ОВТ, а також обґрунтування варіантів оснащення ними військових формувань ЗС України;

– аналіз розвитку зразків ОВТ у провідних країнах світу;

– аналіз результатів науково-технічної діяльності установ Національної Академії наук (НАН) України щодо розробки нових технологій зі створення та удосконалення зразків ОВТ;

– оцінка спроможностей підприємств оборонної промисловості, що можуть бути залучені до створення і модернізації зразків ОВТ для потреб ЗС

України;

– оцінка результатів фінансової діяльності підприємств та установ, що залучаються до виробництва ОВТ для потреб ЗС України та стану договірної роботи у рамках державного оборонного замовлення;

– стандартизація та кодифікація зразків ОВТ, пошук ознак для ідентифікації зразків у системі державного експортного контролю та автоматизація формування відповідних висновків.

Автоматизоване інформаційно-аналітичне супроводження зазначених процесів можливо забезпечити шляхом використання інформаційно-аналітичної системи (ІАС), яка побудована на основі інтелектуальних мережецентричних когнітивних сервісів [1], що спроможні вирішувати задачі аналізу, оцінювання і вибору на основі інтегрованого використання необхідних інформаційних та розрахункових ресурсів з подальшим мережецентричним управлінням ними.

При цьому, передбачається, що зазначені ресурси мають значну кількість міждисциплінарних відношень та створені за допомогою різних інформаційних технологій і стандартів.

Такий підхід має забезпечити повномасштабне використання розподіленої інформації та корпоративних систем знань, які за змістом відображають дані про процеси оснащення і розвитку оборонних ресурсів, систем ОВТ ЗС України та циркулюють у структурних підрозділах МО України та ЗС Украї-

ни, підприємствах та установах оборонної промисловості, а також НАН України.

Важливим аспектом, який повинен бути врахований при створенні ІАС підтримки процесів оснащення і розвитку ОВТ (ІАС ППОП ОВТ) є реалізація функції формування бази знань тематичних завдань структурних підрозділів, які під'єднані до ІАС з відстеженням рівнів відповідності, якості та актуальності інформації, а також організація взаємодії та автоматизованого мережецентричного обміну даними між всіма учасниками, які залучені до процесів технічного оснащення ЗС України.

Найважливішим завданням для проектувальників і розробників розподілених мережевих ІАС підтримки прийняття рішень є забезпечення трансдисциплінарності досліджень – способу розширення наукового світогляду, який полягає в розгляді того чи іншого явища поза рамками якоїсь однієї наукової дисципліни [2].

Розробка механізмів забезпечення трансдисциплінарності забезпечує функціонування загального інформаційно-аналітичного робочого середовища, і є пріоритетним напрямком для задач інформаційної підтримки наукових та інших досліджень, особливо у великих комплексних проектах або у випадках, коли ресурси розподілені географічно внаслідок особливостей проблем, що вирішуються.

Найбільш загальною є трансдисциплінарність, яка ґрунтується на зусиллях формального взаємозв'язку розумінь окремих дисциплін, при якому забезпечується формування логічних мета-рамок [3].

Оскільки у ІАС використовуються великі масиви різномірних даних і знань доцільно для їх інтеграції застосувати онтологічні моделі, які явно описують їх семантику.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Особливості формувань нових знань достатньо повно розкриті у [4]. Деякі аспекти побудови мережецентричної системи підтримки процесів оснащення і розвитку ОВТ висвітлені у [5]. Разом з тим, у відомих публікаціях не відображені питання концептуальної побудови онтологічних мережевих ІАС підтримки прийняття рішень в галузі оснащення ОВТ.

**Мета статті** – сформулювати підходи щодо забезпечення обробки просторово розподілених даних та прийняття рішень стосовно технічного оснащення ЗС України в ІАС, яка побудована на принципах трансдисциплінарних онтологій.

## Виклад основного матеріалу

Методологія онтологічного моделювання процесів у різних предметних областях (ПрО) ґрунтується на конструктивному використанні наступних категорій – множини концептів, відношень, функцій інтерпретації і аксіом [6]. Побудова зазначених множин є трудомістким процесом, як за часом, так і

за кількістю залучених в процес проектування висококваліфікованих спеціалістів. Особливо трудомістким є ручне проектування онтологій, яке мало чим відрізняється від тематичного проектування експертних систем.

Вирішення проблеми створення ефективних інструментальних засобів підтримки процесів проектування онтології заданої ПрО, пов'язано усвідомленням парадигми комп'ютерних онтологій. В даний час відомо більше ста інструментальних програмних систем, але кількість комплексних програмних систем, що включають редактор онтологічних структур, автоматизоване складання онтологій ПрО, поверхневий семантичний аналіз текстових документів і т. п. обмежена.

При цьому, слід враховувати, що організація внутрішніх (комп'ютерних) структур даних визначає їх формат представлення і залежить від способу представлення онтологічних знань (логіка предикатів, фреймові моделі, дескриптивна логіка, концептуальні графи та ін.) [7].

При проектуванні ІАС необхідно визначитися з форматом представлення онтологій, який задає вид їх зберігання в бібліотеці, спосіб передачі онтологічних описів іншим споживачам і метод обробки її концептів.

В якості форматів можливо використання різних мов представлення онтологій, найбільш доцільними з яких є OWL, RDFS, або KIF [8].

Однією з найважливіших характеристик є функціонал редактора онтології, під яким розуміється множина надаваних користувачеві сервісів роботи з онтологічними структурами [9].

Для вирішення задач ІАС ППОП ОВТ набір функцій має забезпечувати:

- роботу з одним або декількома онтологічними описами (проектами) одночасно;
- графічний інтерфейс з користувачем;
- редагування онтології (створення, редагування, видалення концептів, відношень, аксіом та інших структурних елементів онтології);
- інкапсулювання онтологій в середовище інформаційних систем;
- підтримку мови запитів;
- аналіз цілісності;
- використання механізму логічного висновку;
- підтримку віддаленого доступу;
- документування.

При створенні ІАС ППОП ОВТ пропонується використовувати три групи інструментальних засобів (ІнЗ) онтологічного інжинірингу[10].

До першої групи включити інструменти створення онтологій, які передбачають підтримку спільної розробки та перегляду, створення онтології відповідно до заданої (довільної) методології, підтримку міркувань.

До другої групи віднести інструменти об'єднання, відображення і вирівнювання онтологій. Об'єднання передбачає знаходження подібностей і відмінностей між вихідними онтологіями і створення результуючої онтології, яка містить елементи вихідних онтологій. Для цього ІнЗ автоматично визначають відповідності між концептами або забезпечують графічне середовище, в якій користувач сам знаходить ці відповідності. Процедура відображення полягає в знаходженні семантичних зв'язків різних онтологій. Процедура вирівнювання онтологій встановлює різні види відповідності між двома онтологіями, інформація яких зберігається для подальшого використання в додатках користувача.

До третьої групи включити інструменти витягу інформації (Information Extraction) - підходу, який дозволяє звузати коло задач, що вимагають специфічного предметно-орієнтованого рішення при аналізі тексту. В рамках цього підходу задача обробки тексту обмежена розпізнаванням множини класів ключових понять конкретної предметної області та ігноруванням всякої іншої інформації.

До складу системи витягу інформації повинні входити чотири основні компоненти, а саме [11]:

- компонент розбиття на лексеми;
- певний тип лексичного або морфологічного аналізу, синтаксичний аналіз (мікро- і макрорівень);
- модуль витягу інформації;
- модуль для аналізу на рівні конкретної предметної області.

Крім цього, до зазначеної системи мають входити додаткові модулі аналізу (спеціальна обробка складних слів, усунення омонімії, виділення складових типів, яке може також бути реалізовано на мові правил вилучення інформації, об'єднання часткових результатів). Також, поряд зі звичайними засобами лексичного і морфологічного аналізу, можуть бути включені модулі для визначення та категоризації атрибутів частин мови, смислових навантажень слів, імен або інших нетривіальних лексичних одиниць.

Інформаційними компонентами спеціалізованої оболонки для складно-структурованої ПрО є багаторівнева модульна онтологія і модульна база знань. Створення та редагування інформаційних компонент здійснюється багаторівневим редактором онтологій і редактором знань.

Редактори онтологій і знань повинні забезпечувати можливість задання структурованої і неструктурованої частини онтології, а також структурованої і неструктурованої частини знань, тобто програмним компонентом цих редакторів повинен бути спеціалізований редактор тверджень.

Редактор знань повинен забезпечувати можливість введення / виведення значень нестандартних величин при редагуванні знань. Для значень нестандартних величин в предметній області може існува-

ти спосіб їх графічного представлення. Тому редактор знань повинен забезпечувати можливість використання прийнятого в предметній області графічного способу представлення значень нестандартних величин при створенні і редагуванні знань. Значення нестандартних величин використовуються не тільки при редагуванні знань, але також при введенні вихідних даних завдань.

Кожен розділ складно-структурованої ПрО характеризується своєю множиною класів прикладних задач, причому різні множини можуть містити як загальні класи задач, так і специфічні для розділу. Вирішувач задач може бути призначений для вирішення класів задач одного розділу (в цьому випадку він використовує онтологію і знання цього розділу), або різних розділів (в цьому випадку він може використовувати різні онтології і знання). У першому випадку використовується вирішувачем онтологія визначається класом задач. У другому – потрібна додаткова вказівка, які онтологія і знання повинні використовуватися в процесі вирішення.

Спеціалізована оболонка інтелектуальних систем для складно-структурованої предметної області повинна забезпечувати можливість вирішення задач різних класів, причому користувач повинен мати можливість вказівки модуля онтології і модуля знань, які треба використовувати при вирішенні задач.

Таким чином, спеціалізована оболонка повинна містити розширювані бібліотеки систем для вирішення задач різних класів, системи автоматичної побудови методів розв'язання задач за їх специфікацією.

Вирішення складних прикладних задач, що мають практичну значимість у сфері розвитку ОБТ, багато в чому залежить від об'єктивності та достовірності інформації, яка найбільш виразно задається за допомогою таксономій. Таксономії здатні відображати як структурні особливості предметної області задачі, так і відношення між поняттями, що утворюють її описи [1]. Тому ефективним засобом представлення інформації в задачах вибору та ранжування є онтологія, яка формується на основі таксономій та функціональних властивостей понять, що їх утворюють.

Більш того, застосування онтологічних систем при розв'язанні задач ранжування, визначає процес їх вирішення як знаннево-орієнтовний, що лежить у напрямках, пов'язаних зі створенням та використанням різноманітних засобів обробки інформації, як пасивної системи мережевих знань.

Отже, цілком виправданим є представлення в середовищі ІАС інформаційних моделей об'єктів та процесів, пов'язаних з розвитком ОБТ, у вигляді певної онтології. Кожна онтологія містить інформаційні описи на основі об'єктно-орієнтованої проце-

дури формалізації, а також описи інтерпретаційних функцій, які є функціональним проявом властивостей об'єктів (концептів), що складають онтологію, та які управляють на основі цього процесом поставки інформаційного ресурсу на усіх етапах прийняття рішень.

В основі онтологічної методології лежить об'єктно-орієнтований підхід, при якому предметна прикладна область представляється у вигляді сукупності об'єктів, взаємодія між якими може бути представлена за допомогою семантичного зв'язування висловлювань, тверджень та суджень [12].

Задачі раціонального вибору та багатокритеріального ранжування входять до інформаційно-аналітичного забезпечення підтримки діяльності і прийняття організаційно-управлінських рішень структурними підрозділами МО України та ГШ ЗС України при виконанні покладених на них завдань (функцій) з розвитку та оснащення ОВТ.

Складність і різноманіття ситуацій вибору вимагає врахування великої кількості різних факторів та критеріїв і потребує значного рівня компетенції та об'єму знань від експертів, що оцінюють значення критеріїв, та особи, що приймає рішення (ОПР).

Альтернативами виступають зразки ОВТ, що проектується чи проходять випробування, варіанти організаційно-управлінських рішень, що приймаються структурними підрозділами МО України, військові частини, до яких здійснюється постачання ОВТ і т.п.

Під критеріями будуть розумітися тактико-технічні характеристики та показники ОВТ, а також сукупність всіх найбільш значимих факторів, за якими оцінюються можливі альтернативні рішення, і які в більшості випадків можна змістовно представити у вигляді дискретних числових значень.

При проведенні ранжування та вибору об'єктів дослідження необхідно розглядати такі етапи:

- визначення проблемної задачі;
- структурування проблеми;
- реалізація оптимального вибору;
- пост-аналіз та отримання результату.

Якість отриманого розв'язку задачі в першу чергу залежить від вдалого структурування, що вимагає від ОПР скрупульозної деталізації проблемної області для визначення критеріїв, альтернатив та іншої інформації. Саме цей етап може бути ефективно реалізований на основі онтологічного підходу, оскільки онтологія – це детальний опис предметної області за допомогою концептуальної схеми. Така схема складається з ієрархічної структури даних, містить інформацію про властивості об'єктів та відношення між ними і дозволяє засобами ТОДОС здійснювати перетворення онтологічної моделі предметної області в інформаційне середовище задачі ранжування на основі інтерпретаційних

функцій вибору, що побудовані за допомогою гіпервідношень над елементами таксономічної структури онтології та властивостями її об'єктів [13].

Після проведення ранжування альтернатив (об'єктів) здійснюється пост-аналіз отриманого розв'язку. На цьому етапі повинна існувати можливість додаткового дослідження тих об'єктів, що не посіли чільні місця у загальному рейтингу, але з огляду на специфіку конкретної військово-прикладної задачі можуть представляти інтерес для ОПР. Подібні випадки виникають в процесі аналізу зразків ОВТ, що проектується чи проходить випробування в порівнянні з "ідеальними зразками" ОВТ. В результаті виникає обернена задача ранжування, яка повинна визначити для зразка ОВТ, що досліджується, на скільки необхідно покращити значення і яких саме показників, щоб в результаті у підсумковому рейтинговому списку посісти задане ОПР місце. Задача відноситься до оптимізаційних задач дискретного програмування. В якості цільової функції може розглядатися, як приклад, мінімізація вартості проведення модифікації чи вдосконалення зразка ОВТ з врахуванням різної вагомості критеріальних показників. Розв'язки таких обернених задач породжують додаткові властивості об'єктів дослідження, що може розширювати початкову онтологічну модель. У підсумку це призводить до підвищення ефективності процесу прийняття рішень.

Аналіз об'єктів дослідження має здійснюватися з використанням математичних методів багатокритеріального ранжування альтернатив, серед яких можна виділити [12]:

– метод зваженої суми (для задач, в яких низьке значення по одному критерію може бути компенсовано високим значенням за іншим);

– метод аналізу варіантів (для задач, які допускають декомпозицію у вигляді ієрархічної структури і в яких доцільно для виявлення локальних пріоритетів здійснювати попарне порівняння елементів кожного рівня ієрархії);

– методи ідеальної точки (для випадків, коли найкраща альтернатива повинна знаходитись у деякому метричному просторі, як найближче до ідеальної найкращої, та найдальше від ідеальної найгіршої. Для цього реалізуються та адаптуються відомі методи, що оперують з відхиленнями від ідеальних значень TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solutions) та VIKOR (VIseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje);

– методи OUTRANKING (для задач, в яких для альтернатив, що досліджуються, необхідно отримувати не числове значення, а продукувати порядковий ранг для визначення переваги одного рішення над іншим. Для цього будуть реалізовані та адаптовані методи сімейства ELECTRE (ELimination

Et Choix Traduisant la REalité) та PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHods for Enrichment Evaluation).

Використання зазначених методів надасть можливість здійснення вибору, ранжування та кластеризації об'єктів дослідження.

Незалежно від того, яким би методом не розв'язувалась початкова задача багатокритеріального ранжування, достовірність отриманого результату суттєво залежить від способу перетворення значень показників, що розглядаються, в єдину шкалу для всіх критеріїв. Пропорційні перетворення, які достатньо часто застосовуються на практиці, не зовсім коректно відображують «суттєвість» переваги однієї альтернативи над іншою після переведення початкових значень критеріїв у єдину шкалу. Подібні випадки виникають, зокрема, коли аналіз зразків ОБТ здійснюють різні експерти, а потім проводиться загальне ранжування для таких об'єктів. В результаті розв'язок задачі може бути хибним. Тому виникає необхідність у розробленні інших підходів до нормалізації критеріїв, які більш адекватно оцінюють реальне співвідношення вагомості альтернатив за кожним критерієм, а також враховують конкурентність процесу встановлення ступеня домінування одних альтернатив над іншими в залежності від їх статистичних характеристик.

За останні п'ятдесят років з'явилося достатньо багато різних методів прийняття рішень для сортування, ранжування або кількісної оцінки альтернатив на основі оптимального вибору Парето. Ці методи можна розділити на три категорії: Multi-Objective Optimization (MOO), Multi-Attribute (MA), Outranking [14].

Алгоритми MOO засновані на багатокритеріальній оптимізації (максимізації або мінімізації) цільових функцій (критеріїв). Як правило, в цьому підході немає спроби формалізувати функції корисності ОПР. Замість цього алгоритми MOO використовують неявну інформацію про переваги ОПР для здійснення пошуку рішення. Зазвичай методи MOO використовуються, коли є велика або нескінченна кількість можливих рішень.

Методи MA і методи Outranking зазвичай використовуються в дискретних задачах прийняття рішень з невеликим або середнім числом альтернативних рішень. Outranking відрізняються від методів MA тим, що вони допускають, що альтернатива може мати ступінь домінування над іншою. Це інтерпретується відношеннями переваг кожної можливої пари альтернатив. В результаті визначається часткова або повна впорядкованість множини альтернатив. Навпаки, методи MA агрегують всі критерії в узагальнену функцію, яка оптимізується. Хоча MA і Outranking підходи часто вважаються схожими, застосування методів MA призводить до число-

вих результатів, тоді як методи outranking продукують порядковий ранг для визначення переваги одного рішення над іншим.

Ефективне функціонування ІАС можливе лише у випадку наявності достовірної системи індикаторів та індексів стану ресурсного забезпечення ОБТ Збройних сил України.

Систему індикаторів пропонується сформувати на основі трансдисциплінарного аналізу стану ОБТ та створення рейтингів об'єктів дослідження і пов'язаних з ними процесів використання, створення та модифікації ОБТ з урахуванням усієї множини факторів, що впливають на них.

Як приклад, процес побудови системи індикаторів може включати такі складові:

1. Визначення категорій та видів ОБТ, що відповідають існуючим класифікаціям озброєнь, зокрема, кодифікації НАТО. В той же час, система індикаторів повинна бути достатньою для однозначного визначення певного об'єкту ОБТ за його характеристиками, тобто певний набір індикаторів та їх значень однозначно визначає об'єкт ОБТ.

2. Надання паспортних характеристик об'єкта ОБТ, необхідних для визначення його експертних якісних оцінок.

3. Введення вагових коефіцієнтів (порівняльної важливості) характеристик об'єктів ОБТ, які визначаються як для певної групи їх характеристик, так і окремо для кожної з них в межах цієї групи.

4. Визначення якісних експертних оцінок на основі паспортних характеристик об'єктів ОБТ та з урахуванням низки критеріїв, що дозволяє сформувати агреговану оцінку об'єкту ОБТ, яка характеризує всі його властивості в межах однієї або всіх категорій об'єктів, надає їх порівняльну характеристику щодо ефективності використання зразка ОБТ в різних бойових задачах та відображається різнобічними рейтингами.

Прогностичне забезпечення, як складова інформаційного забезпечення процесу управлінського циклу прийняття рішення, є одним із ключових елементів систем підтримки прийняття рішень щодо розвитку ОБТ.

Рішення задачі прогнозування забезпечує зменшення рівня невизначеності, у межах якої керівник повинен приймати рішення про вибір науково обґрунтованих варіантів тенденцій розвитку, або зміни показників стану існуючих зразків ОБТ в часі та просторі.

Тому, при проектуванні ІАС ППОП ОБТ існує нагальна потреба у її доповненні функціональним системним рішенням, процедури якого будуть реалізовані на засадах методології прогнозування, найбільш придатних до визначення шляхів розвитку ОБТ. В ході розробки такого рішення у вигляді певної підсистеми пропонується створити засоби

прогнозного оцінювання у вигляді адаптивної моделі комплексування прогнозних оцінок, набору методів прогнозування, та засобів налаштування прогнозної моделі.

В ході розробки підсистеми прогнозування необхідно реалізувати такі прикладні завдання:

- розробити модель адаптивного багаторівневого оцінювання техніко-економічних показників ОВТ;

- сформувати набір методів параметричного синтезу прогнозної моделі експоненціального згладжування в умовах невизначеності даних;

- дослідити комбіновані прогнозні моделі для часових рядів з критичним обсягом вибірки;

- розробити адаптивний метод комплексування прогнозних оцінок для консолідованих прогнозів техніко-економічних показників розвитку ОВТ;

- створити процедуру багаторівневого адаптивного оцінювання техніко-економічних показників розвитку ОВТ.

Методичний базис створення функціональної підсистеми прогнозування у складі ІАС має містити [15]:

- підхід до побудови моделі адаптивного багаторівневого оцінювання на принципах системного аналізу;

- методи параметричного синтезу прогнозних моделей з використанням засобів математичної статистики й сингулярного аналізу;

- підхід до ідентифікації інтервальних моделей на основі теорії робастної стійкості та інтервального аналізу.

- Ефективність прогнозування розвитку ОВТ буде залежати від обсягу і якості інформації про процеси розробки, експлуатації або модернізації зразків, шляхи розвитку яких прогноуються, а також правильності формулювання завдання прогнозування й обґрунтованості вибору способу його рішення (адекватності обраного методу прогнозування).

В основу функціонування підсистеми прогнозування доцільно покласти перехресне прогнозування, тобто встановлення причинно-наслідкових залежностей між екзогенними змінними і їхнім впливом на прогнозований об'єкт. Розширення функціональних можливостей ІАС за рахунок реалізації процесів прогнозування розвитку ОВТ надасть змогу отримати кількісні й якісні оцінки на основі аналізу накопичених даних про темпи, пропорції, динаміку розвитку конкретних зразків ОВТ, а також поточних припущень щодо очікуваного майбутнього.

Задача багатокритеріального прийняття рішення визначається множиною можливих розв'язків, векторним критерієм та відношенням переваг на цій множині. Мета розв'язання задачі – пошук «оптимальної» в деякому сенсі альтернативи або групи альтернатив з урахуванням відношення переваг на основі векторного критерію, який визначається ОПР.

Пошук розв'язків багатокритеріальної задачі не представляє особливих труднощів, якщо перевага по одному критерію спричиняє таку ж перевагу за іншим критерієм, тобто критерії кооперуються. Наприклад, така ситуація має місце, коли при оцінці певного зразка ОВТ розглядається надійність і ремонтпридатність. Дуже часто ці два критерії збігаються і надійний зразок є одночасно ремонтпридатним. Розв'язання багатокритеріальної задачі також не представляє особливих труднощів, якщо критерії нейтральні по відношенню один до одного, тобто пошук рішення по одному критерію ніяким чином не впливає на пошук рішення за іншим критерієм. Однак у загальному випадку складність рішення багатокритеріальних задач полягає в тому, що критерії конкурують один з одним. У більшості практичних задач пошук більш кращого рішення по одному критерію призводить до того, що рішення стає менш кращим за іншим критерієм, тобто рішення складно порівняти між собою. Наприклад, розглядаючи вартість і надійність як критерії при покупці певного зразка ОВТ, можна стверджувати, що більш дешевий (більш кращий за першим критерієм) зразок має меншу надійність (є менш кращим за другим критерієм). Аналіз таких ситуацій може бути здійснений за допомогою множини Парето.

## Висновки

Розвиток системи інформаційно-аналітичного забезпечення підтримки процесів оснащення і розвитку ОВТ ЗС України має здійснюватися, у першу чергу, шляхом впровадження новітніх інформаційних технологій. При цьому, для обробки складних структур різнотипних даних доцільно застосовувати відповідні логіко-лінгвістичні моделі та реалізовувати трансдисциплінарність досліджень інформаційних ресурсів та процесів.

Висока ефективність прийняття рішень може бути забезпечена за рахунок впровадження методології онтологічного моделювання процесів у різних ПрО та застосування багатокритеріальних методів прийняття рішень.

## Список літератури

1. Головін О.О. Єдиний інформаційний простір – основа ефективної реалізації принципів програмно-цільового планування розвитку озброєння і військової техніки / О.О. Головін // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2018. – № 2(31). – С. 41-46. <https://doi.org/10.30748/nitps.2018.31.04>.

2. Палагин А.В. Трансдисциплинарность, информатика и развитие современной цивилизации / А.В. Палагин // Вісник Національної Академії наук України. – 2014. – № 7. – С. 25-33.
3. Klein J.T. Transdisciplinarity: Joint Problem Solving Among Science, Technology, and Society: An Effective Way for Managing Complexity / J.T. Klein. – Switzerland. – Birkhduser, 2001. – 332 с.
4. Гладун В.П. Процессы формирования новых знаний / В.П. Гладун. – София: СД “Педагог 6”, 1994. – 192 с.
5. Палагин А.В. Онтологические методы и средства обработки предметных знаний / А.В. Палагин, С.Л. Крывый, Н.Г. Петренко. – Луганск: ВНУ им. В. Даля, 2012. – 323 с.
6. Guarino N. Understanding, building and using ontologies. Human-Computer Studies / N. Guarino // International Journal of Human-Computer Studies. – 1997. – № 46(2). – P. 293-310. <https://doi.org/10.1006/ijhc.1996.0091>.
7. Стрижак А.Е. Онтологические аспекты трансдисциплинарной интеграции информационных ресурсов / А.Е. Стрижак // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – 2014. – № 65. – С. 211-223.
8. Formalizing Knowledge by Ontologies: OWL and KIF [Електронний ресурс] / A. Marchetti, F. Ronzano, M. Tesconi. – Режим доступа: [https://www.iit.cnr.it/sites/default/files/TechnicalReport\\_IIT\\_FormalizingKnowledgeByOntologies.pdf](https://www.iit.cnr.it/sites/default/files/TechnicalReport_IIT_FormalizingKnowledgeByOntologies.pdf).
9. Приходнюк В.В. Множинні характеристики онтологічних систем. Математичне моделювання в економіці / В.В. Приходнюк, О.Є. Стрижак // Збірник наукових праць. – 2017. – № 8. – С. 47-61.
10. Комплексные инструментальные средства инженерии онтологий / В.Ю. Величко, К.С. Малахов, В.В. Семенов, А.Е. Стрижак // Information Models and Analyses. – 2014. – № 3. – С. 336-361.
11. Еволюція управління – від ситуаційного до трансдисциплінарного / О.Є. Стрижак, Г.М. Потапов, В.В. Приходнюк, Р.І. Чепков // Екологічна безпека та природокористування. – 2019. – № 2(30). – С. 91-112.
12. Горборуков В.В. Використання онтологій у системах підтримки прийняття рішень. Математичне моделювання в економіці / В.В. Горборуков, О.Є. Стрижак, О.В. Франчук // Збірник наукових праць. – 2013. – № 1(49). – С. 33-39.
13. Довгий С.О. Підходи щодо створення інформаційно-аналітичної системи оборонного планування на базі когнітивних ІТ- технологій з використанням принципів мережецентричності. Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: монографія / С.О. Довгий. – К.: Юстон, 2018. – 44 с.
14. Odu G.O. Review of Multi-criteria Optimization Methods – Theory and Applications / G.O. Odu, O.E. Charles-Owaba // IOSR Journal of Engineering. – 2013. – № 3(10). – P. 1-14.
15. Головін О.О. Онтологічна інформаційно-аналітична підтримка процесів функціонування системи управління технологіями військового призначення / О.О. Головін // Озброєння та військова техніка. – 2019. – № 2(22). – С. 16-28. [https://doi.org/1034169/2414-0651.2019.2\(22\).16-28](https://doi.org/1034169/2414-0651.2019.2(22).16-28).

## References

1. Golovin, O.O. (2018), “Yedinij informacijnij prostir – osnova effektivnoї realizacii principiv programno-cil'ovogo planuvannya rozvitku ozbroennya i vijs'kovoї tehniki” [A single information space is the basis for effective implementation of the principles], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 2(31), pp. 41-46. <https://doi.org/10.30748/nitps.2018.31.04>.
2. Palagin, A.V. (2014), “Transdisciplinarnost', informatika i razvitie sovremennoj civilizacii” [Transdisciplinarity of computer science and the development of modern civilization], *Bulletin of the National Academy of Sciences Ukraine*, No. 7, pp. 25-33.
3. Klein, J.T. (2001), *Transdisciplinarity: Joint Problem Solving Among Science, Technology, and Society An Effective Way for Managing Complexity*, Birkhduser, Switzerland, 332 p.
4. Gladun, V.P. (1994), “Processy formirovaniya novyh znanij” [Processes for the formation of new knowledge], SD Pedagog 6, Sofiya, 192 p.
5. Palagin, A.V., Kryvyj, S.L. and Petrenko, N.G. (2017), “Ontologicheskie metody i sredstva obrabotki predmetnyh znanij” [Ontological methods and means of processing subject knowledge], VNU of V. Dalia, Lugansk, 323 p.
6. Guarino, N. (1997), Understanding, building and using ontologies. Human-Computer Studies, *International Journal of Human-Computer Studies*, No. 46(2), pp. 293-310. <https://doi.org/10.1006/ijhc.1996.0091>.
7. Strizhak, A.E. (2014), “Ontologicheskie aspekty transdisciplinarnoj integracii informacionnyh resursov” [Ontological aspects of transdisciplinary integration of information resources], *Open Information and Computer Integrated Technologies*, No. 65, pp. 211-223.
8. Marchetti, A., Ronzano, F. and Tesconi, M. *Formalizing Knowledge by Ontologies: OWL and KIF*, [https://www.iit.cnr.it/sites/default/files/TechnicalReport\\_IIT\\_FormalizingKnowledgeByOntologies.pdf](https://www.iit.cnr.it/sites/default/files/TechnicalReport_IIT_FormalizingKnowledgeByOntologies.pdf).
9. Prihodnyuk, V.V. and Strizhak, O.Ye. (2017), “Mnozhhinni harakteristiki ontologichnih sistem. Matematichne modelyuvannya v ekonomicii” [Multiple characteristics of ontological systems. Mathematical modeling in economics], *Collection of Scientific Works*, No. 8, pp. 47-61.
10. Velichko, V.Yu., Malahov, K.C., Semenov, V.V. and Strizhak, A.E. (2014), “Kompleksnye instrumental'nye sredstva inzhenerii ontologij” [Comprehensiv tools for ontology engineering], *Information Models and Analyses*, No. 3, pp. 336-361.
11. Strizhak, O.Ye., Potapov, G.M., Prihodnyuk, V.V. and Chepkov, R.I. (2019), “Evolyuciya upravlinnya - vid situacijnogo do transdisciplinarного” [Evolution of management from situational to transdisciplinary], *Environmental Safety and Environmental Management*, No. 2(30), pp. 91-112.
12. Gorborukov, V.V., Strizhak, O.Ye. and Franchuk, O.V. (2013), “Vikoristannya ontologij u sistemah pidtrimki prijnyattya rishen'. Matematichne modelyuvannya v ekonomicii” [Use of ontology in decision support systems. Mathematical modeling in economics], *Collection of Scientific Works*, No. 1(49), pp. 33-39.

13. Dovgij, S.O. (2018), "Pidhodi schodo stvorennya informacijno-analitichnoj sistemi oboronnoho planuvannya na bazi kognitivnih IT - tehnologij z vikoristannjam principiv merezhocentrichnosti. Suchasni informacijni tehnologij upravlinnja ekologichnoju bezpekoju, prirodokoristuvannjam, zahodami v nadzvichajnih situacijah. Kolektivna monografiya za materialami HVII Mizhnarodnoї nauково-praktičnoї konferencij" [Approaches to the creation of an information-analytical system of defense planning based on cognitive IT technologies using the principles of network-centricity], Yuston, Kyiv, 44 p.

14. Odu, G.O. and Charles-Owaba, O.E. (2013), Review of Multi-criteria Optimization Methods – Theory and Applications, *IOSR Journal of Engineering*, No. 3(10), pp. 1-14.

15. Golovin, O.O. (2019), "Ontologichna informacijno-analitichna pidtrimka procesiv funkcionuvannya sistemi upravlinnja tehnologiyami vijs'kovogo priznachennya" [Ontological information and analytical support for the processes of operation of the military technology management system], *Weapons and Military Equipment*, No. 2(22), pp. 16-28. [https://doi.org/1034169/2414-0651.2019.2\(22\).16-28](https://doi.org/1034169/2414-0651.2019.2(22).16-28).

Надійшла до редколегії 02.07.2019

Схвалена до друку 10.09.2019

#### **Відомості про автора:**

##### **Головін Олексій Олександрович**

кандидат технічних наук старший науковий співробітник  
начальник науково-дослідного управління  
Центрального науково-дослідного інституту  
озброєння та військової техніки Збройних Сил України,  
Київ, Україна  
<https://orcid.org/0000-0003-4662-4559>

#### **Information about the author:**

##### **Oleksii Holovin**

Candidate of Technical Sciences Senior Research  
Chief of the Directorate for Scientific Research  
of Central Research Institute of Armament and Military  
Equipment of the Armed Forces of Ukraine,  
Kyiv, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0003-4662-4559>

### **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ТРАНСДИСЦИПЛИНАРНЫХ ОНТОЛОГИЙ В ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВООРУЖЕНИЕМ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКОЙ**

А.А. Головин

В работе показана целесообразность осуществления автоматизированного информационно-аналитического сопровождения процессов поддержки принятия решений руководством Министерства обороны Украины и Вооруженных Сил Украины по вопросам оснащения вооружением и военной техникой с помощью соответствующей информационно-аналитической системы, которая построена на основе использования интеллектуальных сетевых когнитивных сервисов. Функционирование общей информационно-аналитической рабочей среды предложено реализовать на основе принципов трансдисциплинарности, что позволит осуществлять обработку пространственно распределенной информации различных типов. Применение онтологических моделей обеспечит интеграцию данных и достоверное описание их семантики. К инструментальным средствам онтологического инжиниринга включены три группы, а именно группа инструментов создания онтологий, группа инструментов объединения, отображения и выравнивания онтологий и группа инструментов извлечения информации. Показаны пути решения задач рационального выбора и многокритериального ранжирования с соответствующим выбором критериев и альтернатив. Для обработки сложных структур разнотипных данных применены соответствующие логико-лингвистические модели.

**Ключевые слова:** информационно-аналитическая система, знание-ориентированный подход, трансдисциплинарность, онтологические модели, предметная область, таксономия, задача рационального выбора.

### **APPLICATION OF METHODOLOGY OF TRANSDISCIPLINARITY ONTOLOGY IN INFORMATION-ANALYTICAL SYSTEM FOR SUPPORT PROCESSES WITH EQUIPPING OF ARMAMENT AND MILITARY EQUIPMENT**

O. Holovin

The article demonstrates the feasibility of automated information and analytical support of decision support processes by the leadership of the Ministry of Defense of Ukraine and the Armed Forces of Ukraine on the equipping of weapons and military equipment by an appropriate information and analytical system, which is based on the use of other data centers cognitive services. The functioning of the general information and analytical work environment is proposed to be carried out on the basis of transdisciplinary principles, which will allow the processing of spatially distributed information of different types. The use of ontological models will ensure the integration of data and a reliable description of their semantics. Ontological engineering tools include three groups, namely the ontology creation tool group, the ontology association group, the ontology mapping and alignment tool, and the information extraction tool group. An ontology is effective mean of presenting information in selection and ranking problems. It's formed on the basis of taxonomies and the functional properties of the concepts that form them. The ontological methodology is based on an object-oriented approach in which the subject application area is represented as a set of objects, the interaction between which can be represented by the semantic linking of statements, statements and judgments. The article deals with ways of solving rational choice and multicriteria ranking problems with appropriate choice of criteria and alternatives. The possibility of selection, ranking and clustering of research objects is ensured by the application of mathematical methods of multicriteria ranking of alternatives, in particular: weighted sum method, variant analysis method, ideal point methods and OUTRANKING methods. Appropriate logic-linguistic models have been applied to process complex structures of different types of data.

**Keywords:** information-analytical system, knowledge-oriented approach, transdisciplinarity, ontological models, subject area, taxonomy, rational choice problem.