

Oleksii Holovin (2019) Metodolohichni aspekty pobudovy zasobiv modelyuvannya ta analitychnoyi obrobky baz danykh i znan' v systemi upravlinnya rozvytkom ozbroynnya ta viys'kovoyi tekhniky [Methodological aspects of construction of methods of modeling and analytical processing of databases and knowledge management system of armament and military equipment]. *Social development & Security*. 9(5), 110 – 126. DOI: <http://doi.org/10.33445/sds.2019.9.5.7>

## Методологічні аспекти побудови засобів моделювання та аналітичної обробки баз даних і знань в системі управління розвитком озброєння та військової техніки

Олексій Головін

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

*пр-т Повітрофлотський, 28, м. Київ, 03049, Україна,*

*e-mail: a\_a\_golovin@ukr.net,*

*к.т.н., с.н.с.,*

*начальник науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки  
Повітряних Сил.*



### Article history:

Received: July, 2019

1st Revision: August, 2019

Accepted: October, 2019

**Анотація:** Запропоновано управління процесами розвитку озброєння та військової техніки здійснювати в єдиному мережевому середовищі відповідної інформаційно-аналітичної системи за рахунок узгодження механізмів взаємодії інформаційних ресурсів, які відображають різні описи ОВТ. Таку взаємодію доцільно побудувати на основі трансдисциплінарних процедур інтеграції, що забезпечить

синхронізацію діяльності всіх учасників процесу та семантичну і темпоральну синхронізацію всіх категорій і понять інформаційних ресурсів і цифрових активів. Формування множини концептів, як структури семантичних одиниць-понять та формальної моделі предметних знань забезпечується за рахунок застосування онтологічних методів. Система управління процесами обробки інформації будується на основі використання таксономій, які відображають властивості інформаційних процесів. У якості корпоративної високопродуктивної інформаційно-аналітичної пошукової платформи, ядро якої складає дворівнева система індексації інформаційних ресурсів, запропоновано використання засобів семантичного управління та онтологічного інтерфейсу ІТ–ТОДОС. Основні лінгвістичні функції, задачі обробки тексту, підготовка даних до збереження в структурах бази даних, функції моніторингу та адміністрування реалізуються у лінгвістичній підсистемі.

Формування моделі задачі вибору та її розв'язання на основі онтології здійснюється в інформаційно-аналітичній системі, до складу якої входять: онтологічний інтерфейс, модулі базової програмної інтеграції, модуль створення цифрової колекції документів, засоби індексування, полімовна синонімічна зона, модуль інтерактивної взаємодії, модуль багатокритеріального порівняльного аналізу та модуль прогнозування.

Наведений у статті підхід дозволить реалізувати потужний моніторинг процесів розробки, експлуатації та модернізації зразків ОВТ шляхом аналізу контенту, агрегування та рейтингування величезних обсягів інформації, яка розміщена у файлових електронних колекціях текстових документів.

**Ключові слова:** онтологічний інтерфейс, модулі базової програмної інтеграції, модуль створення цифрової колекції документів, засоби індексування, полімовна синонімічна зона, модуль інтерактивної взаємодії, модуль багатокритеріального порівняльного аналізу та модуль прогнозування.

## 1. Постановка проблеми

### 1.1. Новизна дослідження.

Ефективне управління процесами розвитку озброєння та військової техніки (ОВТ) можливо реалізувати за рахунок забезпечення узгодженої взаємодії інформаційних ресурсів, які відображають різні описи ОВТ в єдиному мережевому середовищі відповідної інформаційно-аналітичної системи (ІАС).

При цьому, таку взаємодію доцільно побудувати на основі трансдисциплінарних процедур, які реалізують функціональні інтерпретації широкого спектру властивостей різних категорій ОВТ.

Трансдисциплінарні процедури інтеграції формують мережецентричне середовище із описів усіх компонентів і складових ОВТ, що забезпечує наступні технологічні переваги:

- семантичну і темпоральну синхронізацію всіх категорій і понять інформаційних ресурсів і цифрових активів, що складають процес взаємодії;
- скорочення часу інтеграції політематичних інформаційних ресурсів ІАС щодо управління розвитком ОВТ при вирішенні складних прикладних задач;
- синхронізацію взаємодії всіх категорій учасників процесу взаємодії;
- збалансований моніторинг діяльності користувачів;
- адаптивність інтерфейсів користувачів з мережевими інформаційними ресурсами.

Використання такого підходу надасть можливість реалізувати в мережецентричному середовищі ІАС підтримки процесів оснащення і розвитку ОВТ ЗС України (ІАС ППОР ОВТ) ефективну документо-орієнтовану взаємодію з використанням кожного контексту інформаційного простору, включаючи і людський фактор.

За умови розгляду категорії інтеграції інформаційних ресурсів ІАС як процесу використання певної непустої множини контекстів, взаємодію інформаційних систем найбільш продуктивно і конструктивно побудувати на основі онтологічного підходу [1, 2].

Застосування онтологічних методів і систем дозволяє концептуально відобразити взаємодію мережових інформаційних процесів і систем в різних предметних областях та сформулювати такі системні компоненти:

- множину концептів як структуру семантичних одиниць-понять;
- формальну модель предметних знань, представлену за допомогою деякої мови на основі опису концептуальної системи;
- функціональну модель, яка забезпечує уніфікацію термінології, логіки обробки таксономічних категорій і зв'язків між ними, а також аксіоматизацію описів процесів, причинних зв'язків і процедур онтології.

У якості онтологічних систем, у різних ступенях формалізації, слід розглядати такі категорії як: словник з визначеннями, таксономія, тезаурус, аксіоматизована теорія тощо.

Зазначені принципи побудови трансдисциплінарних онтологічних систем, забезпечують більш об'єктивне оцінювання результатів їх моніторингу та створюють умови інтегрування інформаційних масивів, що відображають стани

інформаційних процесів і істотно впливають на взаємодію просторово-розподілених організаційних структур (міністерств, відомств, органів військового управління).

Разом з тим, застосування таких підходів при проектуванні ІАС ППОР ОВТ потребує вирішення таких задач:

забезпечення підтримки процесів пошуку інформації та формування мережових цифрових колекцій текстових документів, що релевантні тематиці досліджень та експертизи;

забезпечення процесів розв'язання задачі раціонального вибору та розробка на її основі альтернативних варіантів вирішення типових завдань (створення, модернізація, закупівля зразків ОВТ), обґрунтування варіантів рішень за визначеними показниками;

реалізація інтерактивної форми взаємодії з кожним документом та забезпечення його атрибутивної інтеграції з обробленими інформаційними ресурсами;

формування інтегрованих протоколів підтримки мережецентричної взаємодії та взаємозв'язку між документами;

забезпечення процесів проведення багатокритеріального порівняльного аналізу інформаційних джерел за їх властивостями та відбір за означеними критеріями відповідних записів та документів, що знайдені в інформаційних системах та середовищах.

### **1.2. Аналіз останніх досліджень та публікацій**

Шляхи підвищення ефективності взаємодії міністерств (відомств), структурних підрозділів МО України та ГШ ЗС України при рішенні задач управління розвитком ОВТ досліджено у роботах [3, 4].

Механізми формування онтологій запропоновано у роботах [1, 5, 6], а деякі питання застосування онтології задачі вибору для опису процесів взаємодії суб'єктів державного управління у воєнній сфері знайшли відображення у [7, 8].

Робота [7] також присвячена рішенню проблеми взаємодії інформаційних потоків в системі управління військами на основі онтологічного підходу шляхом створення інформаційних описів.

Разом з тим, проблеми побудови засобів моделювання та аналітичної обробки просторово розподілених баз даних і знань в системі управління розвитком ОВТ досі залишаються не вирішеними.

### **1.3. Постановка завдання**

**Мета статті** – формування методологічних засад побудови засобів аналітичної обробки та моделювання текстових документів, баз даних та знань в системі інформаційно-аналітичного забезпечення процесів технічного оснащення ЗС України.

## **2. Виклад основного матеріалу**

Систему управління процесами обробки інформації можливо побудувати на

основі використання певних таксономій, які відображають властивості інформаційних процесів. У даному випадку оптимальність динаміки формування таксономій, на основі яких реалізуються контексти взаємодії в мережецентричному середовищі, буде забезпечувати синхронізацію використання компонентів мережі і певним чином впливати на ефективність її функціонування [9].

Такий підхід дозволить трансдисциплінарній онтологічній системі:

здійснити конструктивне формування повної і відкритої множини рішень прикладної задачі;

забезпечити коректне агрегування різних тематичних процесів за рахунок формування структурованої сукупності інформаційних об'єктів-концептів предметної області, які визначаються як єдиний тип даних;

визначити над активно використовуваними інформаційними ресурсами відношення часткового порядку;

визначити семантичні характеристики інформаційних ресурсів на основі виділення інформаційних одиниць у вигляді концептів (за умови їх розгляду, як тематичних систем знань);

реалізувати інтегроване використання контекстів одиниць-концептів в процесі вирішення складних прикладних задач.

Основою для створення ІАС ППОР ОВТ є забезпечення вирішення когнітивних метазадач – структуризація, аналіз, синтез та вибір при обробці текстових документів, баз даних та знань, а саме рішення таких задач:

структуризація та систематизація масивів вхідної інформації;

обробка отриманої структурованої інформації, що включає в себе рішення задач аналізу і вибору;

синтез на основі вхідної інформації і результатів її обробки вихідних документів.

Важливим завданням ІАС є забезпечення безперервного моніторингу мережевих інформаційних ресурсів та процесів, що потребує використання сучасної корпоративної високопродуктивної інформаційно-аналітичної пошукової платформи (ІАПП). Ядро такої ІАПП має складати дворівнева система індексації інформаційних ресурсів, що призначена для створення рішень з доступу до інформації та вирішування пошукових завдань.

Відкрита архітектура ІАПП надає можливість застосування потужних інтерфейсів API (Application programming interface) для підключень будь-яких стандартизованих додатків з метою аналізу, індексування документів, створення відповідних пошукових запитів, а також моніторингу та адміністрування платформи. API є відкритим інтерфейсом, що дозволяє окрім стандартних, створювати й власні специфічні види підключень до необхідних джерел даних.

ІАПП може бути легко інтегрована з іншими програмними компонентами, такими як портали або системи управління контентом з метою розміщення пошукових додатків.

Створення зазначеної платформи можливе в середовищі засобів семантичного управління та онтологічного інтерфейсу ІТ–ТОДОС (Трансдисциплінарні

онтологічні діалоги об'єктно-орієнтовних систем), які реалізують множинні процедури трансдисциплінарної взаємодії мережових інформаційних ресурсів [10].

Перевагами платформи ІАПП порівняно з іншими відомими пошуковими системами є:

централізоване управління конфігурацією, яка надає можливість здійснення управління версіями та поновленням субкомпонентів платформи;

відмовостійка структура, яка гарантує, що програмні процеси, незалежно від їх фізичного розташування, можливо швидко перезапустити в разі відновлення субкомпонентів платформи після збою;

спеціалізовані АРІ для всіх наявних та сконфігурованих на даній платформі підключень, що поєднує в собі високу продуктивність з максимальною гнучкістю;

розподілена підсистема аналізу інформаційних потоків, яка дає можливість гнучко налаштувати підсистеми контент-аналізу, лінгвістичної обробки та управління метаданими конвеєрного типу (дозволяє гнучко конфігурувати необхідні етапи та послідовність обробки інформації);

розподілена підсистема побудови індексів, що дає можливість індексування документів з високою масштабованістю і надійністю;

система резервування та модульна система індексації з реплікацією головного сервера на один або декілька підпорядкованих (індекс складається з одного або декількох часткових індексів, які можуть бути розподілені між різними серверами), що полегшує управління ресурсами і збільшує продуктивність системи;

незалежна структура для збереження та доступу до словників з реплікацією, що гнучко налаштується та гарантує постійний доступ до мовних ресурсів незалежно від процесів побудови індексів;

система управління та моніторингу, яка надає повністю відкритий інтерфейс для настройки, виконання адміністративних та користувацьких операцій і моніторингу системи через програмних менеджерів.

Застосування платформи ІАПП, побудованої на сучасних семантичних технологіях забезпечує:

легке оперування величезною кількістю різномірної інформації, що є необхідним для накопичення та поточної актуалізації банку тематичних текстів;

уніфікацію в застосуванні різномірних інформаційних форматів та структур;

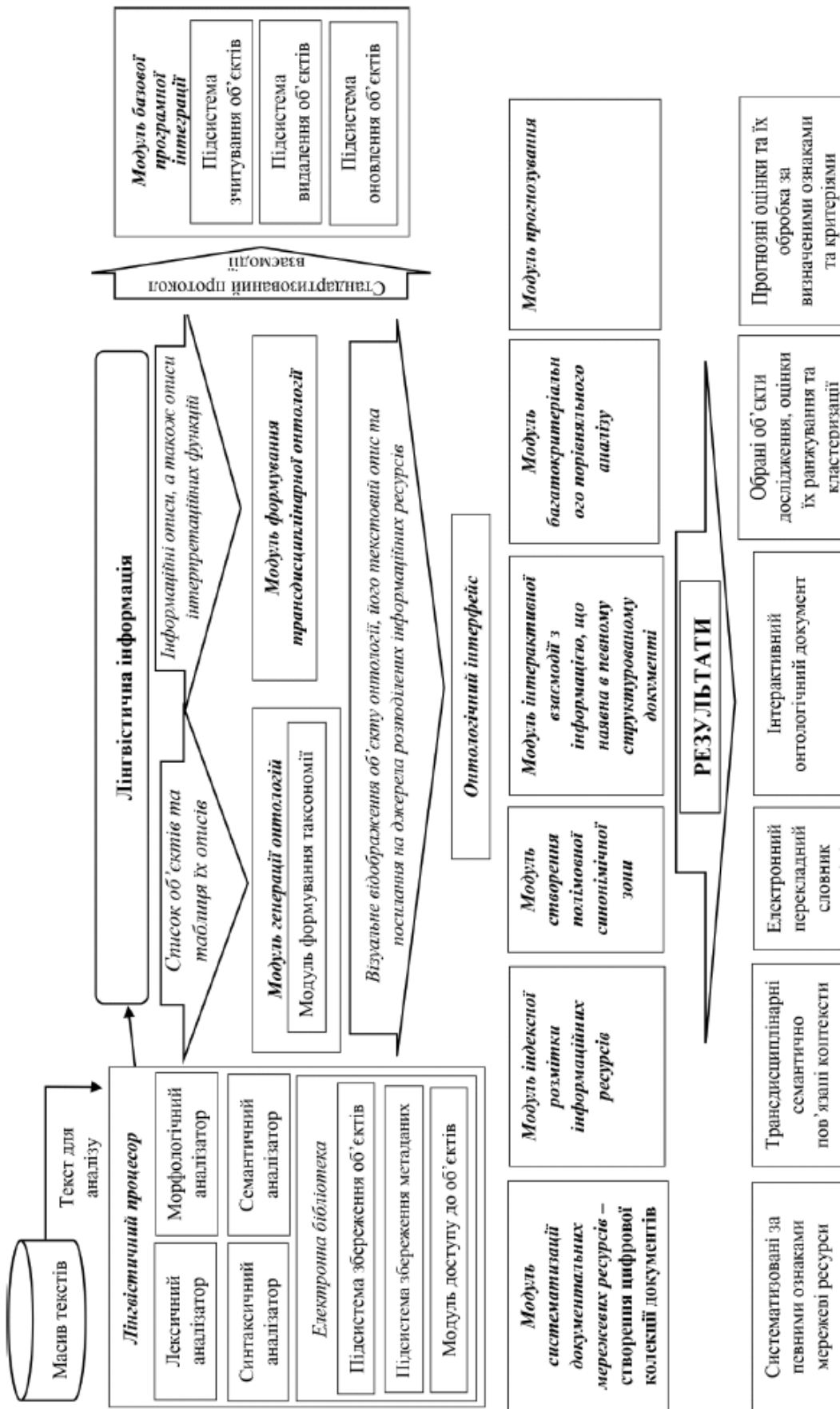
узгоджене використання термінології з різних предметних галузей знань;

можливість визначення семантичної подібності та відношень між елементами контексту, як всередині однорідного, так і між різномірними інформаційними ресурсами.

Доступ до всіх джерел інформації здійснюється на основі створення уніфікованого модульного індексу, що забезпечує постійний доступ і оптимальне використання ресурсів сервера шляхом розподілу і резервування даних.

По аналогії з [11] до складу ІАС ППОР ОВТ має входити інформаційна, аналітична компоненти та підсистема аналітичної обробки і моделювання.

Побудову підсистеми аналітичної обробки та моделювання зазначеної ІАС на основі засобів ІТ–ТОДОС пропонується здійснити відповідно до схеми, що наведено на мал. 1.



Малюнок 1 – Узагальнена структурна схема підсистеми аналітичної обробки та моделювання ІАС ППОР ОБТ

Основні лінгвістичні функції, задачі обробки тексту, підготовка даних до збереження в структурах бази даних, функції моніторингу та адміністрування виконуються у лінгвістичній підсистемі.

В ході лексичного аналізу проводиться попередній аналіз тексту, в результаті якого текст представляється у вигляді послідовності речень, які складаються з лексем (слів або символів). Також за допомогою лінгвістичного процесору здійснюється морфологічний аналіз (ототожнення слів форм вхідного тексту з інформацією словнику) та формується множина синтаксичних зв'язків.

Семантичні процесори є частиною підсистеми аналізу вхідного інформаційного потоку (поток документів) платформи ІАПП. Семантичний процесор додає семантичну інформацію до контексту під час аналізу тексту. Атрибути та описи, які є результатами такого аналізу прив'язуються до окремих полів індексу платформи.

Оскільки з'являється можливість дану прив'язку гнучко конфігурувати, відповідні елементи семантичної розмітки тексту, після його маркування матимуть назви відповідно до типу та конфігурації використаного семантичного процесора.

Формування електронної бібліотеки на основі обраних за пошуковими процедурами ІАПП текстових масивів реалізується на основі їх розміщення в середовищі лінгвістичного процесора.

Інтеграція ТОДОС і лінгвістичного процесора забезпечує трансдисциплінарну інтеграцію множин таксономій текстових масивів та множин їх контекстів на основі відношення множинної упорядкованості.

Програмний комплекс лінгвістичного процесора доцільно реалізувати за трирівневою схемою, у складі якої слід виділити рівень даних, логіки застосування та рівень представлення даних. При такій архітектурі ІАС проміжний рівень (логіки застосувань) перевіряє правильність даних, що передаються від клієнта, та обробляє їх у відповідності з певними правилами.

Невід'ємною частиною лінгвістичного процесора є електронна бібліотека, яка виконує роль багатофункціональної інформаційної системи, що акумулює інформацію різних видів.

За функціональним призначенням Електронна бібліотека забезпечує інтеграцію в єдиному множинному упорядкованому середовищі інформаційних ресурсів та можливість відокремлення масивів необхідної інформації на основі аналізу їх контекстів за заданими властивостями-критеріями.

Електронна бібліотека, як компонент ТОДОС, формується у вигляді спеціального середовища для збору, збереження, моделювання і використання природномовної інформації в цифровому вигляді.

Електронна бібліотека складається з підсистеми збереження об'єктів, підсистеми збереження метаданих та модуля доступу до об'єктів через метадані.

Для формування адекватного операційного середовища особливий інтерес представляють два типи ієрархічних залежностей між об'єктами, а саме – зв'язки, які визначають відношення між об'єктами та агрегація, що описує відношення цілого і частини, за допомогою якої можливо побудувати відповідну таксономію (ієрархію об'єктів).

Комп'ютерну онтологію певної предметної області (ПрО) будемо розглядати як непусту множину об'єктів [1], які задовольняють наступним вимогам:

об'єкти організовані у вигляді ієрархічної структури скінченної множини понять, що описують задану предметну область;

структура може бути представлена множиною дводольних графів, вершинами якого є поняття, а дугами – семантичні відношення між ними;

поняття і відношення інтерпретуються відповідно до загальнозначущих функцій інтерпретації, взятих з електронних джерел знань заданої ПрО;

визначення понять і відношень виконується на основі аксіом і обмежень їх області дії;

функції інтерпретації та аксіоми описані мовою формальної теорії.

Механізм формування моделі задачі вибору та її розв'язання на основі онтології є багатоетапним процесом, що потребує використання на кожному етапі окремих процедур, реалізація яких дозволить автоматизовано здійснювати отримання інформаційного середовища задачі вибору з онтологічного представлення предметної області [7].

Після того, як визначено множину критеріїв і альтернатив, та їх критеріальні значення подальше уточнення задачі вибору та її розв'язання залежить від безпосередньої участі особи, що приймає рішення (ОПР).

Отже, об'єктні компоненти, що визначають онтологію задачі вибору, дозволяють інтерпретувати їх як різні інформаційні ресурси, концепти яких пов'язані бінарними відношеннями часткового порядку і можуть мати унарні властивості, що характеризують їх у певному якісному вигляді.

З метою зручної взаємодії користувача з ІАС ППОР ОВТ використовується онтологічний інтерфейс. Він дозволяє візуалізувати результат процесів інтеграції та агрегації фізично та тематично розподілених інформаційних ресурсів та систем, створених у різних форматах, за різними стандартами та технологіями, у легкодоступній наочній формі [10].

На відміну від інформації, закодованої в алгоритмах, тематична онтологія забезпечує її уніфіковане і багаторазове використання різними групами користувачів на різних комп'ютерних платформах під час розв'язання різних задач.

Онтологічний інтерфейс розширює традиційні функції онтології та перетворює її на динамічне середовище активної взаємодії користувачів з інформаційними ресурсами шляхом інтеграції з різноманітними базами даних, пошуковими платформами, електронними бібліотеками та мовними корпусами, іншими інформаційними системами, в тому числі геоінформаційними, для підвищення ефективності та прискорення процесу вирішення задач.

Ключовим для формування протоколів інтегрованої взаємодії є створення модулів базової програмної інтеграції – модулів, які забезпечуватимуть стандартизований інтерфейс виконання базових операцій (таких, як зчитування, видалення чи оновлення об'єкту). Після цього стандартизований протокол взаємодії можна будувати як комбінацію стандартних операцій, що можуть виконуватись в різній послідовності в залежності від команд користувача.

Основними етапами формування взаємодії за умови застосування таких протоколів є:

зчитування інформації з вибраних користувачем або заданих налаштуваннями системи джерел даних;

консолідація інформації, тобто об'єднання інформації з різних джерел про один і той же об'єкт, а також приведення її до спільного формату;

запис інформації у вибрані користувачем, або налаштуваннями системи сховища даних.

Результатом систематизації документальних мережеских ресурсів (big data sources) буде цифрова колекція документів, яка являє собою множину природномовних текстів, об'єднаних за однією або сукупністю ознак (мовних, понятійних, прагматичних, часових, стильових, функціональних, інтенціональних та ін). Зазначені колекції можуть бути побудовані за різними ознаками, зокрема: колекції документів однієї тематики, певного періоду, певної мови та формату, категорії доступу (публічні дані, дані для службового користування) та ін.

Основою технологій формування мережеских цифрових колекцій текстових документів є теорія лексикографічних систем та лексикографічних середовищ, системний аналіз, теорія інформаційних систем та баз даних, теорія моделей знань.

Під час формування мережеских цифрових колекцій текстових документів, що релевантні тематиці досліджень та експертизи доцільно застосувати методи порівняльного аналізу (перевірка текстів на смислову тотожність), системного аналізу (дослідження смислової тотожності як відношення із системотвірними властивостями) та моделювання відношення смислової тотожності природномовних текстів.

Експертиза природномовного тексту ґрунтується на уявленні природномовного тексту як «впорядкованої ієрархії об'єктів змісту» відповідно до теорії лексикографічних систем. У процесі обробки даних встановлюється дворівнева ієрархія об'єктів змісту тексту. На першому («верхньому») рівні – фрагменти (уривки тексту, «блоки думки», що розкривають одну тему), на другому («нижньому») – їх конструктивні одиниці (предмети думки, носії предметних смислів та відношень – слова, словосполучення, сполучення слів). Таким чином, компоненти фрагментів виступають елементарними інформаційними одиницями.

Поняття, що позначають той самий предмет є тотожними. Методологія пошуку тотожностей передбачає попередню обробку текстів (нормалізацію) для підвищення ефективності та швидкості пошуку.

Послідовність операцій орієнтовно є такою:

виключаються титульні сторінки, заголовки, службова інформація, таблиці, рисунки;

розпаковуються архіви (за наявністю);

виключаються літери інших алфавітів, скорочення замінюються на повні форми;

текст поділяється на речення, речення – на слова.

Отриманий масив текстів містить значну кількість пошукового шуму (помилково визначених текстових тотожностей), тому підлягає подальшій обробці, при здійсненні якої доцільно застосувати суфіксні дерева, метод тезаурусу з полімовною синонімічною зоною, метод шинглів (shingles), Bag of Words, N-грамний метод та дистрибутивну семантику.

Засоби індексування забезпечують відображення трансдисциплінарних семантично пов'язаних контекстів в результаті обміну інформацією між розподіленими трансдисциплінарними інформаційними ресурсами (джерелами Big Data).

Принципи побудови засобів індексування, відповідно до схеми, що наведено на рис. 1, базуються на корпусних лексикографічних технологіях та теорії, архітектурі й системотехніці лексикографічних систем.

Методологічною основою корпусних лексикографічних технологій є теорія семантичних станів, на основі якої здійснюється семантико-синтаксичний аналіз природномовних об'єктів в трансдисциплінарних даних [12]. Використання словників при побудові трансдисциплінарних онтологічних систем забезпечує більш об'єктивне оцінювання результатів їх моніторингу та створює умови інтегрування інформаційних масивів, що відображають стани інформаційних процесів просторово розподілених організаційних структур (Міністерств та відомств) і підрозділів Збройних Сил України.

Багатомовні синонімічні словники використовуються в процесі:

семантичної і темпоральної синхронізації категорій і понять інформаційних ресурсів і цифрових активів, що складають процес взаємодії;

інтеграції політематичних багатомовних інформаційних ресурсів ІАС щодо управління розвитком ОВТ при вирішенні складних прикладних задач;

систематизації масивів неоднорідних структурованих інформаційних ресурсів (ідентифікації множини документів, що описують один і той же об'єкт, консолідації описів і формування синонімічних рядів назв об'єктів і атрибутів об'єктів).

Полімовна синонімічна зона ІАС ППОР ОВТ повинна охопити таку кількість мов, на яких доступна максимальна кількість як загальних, так і національно імplementованих на території Європи стандартів НАТО, а також українську та російську мови, як базові для використання ГОСТ та ДСТУ.

Електронний словник синонімів інтегрується із лінгвістичним корпусом відповідних джерел даних (big data source), дослідження яких проводиться. Словник репрезентує в ІАС синонімічну підсистему лексичної системи відповідної мови.

Програмна система, що призначена для забезпечення інтерактивної взаємодії з інформацією, яка наявна в певному структурованому документі лежить в основі побудови модулю інтерактивної взаємодії з інформацією, що наявна в певному структурованому документі.

Структуризація вхідних неструктурованих (текстових) документів полягає у виділенні з таких документів об'єктів, зв'язків між ними і їх атрибутів [2, 13]. Даний процес може здійснюватися автоматизовано для документів регулярної структури, або вручну для документів нерегулярної структури. В результаті структуризації масиви текстових документів можна перетворити в масиви структурованих інформаційних ресурсів.

В рамках процесу систематизації необхідно здійснити консолідацію інформації, що поступає з різних джерел, а після цього ідентифікувати множини документів, що описують один і той же об'єкт, консолідувати описи і сформувати таким чином синонімічні ряди назв і атрибутів об'єктів.

Синтез вихідних документів вимагає певного опису документів, який повинен містити інформацію про:

- джерела даних, з яких надходить інформація;
- процеси перетворення інформації (алгоритми форматування чисел, приведення до певних одиниць вимірювання та ін.);
- аналітичні функції, на основі яких здійснюється синтез інформації;
- загальний формат результуючого документу (структура документу, заголовки таблиць і розділів, форматування тексту та ін.)

Синтез є ключовим елементом для забезпечення реалізації інтерактивної форми взаємодії з кожним документом та забезпечення його атрибутивної інтеграції з обробленими інформаційними ресурсами. Інтерактивну форму взаємодії можна забезпечити, виконавши синтез інтерактивного документу на основі наявної в документі інформації. Особливістю формування інтерактивного документу і основною його відмінністю від формування звичайного інформаційного документу є те, що разом з власне документом необхідно синтезувати спеціалізовану програмну систему, яка і забезпечуватиме інтерактивну взаємодію з його вмістом.

Атрибутивну інтеграцію доцільно реалізувати в рамках певного модуля. В залежності від налаштованих джерел інформації для інтеграції в рамках даного процесу може бути об'єднана інформація з великої кількості інформаційних ресурсів, які належать різним областям знань. Таким чином можна реалізувати трансдисциплінарну інтеграцію інформаційних ресурсів, які відображають процеси розвитку (управління станом) ОВТ.

Аналогічно, за рахунок використання модулів інтерактивного документа, можна забезпечити формування інтероперабельних протоколів підтримки мережецентричної взаємодії та взаємозв'язку між документами, інформаційними системами, базами даних та знань, які мають значну кількість міждисциплінарних відношень та створені на основі використання різних інформаційних технологій і стандартів.

Задачі багатокритеріального порівняльного аналізу належать до класу задач прийняття рішень, пов'язаних з раціональним вибором та багатокритеріальним ранжуванням [14, 15] і входять до задач 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 ОПР.

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 ОНР скрупульозної деталізації проблемної області для визначення критеріїв, альтернатив та іншої інформації. Саме цей етап може бути ефективно здійснений 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, побудованих за допомогою гіпервідношень над елементами таксономічної структури онтології та властивостями її об'єктів.

Після проведення ранжування альтернатив (об'єктів) здійснюється пост-аналіз отриманого розв'язку. На цьому етапі повинна існувати можливість додаткового дослідження об'єктів, які не посіли чільні місця у загальному рейтингу, але з огляду на специфіку конкретної військово-прикладної задачі можуть представляти інтерес для ОНР. Подібні випадки виникають в процесі аналізу 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 ОНР місце. Задача відноситься до оптимізаційних задач дискретного програмування. В якості цільової функції розглядається 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

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

При створенні ІАС існує нагальна потреба у її доповненні функціональним системним рішенням, процедури якого будуть реалізовані на засадах методології прогнозування, найбільш придатної до визначення шляхів розвитку ОВТ. В ході розробки такого рішення у вигляді певного модуля, необхідно створення засобів прогнозного оцінювання у вигляді адаптивної моделі комплексування прогнозних оцінок, набору методів прогнозування, та засобів налаштування прогнозної моделі.

Методичний базис створення модуля прогнозування у складі ІАС, містить:

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 залежить від показників, що характеризують обсяг і якість інформації про процеси розробки, експлуатації або модернізації зразків, а також від шляхів розвитку які прогноуються, правильності

формулювання завдання прогнозування й обґрунтованості вибору способу його рішення (адекватності обраного методу прогнозування).

В основу функціонування модуля прогнозування доцільно покласти перехресне прогнозування, тобто встановлення причинно-наслідкових залежностей між екзогенними змінними і їхнім впливом на прогнозований об'єкт [15].

Розширення функціональних можливостей ІАС за рахунок реалізації процесів прогнозування розвитку ОВТ надасть можливість отримати кількісні та якісні оцінки на основі аналізу темпів, пропорцій, динаміки розвитку конкретних зразків ОВТ, накопиченого в минулому досвіді, а також поточних припущень щодо очікуваного майбутнього.

Результатом обробки даних в системі, що представлена на мал. 1, та побудована на основі принципів, які наведено вище будуть:

- систематизовані за певними ознаками мережеві ресурси;
- трансдисциплінарні семантично пов'язані контексти;
- електронний перекладний словник;
- інтерактивний онтологічний документ;
- обрані об'єкти дослідження, оцінки їх ранжування та кластеризації;
- прогнозні оцінки та їх обробка за визначеними ознаками та критеріями.

### **3. Висновки і перспективи подальших досліджень**

Завдяки можливостям онтологічної інформаційно-аналітичної системи ТОДОС, що розглядається як ядро ІАС, може бути реалізований потужний моніторинг процесів розробки, експлуатації та модернізації зразків ОВТ шляхом аналізу контенту, агрегування та рейтингування величезних обсягів інформації, яка розміщена у файлових електронних колекціях текстових документів та у мережі Інтернет (за необхідністю).

Разом з тим, ефективність функціонування ІАС значно підвищиться, якщо у даних моніторингу буде відображатися у часі динаміка багатofакторних процесів, що супроводжують розвиток ОВТ, відбиваючи в собі всі нюанси характерних для цих процесів причин, факторів і зв'язків.

Подальші дослідження у цій галузі вбачається за доцільне зосередити на розробці інструментарію трансдисциплінарної підтримки рішень в галузі технічного оснащення ЗС України, який буде реалізований в перспективній ІАС ППОР ОВТ.

**Author details (in Russian)**

**Методологические аспекты построения средств моделирование и аналитическая обработка баз данных и знаний в системе управления развития вооружения и военной техники**

**Алексей Головин**

*Центральный научно-исследовательский институт вооружения и военной техники  
Вооруженных Сил Украины  
пр-т Воздухофлотский, 28, г. Киев, 03049, Украина,  
e-mail: a\_a\_golovin@ukr.net,  
к.т.н., с.н.с.,*

*начальник научно-исследовательского управления развития вооружения и военной техники  
Воздушных Сил.*

**Аннотация:** Предложено управления процессами развития вооружения и военной техники осуществлять в единой сетевой среде соответствующей информационно-аналитической системы за счет согласования механизмов взаимодействия информационных ресурсов, которые отражают различные описания ВВТ. Такое взаимодействие целесообразно построить на основе трансдисциплинарных процедур интеграции, что обеспечит синхронизацию деятельности всех участников процесса и семантическую и темпоральную синхронизацию всех категорий и понятий информационных ресурсов и цифровых активов. Формирование множества концептов, как структуры семантических единиц-понятий и формальной модели предметных знаний обеспечивается за счет применения онтологических методов. Система управления процессами обработки информации строится на основе использования таксономий, которые отражают свойства информационных процессов. В качестве корпоративной высокопроизводительной информационно-аналитической поисковой платформы, ядро которой составляет двухуровневая система индексации информационных ресурсов, предложено использование средств семантического управления и онтологического интерфейса ИТ-ТОДОС. Основные лингвистические функции, задачи обработки текста, подготовка данных к сохранению в структурах базы данных, функции мониторинга и администрирования реализуются в лингвистической подсистеме.

Формирование модели задачи выбора и решения на основе онтологии осуществляется в информационно-аналитической системе, в состав которой входят: онтологический интерфейс, модули базовой программной интеграции, модуль создания цифровой коллекции документов, средства индексирования, полиязычная синонимическая зона, модуль интерактивного взаимодействия, модуль многокритериального сравнительного анализа и модуль прогнозирования.

Приведенный в статье подход позволит реализовать мощный мониторинг процессов разработки, эксплуатации и модернизации образцов ВВТ путем анализа контента, агрегирования и рейтингования огромных объемов информации, размещенной в файловых электронных коллекциях текстовых документов.

**Ключевые слова:** онтологический интерфейс, модули базовой программной интеграции, модуль создания цифровой коллекции документов, средства индексирования, полиязычная синонимическая зона, модуль интерактивного взаимодействия, модуль многокритериального сравнительного анализа и модуль прогнозирования.

**Author details (in English)**

## **Methodological aspects of construction of methods of modeling and analytical processing of databases and knowledge management system of armament and military equipment**

**Oleksii Holovin**

*Central research institute of weapons and military equipment of the Armed Forces of Ukraine  
28, Povitroflotky ave, Kyiv, 03049, Ukraine,  
e-mail: a\_a\_golovin@ukr.net,*

*Candidate of Technical Sciences, Senior Research,  
Chief of the Directorate for Scientific Research of Armament and Military Equipment of the Air Force.*

**Abstract:** It is suggested to manage the development of weapons and military equipment in a single network environment of the relevant information and analytical system by coordinating the mechanisms of interaction of information resources, which reflect different descriptions of the armament and military equipment. Such interaction should be built on the basis of transdisciplinary integration procedures, which will ensure synchronization of activities of all participants of the process and semantic and temporal synchronization of all categories and concepts of information resources and digital assets. Formation of many concepts, as the structure of semantic units-concepts and formal model of subject knowledge is ensured by the use of ontological methods. The management of information processing processes is built on the use of taxonomies that reflect the properties of information processes. As a corporate high-performance information-analytical search platform, the core of which is a two-tier system of indexing information resources, the use of semantic control and ontological interface IT-TODOS is proposed. The main linguistic functions, tasks, word processing, data preparation to preserve the database structure, function monitoring and administration implemented in the linguistic subsystem.

The formation of the model of the problem of choice and its solution on the basis of ontology is carried out in the information-analytical system, which includes: ontological interface, modules of basic program integration, module of creation of digital document collection, indexing tools, polyemic synonymic zone, module of interactive interaction multicriteria benchmarking and forecasting module.

The approach presented in the article will allow for a powerful monitoring of the processes of development, operation and modernization of armament and military equipment by analyzing the content, aggregating and rating huge amounts of information contained in file electronic collections of text documents.

**Keywords:** ontological interface, modules of basic software integration, module of creation of digital document collection, indexing tools, polyemic synonymic zone, module of interactive interaction, module of multicriteria comparative analysis and module of forecasting.

## Використана література

1. Globa L. Increasing web services discovery relevancy in the multi-ontological environment, The series "Advances in Intelligent and Soft Computing" (AISC). – 2015, Springer. – Pp. 335-344.
2. Corcho O., Fernández-López M., Gómez-Pérez A. Ontological Engineering: What are Ontologies and How Can We Build Them?, Ontological Engineering. URL : [https://www.researchgate.net/publication/49911328\\_Ontological\\_Engineering\\_What\\_are\\_Ontologies\\_and\\_How\\_Can\\_We\\_Build\\_Them](https://www.researchgate.net/publication/49911328_Ontological_Engineering_What_are_Ontologies_and_How_Can_We_Build_Them).
3. Головін О.О., Стрижак О.Є. Окремі технологічні аспекти впровадження принципів мережецентричності в перспективні знання-орієнтовані інформаційно-аналітичні системи управління розвитком озброєння та військової техніки / О.О. Головін, О.Є. Стрижак // Озброєння та військова техніка: науково-технічний журнал / Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України. – Вип 4(20). – К.: ЦНДІ ОБТ ЗС України. 2018. – С. 19 – 25.
4. Головін О. О. Побудова мережецентричної системи підтримки процесів оснащення і розвитку ОБТ на основі використання трансдисциплінарних процедур інтеграції інформаційних ресурсів, Системи озброєння і військова техніка. – 2018. – № 4(56). – С. 81-91. URL : <https://doi.org/10.30748/soivt.2018.56.12>.
5. Guarino N. The Ontological Level, Philosophy and the Cognitive Sciences. – Vienna : Holder-Pichler-Tempsky, 1994. – p. 443-456.

6. Gruber T. R. A translation approach to portable ontology specifications / T.R. Gruber // Knowledge Acquisition. – 1993. – Vol. 5. – P. 199-220.
7. Головін О.О., Стрижак О.Є. Засоби онтологічної взаємодії у задачах військового управління, Збірник наукових праць / Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України. – Вип. 1(72). – К.: ЦНДІ ОБТ ЗС України. 2019. -С. 19 – 31.
8. Стрижак О. Є., Горбуров В. В., Франчук О. В., Попова М. А. Онтологія задачі вибору та її застосування при аналізі лімнологічних систем, Екологічна безпека та природокористування: Збірник наукових праць / редкол.: О. С. Волошкіна, О. М. Трофимчук (голов.ред.) [та ін.]. – Міністерство освіти і науки України, Київський національний університет будівництва і архітектури, НАН України Інститут телекомунікацій
9. Величко В., В. Приходнюк, А. Стрижак, К. Марков, К. Иванова, Построение таксономии документов для формирования иерархических слоев в геоинформационной системе, International Journal “Information Content and Processing”/ – Volume 2. – Number 2. 2015. Pp. 181 – 198.
10. Величко В. Ю., Попова М. А., Приходнюк В. В., Стрижак О. Є. ТОДОС – ІТ-платформа формування трансдисциплінарних інформаційних середовищ. Системи озброєння і військова техніка, 2017. №. 1(49). С. 10–19.
11. Головін О.О. Онтологічна інформаційно-аналітична підтримка процесів функціонування системи управління технологіями військового призначення / О.О. Головін // Озброєння та військова техніка: науково-технічний журнал / Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України. – Вип. 2(22). – К.: ЦНДІ ОБТ ЗС України. 2019. - С. 16 – 28. URL : [https://doi.org/1034169/2414-0651.2019.2\(22\).16-28](https://doi.org/1034169/2414-0651.2019.2(22).16-28).
12. Барендрегт Х. Лямбда-исчисление. Его синтаксис и семантика: Пер. с англ. М.: Мир, 1985. 606 с.
13. Corcho O., Fernández-López M., Gómez-Pérez A. Ontological Engineering: What are Ontologies and How Can We Build Them? [Електронний ресурс] / O. Corcho, M. Fernández-López, A. Gómez-Pérez // Ontological Engineering. URL: [https://www.researchgate.net/publication/49911328\\_Ontological\\_Engineering\\_What\\_are\\_Ontologies\\_and\\_How\\_Can\\_We\\_Build\\_Them](https://www.researchgate.net/publication/49911328_Ontological_Engineering_What_are_Ontologies_and_How_Can_We_Build_Them).
14. Емельянов С. В., Ларичев О. И. Многокритериальные методы принятия решений. – М.: Знание, 1985.
15. Довгий С.О., П.І. Бідюк, О.М. Трофимчук. Системи підтримки прийняття рішень на основі статистично-ймовірнісних методів. – Київ: Логос, 2014. – 419с.

## References

1. Globa L. (2015) Increasing web services discovery relevancy in the multi-ontological environment, The series "Advances in Intelligent and Soft Computing" (AISC), Springer. – pp. 335-344.
2. Holovin O., Strigak O. (2018) “Okremi tekhnolohichni aspekty vprovadzhennia pryntsyviv merezhetsentrychnosti v perspektyvni znannia-orientovani informatsiino-analitychni systemy upravlinnia rozvytkom ozbroiennia ta viiskovoi tekhniki” [Selected technological aspects of the implementation of the principles of network-centricity in perspective knowledge-oriented information-analytical systems for the management of the development of weapons and military equipment], Weapons and military equipment: scientific journal, Central research institute of weapons and military equipment of the armed forces of Ukraine, No. 4(20), pp. 19 – 25. (in Ukraine).
3. Holovin O. (2018) “Pobudova merezhetsentrychnoi systemy pidtrymky protsesiv osnashchennia i rozvytku OVT na osnovi vykorystannia transdystyplinarykh protsedur intehratsii informatsiinykh resursiv” [Construction of a network-centric system of support for the processes of equipment and development of military-industrial], Systems weapons and military equipment, No. 4(56), pp. 81-91. <https://doi.org/10.30748/soivt.2018.56.12>. (in Ukraine).

4. Guarino N. (1994) *The Ontological Level, Philosophy and the Cognitive Sciences*. – Vienna : Holder-Pichler-Tempsky, 1994. – p. 443-456.
5. Gruber T. R. (1993) *A translation approach to portable ontology specifications Knowledge Acquisition*. – Vol. 5. – P. 199-220.
6. Holovin O., Stryzhak O. (2019) “Zasoby ontolohichnoi vzaiemodii u zadachakh viiskovoho upravlinnia” [Means of ontological interaction in military management task], *Weapons and military equipment: scientific journal, Central research institute of weapons and military equipment of the armed forces of Ukraine*, No. 1(72), pp. 19 – 31. (in Ukraine).
7. Stryzhak O., Gorborukov V., Franchuk O., Popova M. “Ontolohiia zadachi vyboru ta yii zastosuvannia pry analizi limnologichnykh system” [Ontology of the problem of choice and its application in the analysis of limnological systems], *Environmental safety and environmental management*. (in Ukraine)].
8. Holovin O., Stryzhak O. (2019) “Zasoby ontolohichnoi vzaiemodii u zadachakh viiskovoho upravlinnia” [Means of ontological interaction in military management task], *Weapons and military equipment: scientific journal, Central research institute of weapons and military equipment of the armed forces of Ukraine*, No. 1(72), pp. 19 – 31. (in Ukraine).
9. Velichko V., Prihodniuk V., Stryzhak O., Markov K., Ivanova K., (2015) “Postroenie taksonomii dokumentov dlya formirovaniya ierarhicheskikh sloev v geoinformacionnoj sisteme” [Building a taxonomy of documents for the formation of hierarchical elements in a geographic information system], *International Journal “Information Content and Processing”*/ - Volume 2. – Number 2. Pp. 181 – 198. (in Russia).
10. Velichko V., Popova M., Prihodniuk V., Stryzhak O., (2017) “IT-platforna formuvannya transdisciplinarnih informacijnih seredovisch” [IT-platform for creating transdisciplinary inform] *Weapons systems and military equipment*, No. 1(49). pp. 10–19. (in Ukraine).
11. Holovin O. (2019) “Ontolohichna informatsiino-analitychna pidtrymka protsesiv funktsionuvannia systemy upravlinnia tekhnolohiiamy viiskovoho pryznachennia” [Ontological information and analytical support for the processes of operation of the military technology management system], *Weapons and military equipment: scientific journal, Central research institute of weapons and military equipment of the armed forces of Ukraine*, 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). (in Ukraine).
12. Barendregt H. (1985) “Lambda-ischislenie. Ego sintaksis i semantika” [Lambda healing. Its syntax and semantics], 606 p.
13. Corcho O., Fernández-López M., Gómez-Pérez A. *Ontological Engineering: What are Ontologies and How Can We Build Them?*, *Ontological Engineering*: [https://www.researchgate.net/publication/49911328\\_Ontological\\_Engineering\\_What\\_are\\_Ontologies\\_and\\_How\\_Can\\_We\\_Build\\_Them](https://www.researchgate.net/publication/49911328_Ontological_Engineering_What_are_Ontologies_and_How_Can_We_Build_Them).
14. Emelyanov S., Larichev O. (1985) “Mnogokriterial'nye metody prinyatiya reshenij” [Multicriteria decision-making methods]. (in Russia).
15. Dovgiy S., Biduk P., O.M. Trofimchuk O. (2014) “Systemy pidtrymky pryiniattia rishen na osnovi statystychno-ymovirnisnykh metodiv” [Decision support systems based on statistically probabilistic methods] – Kiev: 419 p. (in Ukraine).



© 2019 by the authors; Social development & Security, Ukrainian. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CCBY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).