

УДК 004.4



Є. Ю. Семенко

ОНТОЛОГІЧНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ СУПРОВОДЖЕННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ ВАНТАЖІВ СИЛАМИ НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ

Подано формалізацію процесів супроводження спеціальних вантажів силами Національної гвардії України на основі онтологічного підходу. Для цього визначено загальні вимоги, наведено теоретичні основи та основні етапи побудови онтології процесів супроводження спеціальних вантажів силами Національної гвардії України. З урахуванням запропонованої онтології розроблено онтологічну модель процесів супроводження спеціальних вантажів силами Національної гвардії України.

Ключові слова: онтологія, Національна гвардія України, супроводження спеціальних вантажів, інформаційно-аналітична система, онтологічний підхід, таксономія, когнітивні сервіси, перевезення.

Постановка проблеми. На сьогодні найперспективнішим напрямом розвитку Національної гвардії України (НГУ) є забезпечення безперервного, оперативного, прихованого та стійкого управління частинами та підрозділами під час реалізації покладених на них функцій [1] шляхом запровадження інформаційно-аналітичної системи (ІАС), яка має відповідати встановленим вимогам. Однією із таких функцій НГУ є супроводження спеціальних вантажів. Однак наразі під час реалізації цих функцій (і, зокрема, при супроводженні спеціальних вантажів силами НГУ) прийняття відповідних управлінських рішень ускладнено проблемою великих даних (Big Data) [2]. Її вирішення вимагає застосування сучасних підходів, які дають змогу описувати та обробляти великі обсяги неструктурованої інформації, наприклад, таких як онтологічний підхід [3, 4].

На необхідність розроблення таких систем вказано в нещодавно прийнятих в Україні нормативно-правових актах, а саме: у Стратегії національної безпеки (затвердженої Указом Президента України від 26.05.2015 р. № 287/2015), у Концепції розвитку сектору безпеки і оборони України (затвердженої Указом Президента України від 14.03.2016 р. № 92/2016), у Стратегічному оборонному бюлетені (схваленому Указом Президента

України від 06.06.2016 р. № 240/2016). Вони призначені для підтримання прийняття управлінських рішень шляхом наочного й оперативного подання всієї необхідної сукупності даних користувачам, відповідальним за аналіз стану справ і прийняття управлінських рішень (у тому числі й під час супроводження спеціальних вантажів силами НГУ).

Проте в НГУ на сьогодні не має ІАС, яка б забезпечувала підтримання прийняття ефективних рішень у процесі планування і реалізації покладених на неї оперативних завдань (включаючи супроводження спеціальних вантажів силами НГУ), використовуючи при цьому всі необхідні інформаційні джерела.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За тематикою статті проведено цілу низку досліджень як в Україні, так і за її межами. Так, у публікаціях [5–12] авторами розглянуто підходи щодо побудови онтологій та напрямів їх застосування. У статтях [13–16] розроблено та досліджено онтологічні моделі для різних предметних областей. Сутність та деякі сфери застосування онтологічного підходу розкрито у працях [17, 18]. Питанням удосконалення інформаційно-аналітичного забезпечення приділено увагу у наукових працях [19–25]. У

законодавчих документах [26–40] висвітлено окремі питання супроводження спеціальних вантажів силами НГУ.

Однак у цих дослідженнях практично не приділено уваги питанням формалізації процесів супроводження спеціальних вантажів силами НГУ на основі онтологічного підходу.

Метою статті є формалізація процесів супроводження спеціальних вантажів силами НГУ на основі онтологічного підходу.

Виклад основного матеріалу. *Основні вимоги до онтології процесів супроводження спеціальних вантажів силами Національної гвардії України.* Як було встановлено у публікаціях [3, 12, 20], головним завданням будь-якої ІАС є отримання інформації та її перетворення, оброблення й аналіз, яке реалізується на основі використання певних ієрархій, що відображають властивості інформаційних процесів як складових операційного середовища ІАС. Від оптимального визначення та динаміки формування ієрархій взаємодії компонентів операційного середовища ІАС певним чином залежить ефективність її використання. Через це дуже важливо мати певні інструменти, за допомогою яких можна доволі ефективно спроектувати та реалізувати механізми управління ієрархією, яка відображає взаємодію усіх компонентів ІАС. Одним із таких інструментів може бути онтологія, яка в своїй інформаційній основі має механізм динамічного формування та використання ієрархій у вигляді певних таксономій.

Онтології процесів супроводження спеціальних вантажів силами НГУ мають відповідати таким основним вимогам [3, 12]: елементи онтології повинні бути організовані у вигляді ієрархічної структури скінченної множини понять, що описують задану предметну область; структура онтології має бути подана множиною дводольних графів, вершинами якого є поняття, а дугами – семантичні відношення між ними; поняття і відношення в онтології мають інтерпретуватися відповідно до загальнозначущих функцій інтерпретації, узятих з електронних джерел знань заданої предметної області; визначення понять і відношень повинні виконуватися на основі аксіом і обмежень їхньої області дії; функції інтерпретації та аксіоми мають бути описані мовою формальної теорії.

Онтологія процесів супроводження спеціальних вантажів силами Національної

гвардії України. Типова онтологія складається із описів інтерпретаційних функцій (що характеризують властивості об'єкта і формують онтологію) та інформаційних описів (з урахуванням об'єктно-орієнтованих процедур формалізації). У зв'язку з цим саме представлення інформаційної моделі в середовищі ІАС НГУ у вигляді певної онтології є виправданим та необхідним шляхом [2, 3, 4, 11, 17].

Онтологічна методологія побудована на основі об'єктно-орієнтованого підходу, для якого предметну прикладну область описують як сукупність об'єктів, а процес взаємодії між ними – за допомогою семантичного зв'язування висловлювань, тверджень та суджень [2, 3, 4].

Відповідно до цієї методології стисло розглянемо основні теоретичні положення, що необхідні для подальшого викладення і розуміння сутності запропонованого в статті підходу.

Об'єкт – це деяка реальна або абстрактна сутність, якій притаманні свій стан, поведінка й індивідуальність. Стан об'єкта описується сукупністю його властивостей, а його поведінка характеризується взаємодією з іншими об'єктами та подана функціями (методами). Саме сукупність методів формує інтерфейс об'єкта. Індивідуальність об'єкта відображається такими властивостями, які характерні тільки для нього.

Створення необхідного операційного середовища ІАС НГУ передбачає розгляд двох типів ієрархічної взаємодії між об'єктами – агрегації та зв'язків. Агрегація відображає характер відношень між цілим і його частиною (та є відповідною таксономією, тобто ієрархією об'єктів). Рівноправні відношення між об'єктами – це зв'язки, через які вони взаємодіють один з одним.

Відповідно до логіки викладення комп'ютерна онтологія певної предметної області буде подана як певна непуста множина об'єктів, що має відповідати таким основним вимогам: організація об'єктів повинна бути ієрархічною структурою зі скінченною множиною понять, що використано для опису заданої предметної області; для опису понять і відношень використовуються аксіоми та обмеження; опис аксіом та функцій інтерпретації має бути мовою формальної теорії; інтерпретація понять і відношень повинна здійснюватися на основі її загальнозначущих функцій (які знаходяться в електронних джерелах знань певної предметної

області); бажане подання структури як множини дводольних графів (вершини яких – це поняття, а дуги – семантичні відношення між цими поняттями).

Формальне представлення онтології предметної області [2, 3, 4]:

$$Q = \langle K, S, I, A, K_d, O \rangle, \quad (1)$$

де K – кінцева множина концептів із операційного середовища ІАС НГУ; S – кінцева множина семантично значущих властивостей (відношень) між концептами; I – кінцева множина функцій інтерпретації; A – кінцева множина аксіом; K_d – множина додаткових визначень концептів; O – множина обмежень; V – множина властивостей концептів.

Для відображення певної ієрархії взаємодії концепту використовуються таксономії (як системні компоненти онтологічної системи) [2, 3, 4]. Ця ієрархія є бінарними відношеннями, що характеризують взаємодію між концептами онтології. Під таксономією розуміють непусту підмножину T множини концептів K онтології Q , над якими задано відношення упорядкованості $S_t, S_t \subset S | S_t \neq \emptyset$. У випадку, коли для множини концептів K задане множинне бінарне слабе відношення упорядкованості \tilde{l} , тоді таксономія формально може бути описана так [2, 3, 4]:

$$T = \{t \in K | \exists g (g \in K): k\tilde{l}g \vee g\tilde{l}k\}, \quad (2)$$

де \tilde{l} ($\tilde{l} \in S_t \subseteq S$) – бінарне відношення для визначення часткового порядку множини T .

Як видно з визначення (1), правила оперування інформацією у процесі взаємодії на основі використання онтологій залежать від аксіоматичних визначень її тематичного профілю та функціональних інтерпретацій властивостей концептів, на основі використання яких конструюються певні твердження та висловлювання. Ці правила можна подати у вигляді пропозиційних формул, які інтерпретуються у форматі вказаних тверджень і висловлювань. У зв'язку з цим і аксіоматичні, і функціональні атрибути онтологій можуть бути подані у вигляді формулювання тверджень у форматі певних правил. Виділимо дві групи правил. *Тавтологічні* – завжди істинні висловлювання та твердження, які визначають взаємовідносини понять конкретної тематики. Вони зазвичай відіграють роль аксіом у предметній області.

Предикативні – висловлювання та твердження, які щодо визначення їхньої істинності можуть приймати одне із двох значень, а саме: «ТАК» чи «НІ», тобто мають дихотомічний характер.

Однак усі правила, як тавтологічні, так і предикативні, формуються на основі концептів, що складаються із певних послідовностей символів скінченної довжини. Всі концепти, що складають зазначені правила, також мають певні контекстні визначення. Крім того, контексти, які семантично визначають концепти, що є пропозиційними змінними, також характеризують їх як дихотомічні. А це означає, що кожне висловлювання, яке формується на основі концептів онтології у вигляді виразу (1), характеризується одним із двох значень, тобто відповідає на довільні запитання у форматі «ТАК» чи «НІ».

Згідно з виразом (1) важливу роль у створенні онтологічної системи кожного нарративу [2, 3, 4, 17] відіграє множина властивостей та відношень, елементи якої беруть участь у процесах її утворення. Інакше кажучи, включення до операціонального простору [3, 4, 11], що визначає можливі дії користувачів, предметних функцій онтологічної системи нарративу певної предметної області, конструктивно задає напрям вивчення його теоретичних та практичних положень і формування у користувачів предметних компетенцій. Ці функції є якісним відображенням властивостей понять, що викладаються у нарративі.

Отже, онтологічна система є якісною складною моделлю, що відображає стани взаємодії концептів теорії, положення якої викладаються у нарративі, у вигляді певної множинної упорядкованості контекстів понятійної системи [3, 4, 11, 17].

Онтологія охоплює більш широкую сферу, ніж деталізований набір понять та відношень. Онтологія є відображенням певної теорії та може бути подана як активна система знань, що містить множину об'єктів, пов'язаних з описами, а також формальні аксіоми, які обмежують інтерпретацію та спільне вживання цих термінів. Онтологію можна розглядати як певну експліцитну концептуалізацію логічної теорії, деякого числення з певними правилами. Ця теорія дає змогу систематизувати категорії дійсності як такі, що виражаються мовою значень певних тверджень і висловлювань [2, 3, 4] та які є у змісті нарративних описів.

Основні етапи розроблення онтології процесів супроводження спеціальних вантажів силами Національної гвардії України. Для створення онтології процесів супроводження спеціальних вантажів силами НГУ як вихідні дані було використано: всі закони України, укази Президента України, постанови та розпорядження Кабінету Міністрів України, накази Міністерства Внутрішніх справ України та інші нормативні документи, що регламентують діяльність НГУ з питань супроводження спеціальних вантажів, а також монографії, підручники, навчально-методичні посібники, звіти з науково-дослідних робіт та публікації у періодичних наукових фахових виданнях України.

На рисунку 1 показано фрагмент складу сформованого індексного простору в межах опису процесів супроводження спеціальних вантажів силами НГУ.

На рисунках 2 та 3 проілюстровано приклади формування запитів у індексному просторі за напрямом супроводження спеціальних вантажів силами НГУ.

Побудова онтології процесів супроводження спеціальних вантажів силами НГУ зводиться до послідовної декомпозиції діяльності

відповідної посадової особи. Процес вирішення певної задачі є об'єктом онтології. Цей процес розбивається на підпроцеси, пов'язані з батьківським процесом відношенням «частина-ціле». Кожен з підпроцесів, за необхідності, також розбивається на відповідні складові. В результаті конкретна структура онтології процесу визначається структурою діяльності посадової особи й експертом, який здійснює декомпозицію (див. рис. 4).

Крім зв'язків «частина-ціле», в онтології можуть бути внесені інші типи зв'язків, що задають додаткові обмеження на виконання процесу. Такими обмеженнями можуть бути залежність одного процесу від результатів виконання іншого, заборона на виконання певних процесів одночасно тощо.

У межах підпроцесів найнижчого рівня описуються кроки – атомарні з позиції користувача дії, такі як: зчитування інформації з файлу або сховища даних, уведення параметра обчислення, запуск процедури обчислення та ін. Для виконання кроку користувачеві має бути наданий елемент керування – поле введення, кнопка тощо, тому формат опису кроків повинен бути зрозумілий модулю інтерпретації онтологій процесу (див. рис. 7).

Index of /restricted/national_guard/Різне

| Name | Last modified | Size | Description |
|---|------------------|------|-------------|
| Додаток Д (Оцінювання СОО).doc | 2021-05-25 04:16 | 875K | |
| Додаток П (документи).doc | 2021-05-25 04:16 | 54K | |
| Пзвання/ | 2021-05-25 04:18 | - | |
| Инф20 техн в проф діяльн2019 Ч1.doc | 2021-05-25 04:16 | 4.7M | |
| Концепт_я_інформатизації_MBC.doc | 2021-05-25 04:16 | 57K | |
| НДР/ | 2021-05-25 04:19 | - | |
| ОГП_2019_.rar | 2021-05-25 04:16 | 258K | |
| ОГП_2021_.7z | 2021-05-25 04:16 | 1.4M | |
| П О Л О Ж Е Н Н Я.doc | 2021-05-25 04:16 | 54K | |
| Посібник_ТПВ/ | 2021-05-25 04:21 | - | |
| Про затвердження Положення про військові частини і підрозділи_вїд_16.06.2014_№_567.html | 2021-05-25 05:02 | 49K | |
| Про затвердження Положення про о..._вїд_16.07.2014_№_681.html | 2021-05-25 04:16 | 103K | |
| Про затвердження Положення про о..._вїд_16.07.2014_№_681_files/ | 2021-05-25 04:19 | - | |
| Про затвердження Положення про єдину цифрову віломчу телекомунікаційну мережу МВС_вїд_17.02.2015_№_169.html | 2021-05-25 04:16 | 104K | |
| Про затвердження Положення про єдину цифрову віломчу телекомунікаційну мережу МВС_вїд_17.02.2015_№_169_files/ | 2021-05-25 04:19 | - | |
| Пропозицї_НГУ_для_КМЕС_1_13_07_20.docx | 2021-05-25 04:16 | 38K | |
| Розпорядження КНГУ вїд_28.12.2019_№_Р-40_Про_встановлення_форм_звітності_зі_СБД_з_ОГП.pdf | 2021-05-25 04:16 | 459K | |
| Системы_полнцейской_информации_и_разведки.pdf | 2021-05-25 04:16 | 691K | |
| Словник_Шмакова/ | 2021-05-25 04:19 | - | |
| Стратегія_НГУ/ | 2021-05-25 04:20 | - | |
| масов_безпорядкї/ | 2021-05-25 04:20 | - | |

Рисунок 1 – Фрагмент складу сформованого індексного простору в межах опису процесів супроводження спеціальних вантажів силами НГУ

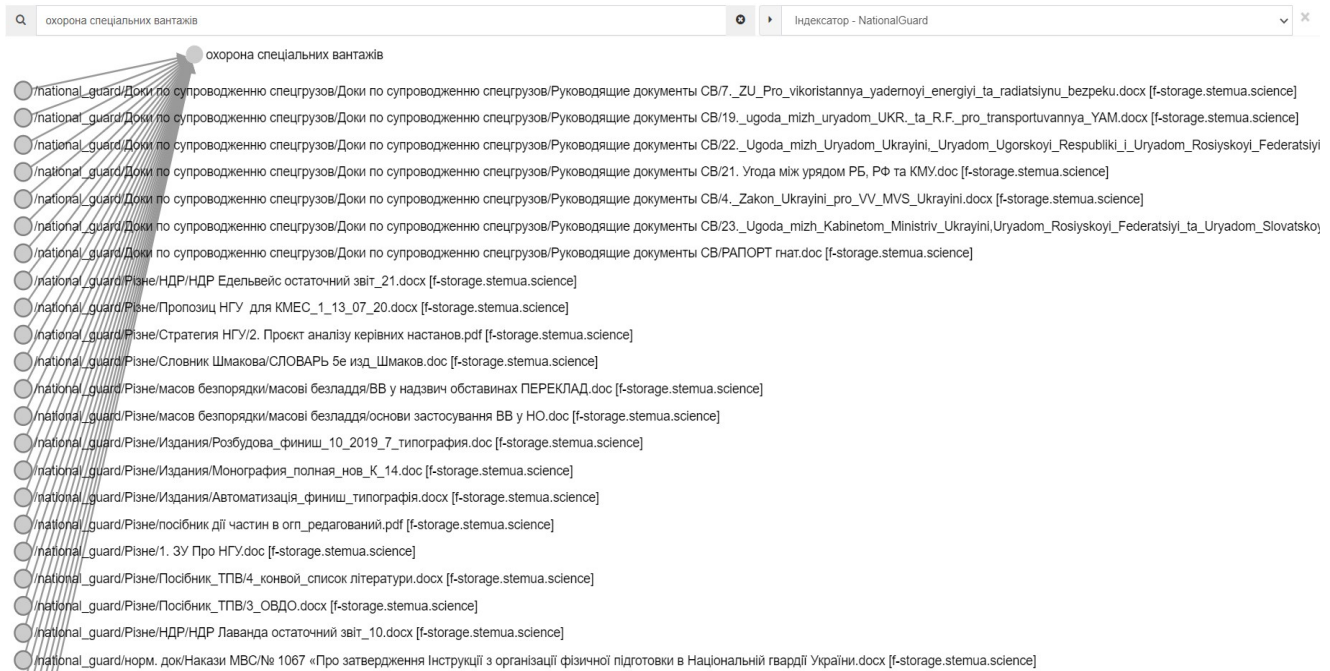


Рисунок 2 – Відображення індексного простору за умови запити «охорона спеціальних вантажів»

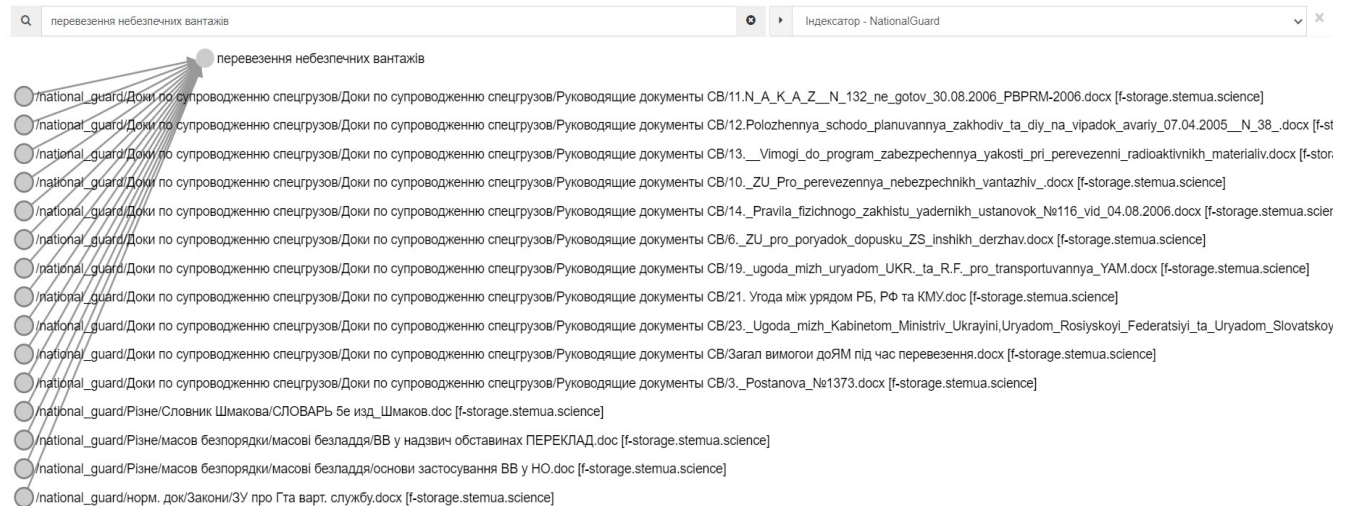


Рисунок 3 – Відображення індексного простору за умови запити «перевезення небезпечних вантажів»

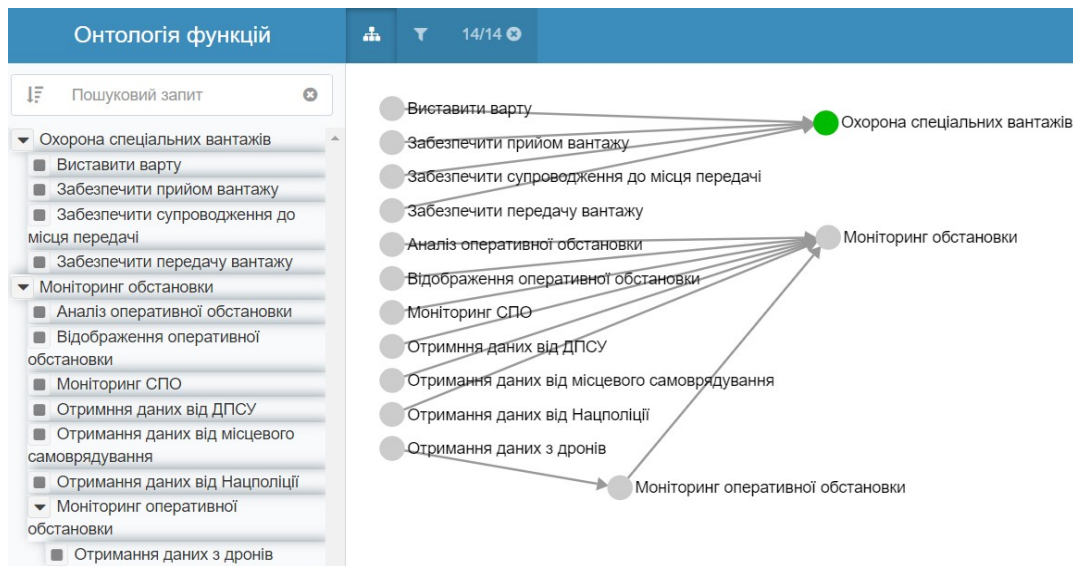


Рисунок 4 – Приклад декомпозиції процесів під час супроводження спеціальних вантажів силами НГУ

Кожне з обмежень є певним типом зв'язків між об'єктами (рис. 5, 6).

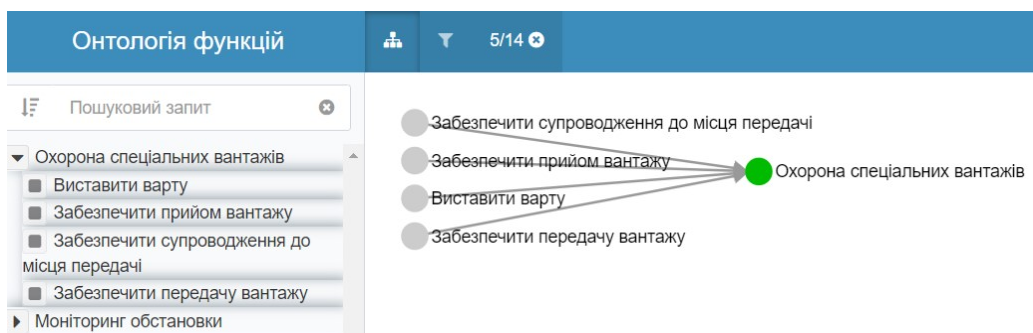


Рисунок 5 – Взаємозв'язки в онтології на рівні охорони спеціальних вантажів

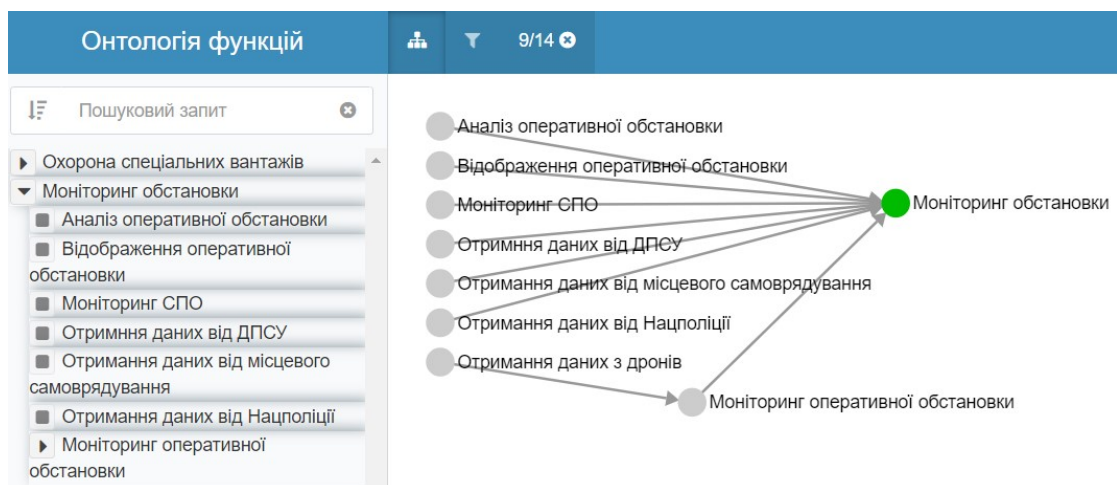


Рисунок 6 – Взаємозв'язки в онтології на рівні моніторингу обстановки під час супроводження спеціальних вантажів силами НГУ



Рисунок 7 – Фрагмент онтологічного представлення процесів супроводження спеціальних вантажів силами НГУ у ієрархічному фільтрі

Сформована онтологія процесів супроводження спеціальних вантажів силами НГУ дає змогу перейти до побудови онтологічної моделі зазначеної у цьому пункті предметної області.

Основні складові онтологічної моделі процесів супроводження спеціальних вантажів силами Національної гвардії України. З огляду програмної інженерії програмна система розглядається як набір описів, поданих у вигляді математичних моделей, формалізмів і технік моделювання, основою яких є онтологічна модель. До онтологічної моделі ІАС процесів супроводження спеціальних вантажів силами НГУ належать інформаційна та функціонально-компонентна моделі.

Інформаційну модель використовують для подання і опису потоків інформації, структур даних, а також програмних модулів у програмній системі.

Узагальнена інформаційна модель програмної системи розв'язання задач ранжування S_A є деякою скінченною сукупністю програмних модулів S_{A_i} , що інтегруються в інформаційно-аналітичну систему Поліедр, і має вигляд

$$S_A = \sum_{i=1}^n S_{A_i}. \quad (3)$$

Сукупність модулів можна розглядати як окрему незалежну систему, що створюється за технологією Поліедр:

$$S_A = \{S_{MO}, S_{MT}, S_{OA}, S_{AL}, S_{CO}\}, \quad (4)$$

де S_{MO} – модуль, що відповідає за інформаційне зображення онтологічного графа та базові операції над ним. Множина функцій цього модуля має вигляд

$$F_{MO} = \{F_1^{SMO}, F_2^{SMO}, F_3^{SMO}, F_4^{SMO}, F_5^{SMO}, F_6^{SMO}, F_7^{SMO}, F_8^{SMO}, F_9^{SMO}\}, \quad (5)$$

де F_1^{SMO} – завантаження онтологічної моделі із підтримуваних форматів даних (XML та JSON); F_2^{SMO} – знаходження вузла графа за його унікальним ідентифікатором; F_3^{SMO} – знаходження вузла (та його унікального ідентифікатора) за іменем; F_4^{SMO} – долучення вузла до графа; F_5^{SMO} – вилучення вузла із графа; F_6^{SMO} – знаходження дочірніх елементів певного вузла графа; F_7^{SMO} – знаходження батьківських елементів певного вузла графа; F_8^{SMO} – читання та редагування властивостей вершини онтологічного графа; F_9^{SMO} – вивантаження онтологічної моделі в один із підтримуваних форматів (JSON); S_{MT} – модуль, що відповідає за модель інформаційного подання процесів супроводження спеціальних вантажів силами НГУ. Цей модуль складається з S_{MTA} та S_{MTC} :

$$S_{MT} = \{S_{MTA}, S_{MTC}\}, \quad (6)$$

де S_{MTA} – модуль, що відповідає за модель інформаційного подання процесів супроводження спеціальних вантажів силами НГУ. Множина функцій такого модуля має вигляд

$$F_{MTA} = \{F_1^{S_{MTA}}, F_2^{S_{MTA}}, F_3^{S_{MTA}}, F_4^{S_{MTA}}, F_5^{S_{MTA}}, F_6^{S_{MTA}}\}, \quad (7)$$

де $F_1^{S_{MT}}$ – долучення альтернативи до певного контейнера; $F_2^{S_{MTA}}$ – вилучення альтернатив(и); $F_3^{S_{MTA}}$ – знаходження альтернативи за її унікальним ідентифікатором; $F_4^{S_{MTA}}$ – знаходження альтернативи (та його унікального ідентифікатора) за іменем; $F_5^{S_{MTA}}$ – завантаження та вивантаження об'єктів із підтримуваних форматів даних; $F_5^{S_{MT}}$ – читання, встановлення та редагування властивостей об'єктів (альтернатив), що можуть бути задіяні як критеріальні значення чи дані для їх обчислень; S_{MTC} – модуль, що відповідає за модель інформаційного подання критеріїв у задачі опису процесів супроводження спеціальних вантажів силами НГУ. Множина функцій цього модуля має вигляд

$$F_{MTC} = \{F_1^{S_{MTC}}, F_2^{S_{MTC}}, F_3^{S_{MTC}}, F_4^{S_{MTC}}, F_5^{S_{MTC}}\}, \quad (8)$$

де $F_1^{S_{MTC}}$ – створення критеріальних об'єктів за допомогою вхідного списку; $F_2^{S_{MTC}}$ – долучення критерію до певного контейнера; $F_3^{S_{MTC}}$ – вилучення критерію (їв); $F_4^{S_{MTC}}$ – редагування критеріїв (встановлення ваг, напряму оптимізації тощо); $F_5^{S_{MTC}}$ – знаходження критерію за його унікальним ідентифікатором; S_{OA} – модуль, що відповідає за аналіз онтологічного графа на основі його інформаційної моделі, що подана модулем S_{MO} . Цей модуль складається з S_{TA} та S_{PI} :

$$S_{OA} = \{S_{TA}, S_{PI}\}, \quad (9)$$

де S_{TA} – модуль, що відповідає за таксономічний аналіз онтографа та виокремлення підмножини вершин, що можуть бути задіяні як альтернативи. Множина функцій цього модуля має вигляд

$$F_{TA} = \{F_1^{S_{TA}}, F_2^{S_{TA}}, F_3^{S_{TA}}, F_4^{S_{TA}}\}, \quad (10)$$

де $F_1^{S_{TA}}$ – визначення альтернатив на основі таксономії. За замовчуванням такими вважають однорідні об'єкти нижнього рівня ієрархії; $F_2^{S_{TA}}$ – маркування допустимих вершин на основі початкової множини «білих» вузлів, тобто тільки їхні дочірні вузли мають бути включені у розгляд; $F_3^{S_{TA}}$ – маркування допустимих вершин на основі початкової

множини «чорних» вузлів, тобто всі їхні дочірні вузли мають бути виключені з розгляду; $F_4^{S_{TA}}$ – фільтрація вершин на основі вузла(ів) більш високого рівня ієрархії; S_{PI} – модуль, що відповідає за знаходження властивостей об'єктів, які можуть бути застосовані для критеріальних оцінок. Множина функцій цього модуля має вигляд

$$F_{PI} = \{F_1^{S_{PI}}, F_2^{S_{PI}}\}, \quad (11)$$

де $F_1^{S_{PI}}$ – виокремлення «критеріальних» властивостей та їх характеристик із вершин онтографа; $F_2^{S_{PI}}$ – створення (оновлення) критеріїв у моделі задачі ранжування; S_{AL} – набір модулів, що відповідають за безпосереднє розв'язання задачі ранжування. Множина функцій цього модуля S_{AL} має вигляд

$$F_{AL} = \{F_1^{S_{AL}}, F_2^{S_{AL}}, F_3^{S_{AL}}, F_4^{S_{AL}}, F_4^{S_{AL}}\}, \quad (12)$$

де $F_1^{S_{AL}}$ – обчислення вагових коефіцієнтів критеріїв; $F_2^{S_{AL}}$ – обчислення критеріальних значень, якщо для критеріїв задано спосіб їхньої інтерпретації; $F_3^{S_{AL}}$ – нормалізація критеріальних значень альтернатив у спільну шкалу; $F_4^{S_{AL}}$ – функції обчислення (залежно від конкретного методу) для обчислення «рейтингового» значення альтернатив, що застосовуються для їх ранжування; $F_5^{S_{AL}}$ – ранжування та встановлення певного «рейтингового» значення альтернативам на основі агрегації результату обчислень задіяних для розв'язання математичних методів ранжування альтернатив; S_{CL} – набір модулів (контролерів), що відповідають за підготовку даних для відображення у веб-інтерфейсі користувача та за оброблення його запитів до системи. За необхідності контролери для виконання своїх завдань використовують інші допоміжні модулі-сервіси. Множина функцій цих модулів має вигляд

$$F_{CL} = \{F_1^{S_{CL}}, F_2^{S_{CL}}, F_3^{S_{CL}}, F_4^{S_{CL}}, F_5^{S_{CL}}, F_6^{S_{CL}}, F_7^{S_{CL}}, F_8^{S_{CL}}\}, \quad (13)$$

де $F_1^{S_{CL}}$ – визначення множини альтернатив; $F_2^{S_{CL}}$ – фіксація набору критеріїв та задання їх способу інтерпретації; $F_3^{S_{CL}}$ – задання діапазону, в якому критерії можуть приймати значення (максимальна та мінімальна оцінки); $F_4^{S_{CL}}$ – визначення напряму оптимізації критеріїв; $F_5^{S_{CL}}$ – задання важливостей

критеріїв за допомогою передбачених способів; F_6^{SCL} – визначення системи переваг; F_7^{SCL} – фільтрація та пошук об'єктів; F_8^{SCL} – підготовка та шаблонізація даних для їх подання до веб-інтерфейсу.

Функціонально-компонентну модель використовують для подання взаємодій, відношень і залежностей програмних модулів, а також для детального опису компонентів системи. Узагальнено цю модель для програмного комплексу розв'язання задач ранжування альтернатив можна подати у вигляді структури

$$S_R = \langle M_D, M_S, M_p \rangle, \quad (14)$$

де M_D – модель, що задає поведінку системи; M_S – модель, що задає структуру системи; M_p – модель, що задає структуру програмних сутностей.

Модель поведінки системи має таку структуру:

$$M_D = \langle d_{use}, d_{act}, d_{seq} \rangle, \quad (15)$$

де d_{use} – UML-діаграма варіантів використання системи розв'язання задач ранжування альтернатив; d_{act} – UML-діаграма активності системи розв'язання задач ранжування альтернатив; d_{seq} – UML-діаграма взаємодії системи розв'язання задач ранжування альтернатив.

Модель структури системи має вигляд

$$M_S = \langle d_{class}, req \rangle, \quad (16)$$

де d_{class} – діаграма класів системи розв'язання задачі ранжування альтернатив за сукупністю показників; req – технічне завдання на проєктування системи розв'язання задач ранжування альтернатив.

Отже, розглянуто основні складові онтологічної моделі процесів супроводження спеціальних вантажів силами Національної гвардії України, яка на відміну від існуючих дає змогу врахувати особливості процесів супроводження спеціальних вантажів силами НГУ.

Висновки

Таким чином, у статті запропоновано науково-методичне підґрунтя для розроблення методу формування архітектури інформаційно-аналітичної системи для підтримання та прийняття рішень щодо застосування сил

Національної гвардії України під час супроводження спеціальних вантажів, а саме – побудовано онтологію та онтологічну модель процесів супроводження спеціальних вантажів силами Національної гвардії України. Відмінністю запропонованої онтологічної моделі від відомих є урахування специфіки та сутності процесів супроводження спеціальних вантажів силами Національної гвардії України.

У подальших дослідженнях планується розробити метод формування архітектури інформаційно-аналітичної системи для підтримання та прийняття рішень щодо застосування Національної гвардії України під час супроводження спеціальних вантажів.

Перелік джерел посилання

1. Про Національну гвардію України : Закон України від 13.03.2014 р. № 876-VII. *Відомості Верховної Ради України*. 2014. № 17. Ст. 594. URL: <https://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/876-18> (дата звернення: 12.01.2022).
2. Transdisciplinary Fundamentals of Information-Analytical Activity/ S. Dovgyi et al. *Advances in Information and Communication Technology and Systems*. MCT 2019. *Lecture Notes in Networks and Systems*. Cham : Springer, 2021. Vol. 152.
3. Стрижак О. Є. Онтологічні інформаційно-аналітичні системи. *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. 2014. № 3 (67). С. 71–76.
4. Величко В. Ю., Малахов К. С., Семенков В. В., Стрижак А. Е. Комплексные инструментальные средства инженерии онтологий. *International Journal «Information Models and Analyses»*. 2014. Vol. 3. № 4. P. 336–361.
5. Гриценко В. І., Гладун А. Я., Рогушина Ю. В. Моделі та методи використання семантичних Wiki-ресурсів як джерела знань для поповнення формальних онтологій предметних областей. *Кибернетика и вычислительная техника*. 2018. № 2 (192). С. 23–43.
6. Піднебесна Г. А. Онтології та їх значення для розвитку сучасних інформаційних технологій. *Індуктивне моделювання складних систем*. 2017. Вип. 9. С. 184–187.
7. Mezati M., Foudil C., Cédric S., Véronique G. An Ontology for Semantic Modelling of Virtual World. *International Journal of Artificial Intelligence*. 2015. Vol. 6. № 1. P. 65–74.
8. Скобелев П. О. Онтологии деятельности для ситуационного управления предприятиями в

реальному часу. *Онтологія проектування*. 2012. №1. С. 6–39.

9. Pidnebesna H. On Constructing Ontology of the GMDH-based Inductive Modeling Domain. *Proc. of 8th International Workshop on Inductive Modeling*. 2017. P. 511–513.

10. Балашева И. Ю. Построение и исследование предметной онтологии электронного обучения. *Программные продукты и системы*. 2014. № 3(17). С. 26–31.

11. Горборуков В. В., Стрижак О. Є., Франчук О. В. Використання онтологій у системах підтримки прийняття рішень. *Математичне моделювання в економіці*. 2013. № 4. С. 33–39.

12. Яковлев М. Ю., Семенко Є. Ю., Герасимов С. В. Онтологічна модель інформаційно-аналітичної системи Національної гвардії України. Актуальні питання забезпечення службово-бойової діяльності військових формувань та правоохоронних органів: зб. тез доп. наук.-практ. конф., м. Харків, 29 жовт. 2021 р. Харків : НА НГУ, 2021. С. 345.

13. Буров Є. В. Ефективність застосування онтологічних моделей для побудови програмних систем. *Математичні машини і системи*. 2013. № 1. С. 44–55.

14. Палагін О. В., Петренко М. Г. Модель категоріального рівня мовноонтологічної картини світу. *Математичні машини і системи*. 2006. № 3. С. 91–104.

15. Stryzhak O., Prychodniuk V., Podlipaiev V. Model of Transdisciplinary Representation of GEOspatial Information. *Lecture Notes in Electrical Engineering*. Cham : Springer, 2019. P. 34–75. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-16770-7_3.

16. Крытый С. Л. Формализованные онтологические модели в научных исследованиях. *Управляющие системы и машины*. 2016. № 3. С. 4–15.

17. Development of an Oceanographic Databank Based on Ontological Interactive Documents / O. Stryzhak et al. *Lecture Notes in Networks and Systems*. Cham : Springer, 2021. P. 97–114. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-80126-7_8.

18. Палагін А. В., Крытый С. Л., Петренко Н. Г. Онтологические методы и средства обработки предметных знаний: монография. Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2012. 324 с.

19. Яковлев М. Ю., Семенко Є. Ю., Мазур В. Ю., Горелишев С. А. Аналіз методів та показників для оцінювання ефективності

інформаційно-аналітичної системи Національної гвардії України. *Честь і закон*. 2020. № 2. С. 83–91.

20. Яковлев М. Ю., Стрижак О. Є., Семенко Є. Ю. Інформаційно-аналітичне забезпечення Національної гвардії України: сучасний стан та основні напрямки розвитку. *Честь і закон*. 2021. № 3. С. 11–23.

21. Yakovlev M. Yu., Stryzhak O. Y., Semenکو Y. Yu., Yevtushenko I. V. Creation and application of information and analytical systems for the national guard of Ukraine in the interests of the citizens safety ensurance. *Public administration and state security aspects*. 2021. Vol. 1/2. P. 145–160.

22. Кириченко І. О., Горелишев С. А., Побережний А. А. Технологічні основи інформаційно-аналітичного забезпечення службово-бойової діяльності сил охорони правопорядку: монографія. Харків : Акад. ВВ МВС України, 2013. 292 с.

23. Городнов В. П., Литвин М. М., Іщенко Д. В., Кириленко В. А. Теоретичні основи інформаційно-аналітичного забезпечення процесів охорони державного кордону (у контексті завдань національної безпеки України в прикордонній сфері). Хмельницький : Вид. НАДПС України, 2009. 473 с.

24. Белов В. С. Информационно-аналитические системы: учеб. пособие. Москва : МЭСИ, 2005. 111 с.

25. Алексеева Т. В. Информационно-аналитические системы. Москва : МФПА, 2005. 175 с.

26. Про затвердження Порядку визначення рівня фізичного захисту ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання відповідно до їх категорії: Постанова Кабінету Міністрів України від 26.04.2003 р. № 625. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/625-2003-%D0%BF#Text> (дата звернення: 12.01.2022).

27. Про затвердження положення про Порядок здійснення перевезення радіоактивних матеріалів територією України: Постанова Кабінету Міністрів України від 15.10.2004 р. № 1373. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1373-2004-%D0%BF#Text> (дата звернення: 13.01.2022).

28. Про об'єкти підвищеної небезпеки : Закон України від 18.01.2001 р. № 2245-III. *Відомості Верховної Ради України*. 2001. № 15. Ст. 73. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2245-14#Text> (дата звернення: 10.01.2022).

29. Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку : Закон України від

08.02.1995 р. № 39/95-ВР. *Відомості Верховної Ради України*. 1995. № 12. Ст. 83. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/39/95-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 10.01.2022).

30. Про перевезення небезпечних вантажів : Закон України від 06.04.2000 р. № 1644-III. *Відомості Верховної Ради України*. 2000. № 28. Ст. 222. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1644-14#Text> (дата звернення: 12.01.2022).

31. Про фізичний захист ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання: Закон України від 19.10.2000 р. № 2064-III. *Відомості Верховної Ради України*. 2001. № 1. Ст. 1. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2064-14#Text> (дата звернення: 12.01.2022).

32. Про затвердження Вимог до програм забезпечення якості при перевезенні радіоактивних матеріалів : наказ Державного комітету ядерного регулювання України від 25.07.2006 р. № 110. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1092-06#Text> (дата звернення: 12.01.2022).

33. Про затвердження загальних Вимог до систем фізичного захисту ядерних установок та ядерних матеріалів і загальних вимог до систем фізичного захисту ядерних матеріалів при їх перевезенні : наказ Державного комітету ядерного регулювання України від 28.08.2008 р. № 156. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0999-08#Text> (дата звернення: 14.01.2022).

34. Про затвердження Вимог щодо застосування охорони в системі фізичного захисту ядерних установок, об'єктів, призначених для поводження з радіоактивними відходами, іншими джерелами іонізуючого випромінювання, радіоактивних матеріалів : наказ Державного комітету ядерного регулювання України від 23.11.2010 р. № 164. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1265-10#Text> (дата звернення: 14.01.2022).

35. Про ратифікацію Угоди між Україною та Міжнародним агентством з атомної енергії про застосування гарантій у зв'язку з Договором про нерозповсюдження ядерної зброї: Закон України від 02.01.1998 р. № 737/97-ВР. *Відомості Верховної Ради України*. 1998. № 16. Ст. 71. URL:

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/737/97-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 12.01.2022).

36. Про затвердження переліку спеціальних вантажів, які підлягають охороні та обороні Національною гвардією України: Постанова Кабінету Міністрів України від 13.08.2014 р. № 338. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npras/247525468> (дата звернення: 14.01.2022).

37. Про затвердження Угоди між Кабінетом Міністрів України і Урядом Російської Федерації про співробітництво в галузі транспортування ядерних матеріалів: Постанова Кабінету Міністрів України від 19.08.1996 р. № 980. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/980-96-%D0%BF#Text> (дата звернення: 14.01.2022).

38. Про ратифікацію Угоди між Урядом Республіки Болгарія, Урядом Російської Федерації та Кабінетом Міністрів України про перевезення ядерних матеріалів між Російською Федерацією і Республікою Болгарія через територію України: Закон України від 27.07.2006 р. № 47-V. *Відомості Верховної Ради України*. 2006. № 39. Ст. 337. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/47-16#Text> (дата звернення: 17.01.2022).

39. Про ратифікацію Угоди між Кабінетом Міністрів України, Урядом Російської Федерації та Урядом Угорщини про перевезення ядерних матеріалів між Російською Федерацією та Угорщиною через територію України: Закон України від 23.10.2013 р. № 654-VII. *Відомості Верховної Ради України*. 2014. № 22. Ст. 776. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/654-18#n2> (дата звернення: 17.01.2022).

40. Про ратифікацію Угоди між Кабінетом Міністрів України, Урядом Російської Федерації та Урядом Словацької Республіки про перевезення ядерних матеріалів між Російською Федерацією і Словацькою Республікою через територію України: Закон України від 20.04.2011 р. № 3255-VI. *Відомості Верховної Ради України*. 2011. № 43. Ст. 422. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3255-17#Text> (дата звернення: 17.01.2022).

Стаття надійшла до редакції 18.02.2022 р.

UDC 004.4

Ye. Semenko

**ONTOLOGICAL PRESENTATION OF THE PROCESSES OF SPECIAL CARGO
SUPPORT BY THE FORCES OF THE NATIONAL GUARD OF UKRAINE**

The formalization of the processes of escorting special cargo by the forces of the National Guard of Ukraine based on the ontological approach is presented. For this, the following general requirements for the ontology of the processes of escorting special cargo by the forces of the National Guard of Ukraine are defined: elements of the ontology must be organized in the form of a hierarchical structure of a finite set of concepts describing a given subject area; the structure of the ontology should be represented by a set of bipartite graphs, the vertices of which are concepts, and the arcs are the semantic relations between them; concepts and relations in the ontology must be interpreted according to the general interpretation functions taken from electronic sources of knowledge of the given subject area; definitions of concepts and relations should be performed on the basis of axioms and limitations of their scope; interpretation functions and axioms must be described in the language of a formal theory.

The theoretical foundations for the construction of the ontology of the processes of escorting special cargo by the forces of the National Guard of Ukraine are given. It is shown that the ontological methodology is built on the basis of an object-oriented approach, for which the subject application area is described as a set of objects, and the process of interaction between them is by means of semantic linking of statements, statements and judgments.

The main stages of building an ontology of the processes of escorting special cargo by the forces of the National Guard of Ukraine are considered. It was determined that the construction of the ontology of the processes of escorting special cargo by the forces of the National Guard of Ukraine is reduced to a sequential decomposition of the activities of the relevant official. Taking into account the proposed ontology, an ontological model of the processes of escorting special cargo by the forces of the National Guard of Ukraine was developed, the main components of which are informational and functional-component models. The difference between the proposed ontological model and the known ones is the consideration of the specificity and essence of the processes of escorting special cargoes by the forces of the National Guard of Ukraine.

Keywords: *ontology, National Guard of Ukraine, escort of special cargoes, information and analytical system, ontological approach, taxonomy, cognitive services, transportation.*

Семенко Євген Юрійович – ад'юнкт Національної академії Національної гвардії України
<https://orcid.org/0000-0001-8445-6707>