

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ І  
ГЛОБАЛЬНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ

**ГОНЧАР АНДРІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ**

УДК 004.58+ 004.89 + 004.91+ 528.9

**ОНТОЛОГІЯ ТРАНСДИСЦИПЛІНАРНОЇ КОНСОЛІДАЦІЇ  
3D-ПАНОРАМ**

Спеціальність 05.13.06 – Інформаційні технології

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук



Київ–2021

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Інституті телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України.

Науковий керівник: доктор фізико-математичних наук,  
професор, академік НАН України,  
**Довгий Станіслав Олексійович**,  
Інститут телекомунікацій і глобального  
інформаційного простору НАН України,  
завідувач відділу фізичного і  
математичного моделювання

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, доцент,  
**Морозова Ольга Ігорівна**,  
Національний аерокосмічний університет  
ім. М.Є. Жуковського  
“Харківський авіаційний інститут” МОН України,  
професор кафедри комп’ютерних  
систем, мереж і кібербезпеки

кандидат технічних наук, доцент  
**Капітан Руслан Борисович**,  
Черкаський державний технологічний університет  
МОН України  
доцент кафедри механіки, поліграфічних машин  
і технологій

Захист дисертації відбудеться «12» травня 2021 року о 13 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.255.01 в Інституті телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України за адресою: 03186, м. Київ, Чоколівський бульвар, буд. 13, к.601.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України за адресою: 03186, м. Київ, Чоколівський бульвар, буд. 13.

Автореферат розісланий « 07 » квітня 2021 року.

Учений секретар СВР Д 26.255.01  
к.т.н., ст. дослідник



О. Г. Лебідь

## **ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ**

**Актуальність теми дослідження.** Розвиток цифрових форматів взаємодії в різноманітних ланках суспільних відношень, впровадження новітніх технологій ІТ-індустрії реалізують масовий доступ до оцифрованого надбання світової цивілізації. Сучасні програмні рішення забезпечення взаємодії з цифровими образами об'єктів збереження історико-культурної спадщини (ЦОІКС) розвиваються за двома напрямками: перший – забезпечує високий рівень візуалізації об'єктів шляхом формування образів доповненої та віртуальної реальності у тривимірному просторі, другий – забезпечує формування цифрових наративних описів документальної спадщини шляхом цифровізації архівів, бібліотек, репозиторіїв, музейних фондів тощо. Однак останні характеризуються неструктурованістю та невпорядкованістю, хаотичною як просторовою, так і тематичною розподіленістю, що призводить до виникнення проблеми великих даних (Big Data).

Проблема Big Data ускладнює взаємодію з розподіленими мережевими інформаційними ресурсами в процесі ознайомлення, вивчення та дослідження надбання світової цивілізації. Відповідно методи та засоби, які сьогодні використовуються для доступу та відображення ЦОІКС, неспроможні задовольнити повною мірою інформаційні потреби користувача.

Отже, постає проблема створення нових моделей, методів та засобів формування, оброблення та відображення ЦОІКС наративного формату, які спроможні надати користувачеві можливість їх використання у вигляді консолідованих інтерактивних систем знань. Представлення відповідного інформаційного контенту найбільш ефективно реалізовувати на основі онтології, як семантичної моделі предметної області, що слугує ефективним інструментом пошуку, агрегації, відображення та інтерпретації трансдисциплінарної інформації, яка отримується з гетерогенних джерел в процесі ознайомлення, вивчення та дослідження. Саме онтологічний підхід до консолідації 3D-панорам віртуальних об'єктів з мережевими інформаційними ресурсами забезпечує формування когнітивно-комунікативних сценаріїв взаємодії з ЦОІКС як інтерактивними системами знань.

При проведенні дисертаційного дослідження автор опирався на фундаментальні роботи в області створення та застосування систем візуалізації об'єктів у форматі 3D-панорам Yang Yang, Sebastian Pasewaldt, K. A. Ritter III, L. Terrence, António Bandeira Araújo, Spencer Cox й ін.; та складних онтологічних інформаційних систем і засобів трансдисциплінарної взаємодії Глушкова В. М., Гладуна В. П., Палагіна О. В., Широкова В. А., Андона П. І., Довгого С. О., Валькмана Ю. Р., Пасічника В.В., Стрижака О. Є., Яловеця А. Л., Поспелова Д.А., Серебрякова В. А., Гаврилової Т. А., Князевої О. М., Ніколеску Н., Лахуті Д. Г., Chomsky N., Fillmore C., Guarino N., Klein Julie, Noy N., David K. Elson, Viktor Mayer-Schönberger, Gomez-Perez Asuncion, Takashima A., Hariri R. H. та ін.

Таким чином, дисертаційне дослідження має важливе наукове та практичне значення, оскільки спрямоване на вирішення актуальної науково-технічної проблеми підвищення ефективності використання мережових інформаційних ресурсів на основі створення методів та засобів їх консолідації.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження,

результати якого викладено в дисертаційній роботі, виконувалося відповідно до державних програм, науково-дослідних робіт та в рамках реалізації проєктів: Національного центру «Мала академія наук України», а саме: «Створення методів, моделей і засобів проектування та формування розподіленої інтелектуальної інформаційної мережі забезпечення доступу до сучасних систем знань учнівської молоді, яка бере участь в пошуково-дослідницькій діяльності за програмами МАН» (2010–2012 рр., № ДР 0110U004985); «Створення знаннєво орієнтованих програмно-інформаційних засобів формування варіативно функціонуючих інформаційно-освітніх середовищ Малої академії наук України та використання розподілених інформаційних джерел та систем знань для цілеспрямованої організації та здійснення навчально-дослідницької діяльності в умовах інноваційного розвитку і функціонування навчальних закладів» (2013–2015 рр., № ДР 0113U002016); «Розробка методів і засобів формування та використання мережних систем знань для створення електронних площадок віртуальних навчально-дослідницьких лабораторій» (2014–2016 рр., № ДР 0114U002173); «Створення інформаційно-аналітичної системи та методичних засобів моніторингу та оцінювання навчальних досягнень учнівської молоді на основі онтологій рішення задачі вибору» (2015–2017 рр., № ДР 0115U002523); «Науково-технологічні засади створення та використання онтологічних засобів формування мережецентричного середовища віртуальних навчально-дослідницьких лабораторій» (2017–2019 рр., № ДР 0117U004042); «Науково-технологічні засади створення трансдисциплінарного онтологічного інформаційно-освітнього простору Малої академії наук України» (2018–2020 рр., № ДР 0118U003089); проєкту національного рівня «Науково-методичні засади формування мережецентричного середовища «Музейна планета» у загальноосвітніх навчальних закладах», на базі загальноосвітніх навчальних закладів Волинської, Дніпропетровської, Одеської, Чернівецької областей та міста Києва на 2017–2020 роки. Наказ Міністерства освіти і науки України від 02.02 2017 № 162», а також в рамках реалізації проєкту Європейського союзу MEDET (530574-TEMPUS-1-2012-1-ES-TEMPUS-JPCR) «Передові розробки навчальної програми з телемедицини для Туркменістану» (2012–2015 рр.), в яких автор брав участь як виконавець.

**Роль автора в науково-дослідних роботах та проєктах** полягає в розробці онтологічної ІТ-платформи та методів відображення і взаємодії користувачів з віртуальними музейними експозиціями, консолідованими з трансдисциплінарними мережевими інформаційними ресурсами.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дослідження є підвищення ефективності взаємодії користувачів з мережевими інформаційними ресурсами та системами знань змістовного відображення історико-культурної спадщини світової цивілізації шляхом розробки моделей, методу та засобів формування когнітивно-комунікативних сценаріїв їх трансдисциплінарної консолідації.

Для досягнення зазначеної мети сформульовано наступні взаємопов'язані задачі:

- провести аналіз та узагальнення поточного стану проблеми взаємодії користувача з віртуальними музейними експозиціями, консолідованими з тематично визначеними мережевими інформаційними ресурсами;
- розробити модель трансдисциплінарної консолідації 3D-панорам

віртуальних музейних експозицій з мережевими інформаційними ресурсами змістовного відображення історико-культурної спадщини на основі використання онтологій предметних областей;

- розробити модель когнітивно-комунікаційного сценарію взаємодії з консолідованими цифровими образами історико-культурної спадщини;

- розробити метод трансдисциплінарної консолідації мережових інформаційних ресурсів та систем знань змістовного відображення історико-культурної спадщини;

- створити онтологічну ІТ-платформу трансдисциплінарної консолідації 3D-панорам з мережевими інформаційними ресурсами змістовного відображення історико-культурної спадщини;

- експериментально підтвердити ефективність використання розроблених моделей, методу та онтологічної ІТ-платформи відображення ЦОІКС в процесі взаємодії користувачів з віртуальними музейними експозиціями, консолідованими з мережевими інформаційними ресурсами.

**Об’єктом дослідження** є процеси взаємодії користувачів з віртуальними музейними експозиціями, консолідованими з мережевими інформаційними ресурсами змістовного відображення історико-культурної спадщини.

**Предметом дослідження** є моделі, методи та ІТ-платформи формування віртуальних музейних експозицій, консолідованих з мережевими інформаційними ресурсами змістовного відображення історико-культурної спадщини, включаючи формат онтологічної взаємодії в їх середовищі.

**Методи дослідження.** Для розв’язання поставлених задач був використаний комплекс методів: для розробки операціональних онтологічних моделей – системний аналіз, теорія множин, теорія графів; для формалізації представлення знань – алгебро-логічний та аксіоматичний методи; для програмної реалізації онтологічної ІТ-платформи – шаблони проектування та об’єктно-орієнтований аналіз.

#### **Наукова новизна одержаних результатів:**

- *вперше* розроблена онтологічна модель трансдисциплінарної консолідації 3D-панорам з мережевими інформаційними ресурсами та системами знань змістовного відображення історико-культурної спадщини;

- *вперше* розроблений метод трансдисциплінарної консолідації мережових інформаційних ресурсів та систем знань змістовного відображення історико-культурної спадщини в середовищі віртуальних музейних експозицій, що реалізує процеси формування єдиного системологічно-організованого музейного простору;

- *удосконалене* поняття цифровий формат наративного дискурсу, як операціональної платформи формування когнітивно-комунікаційного сценарію взаємодії з віртуальними музейними експозиціями, консолідованими з мережевими інформаційними ресурсами, для підтримки процесів ознайомлення, вивчення та дослідження історико-культурних процесів, фактів, подій та явищ;

- *удосконалена* модель онтологічного інтерфейсу, як засобу формування когнітивно-комунікаційного сценарію взаємодії з консолідованими цифровими образами історико-культурної спадщини;

- *вперше* розроблена онтологічна ІТ-платформа трансдисциплінарної

консолідації 3D-панорам з мережевими інформаційними ресурсами змістовного відображення історико-культурної спадщини.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в розробці методу трансдисциплінарної консолідації 3D-панорам з мережевими інформаційними ресурсами та онтологічної IT-платформи відображення віртуальних музейних експозицій «Музейний портал» для підтримки взаємодії з консолідованими мережевими інформаційними ресурсами в процесі дослідження історико-культурних подій, фактів та явищ у форматі єдиного науково-освітнього середовища «Музейна планета».

Практичне значення одержаних результатів дослідження підтверджується актами впровадження в науково-освітні процеси Інституту філології Київського національного університету ім. Т. Г. Шевченка, Національного педагогічного університету ім. М. П. Драгоманова, Інституту обдарованої дитини НАПН України.

**Особистий внесок здобувача** полягає в наступному:

Всі результати, які становлять основний зміст дисертації, автор отримав самостійно. Роботи [5, 6] виконувалися без співавторів. В наукових працях, опублікованих у співавторстві, автору дисертації належить: онтологічна IT-платформа трансдисциплінарної консолідації наративів опису віртуальних об'єктів збереження історико-культурної спадщини з мережевими інформаційними ресурсами, методи і засоби консолідації 3D-панорам з наративними описами на засадах таксономічного відображення їх змісту, алгоритм консолідації 3D-моделей об'єктів збереження історико-культурної спадщини та мережових інформаційних ресурсів ГІС-середовищ для формування екскурсійного маршруту [1, 2]; онтологічний підхід до формування екскурсії 3D-панорамою віртуального музею, який забезпечує інтерактивну взаємодію та трансдисциплінарність сприйняття об'єктів навчально-дослідницької діяльності [3]; використання таксономічного різноманіття в процесі альтернативного вибору [4]; підхід до формування онтології 3D-панорами віртуального музею на основі таксономії, як системи структурного аналізу наративу, що описує музейні експонати [5]; підхід до формування когнітивно-комунікаційних сценаріїв трансдисциплінарної взаємодії з консолідованими мережевими наративними інформаційними ресурсами на основі онтологічного інтерфейсу [6]; онтологічна модель екскурсійного маршруту, таксономія якого реалізована у вигляді графа для консолідації з інформаційними ресурсами ГІС-середовищ [7]; алгоритм формування таблиці агрегованих класів концептів дослідження історико-культурних явищ і подій для побудови таксономії наративних музейних описів з використанням програми «TextTermin» [8]; методика формування онтології (на прикладі опису життєдіяльності Т. Г. Шевченка) [9]; алгоритм та методика формування онтологічного інтерфейсу з використанням атрибутів геопросторової інформації та шарів тематичної карти в середовищі інформаційних ресурсів ГІС на основі таксономії [10, 11]; підхід до таксономічної віртуалізації музеїв, методика формування онтологічних 3D-панорам об'єктів збереження історико-культурної спадщини [12]; розробка таксономій наративних описів та створення баз знань музейних експонатів для формування віртуальних екскурсій [13]; підхід до поєднання трансдисциплінарних онтологій і когнітивних сервісів використання віртуальних музейних експозицій і експонатів в навчально-дослідницькій

діяльності [5, 14]; визначення структурних компонентів онтологій музейних експозицій, які найбільш повно відображають структуру наукових та навчальних досліджень [15]. До тез наукових доповідей [13–15] включені результати автора дисертації, що стосуються методу відображення 3D-панорам, інтегрованих з таксономіями наративних описів музейних експозицій і експонатів, та ІТ-платформи взаємодії з користувачами віртуальних музейних експозицій.

**Апробація результатів дисертації.** Основні наукові положення та результати досліджень, викладені в дисертаційній роботі, доповідалися і обговорювалися на 3 науково-практичних конференціях, а саме на: XVII Міжнародній науковій конференції ім. Т. А. Таран «Інтелектуальний аналіз інформації», (м. Київ, 17-19 травня 2017 р.); II Всеукраїнській науково-практичній конференції «Музейна педагогіка в науковій освіті» (м. Київ, 26 листопада 2020 р.); IX Всеукраїнській науково-практичній конференції, присвяченій 55-річчю кафедри теоретичної кібернетики факультету комп'ютерних наук та кібернетики Київського національного університету імені Тараса Шевченка – «Глушковські читання» «Ідеї академіка В.М. Глушкова і сучасні проблеми теоретичної кібернетики» (м. Київ, 18 грудня 2020 р.).

**Публікації.** За темою дисертації з викладенням її основних результатів опубліковано 15 наукових праць, серед яких 3 – у наукових фахових виданнях України, 3 – в науковому періодичному виданні іноземних держав, що входять до європейського союзу (у т. ч. 2 одноосібно), 1 наукова праця, що входить до наукометричної бази SCOPUS, 5 – колективних монографій, 3 – в матеріалах і тезах міжнародних та всеукраїнських конференцій. Із праць, що опубліковано в співавторстві, у дисертаційній роботі використано виключно ті результати, які одержано здобувачем особисто.

**Обсяг і структура дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних літературних джерел зі 129 найменувань та 4 додатків. Повний обсяг дисертації складає 168 сторінок машинописного тексту. Основний зміст викладений на 136 сторінках. Робота ілюстрована 45 рисунками та 14 таблицями.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету і завдання досліджень, визначено наукову новизну та практичне значення роботи, наведено відомості про публікації, апробацію та впровадження результатів роботи.

В **першому розділі** проведено порівняльний аналіз мережевих ІТ-платформ, сервіси яких реалізують відображення історико-культурної спадщини у тривимірному форматі. Було визначено, що цифрові формати інформаційних ресурсів, які складають основу взаємодії в мережевих середовищах, спричиняють проблему консолідованого використання. До неї, в першу чергу, слід віднести семантичну консолідацію інформаційних ресурсів, когнітивні процедури якої реалізують представлення об'єднаної інформації у вигляді цілісної моделі. Проте власне процедура семантичного об'єднання з наступною взаємодією є досить складною і має рефлексивно-рекурсивний характер.

Аналіз світових та вітчизняних Інтернет-ресурсів об'єктів збереження

історико-культурної спадщини підтверджує неузгодженість у питаннях вибору стандартів обліку та створення метаданих інформаційних ресурсів, а також програмного забезпечення, яке б уможливило введення інформації у відкритому форматі для подальшого використання у повноцінних базах даних. Існуючі на сьогодні віртуальні експозиції музеїв та історичних комплексів світу, що представлені в Інтернет у форматі 3D-панорам практично позбавлені таких функціональних характеристик як динамічна інтеграція 3D-експозицій з описами з різних джерел та іншими об'єктами збереження спадщини, можливість їх автоматичної інкапсуляції, класифікація та генерація таксономічної структури та/або онтології, наявність інтегрованих мережевих сервісів (аналітичних, когнітивних, геоінформаційних тощо). Результати порівняльного аналізу представлені в таблицях 1 та 2.

Таблиця 1. Фрагмент таблиці порівняльної характеристики віртуальних музеїв світу

| Музеї                    | Рейтинг | Класифікація експонатів | Таксономічна структура | Наявність описів експонатів | Інтеграція з описами з різних джерел | Інтеграція з 3D експозиціями | Автоматична інкапсуляція описів експонатів | Аналітичні сервіси | Когнітивні сервіси | Онтології експонатів | ГІС-сервіси |
|--------------------------|---------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|-------------|
| Музейний портал          | 78,398  | +                       | +                      | +                           | +                                    | +                            | +                                          | +                  | +                  | +                    | +           |
| Музеї Ватикану           | 20,401  | +                       | +                      | +                           | +                                    | -                            | -                                          | -                  | -                  | -                    | +           |
| Лувр                     | 20,401  | +                       | +                      | +                           | +                                    | -                            | -                                          | -                  | -                  | -                    | +           |
| .....                    |         |                         |                        |                             |                                      |                              |                                            |                    |                    |                      |             |
| Національний музей Кореї | 0,1     | +                       | -                      | +                           | -                                    | -                            | -                                          | -                  | -                  | -                    | -           |

Таблиця 2. Фрагмент таблиці порівняльної характеристики віртуальних історичних комплексів світу

| Музеї                        | Рейтинг | Класифікація експонатів | Таксономічна структура | Наявність описів експонатів | Інтеграція з описами з різних джерел | Інтеграція з 3D експозиціями | Автоматична інкапсуляція описів експонатів | Аналітичні сервіси | Когнітивні сервіси | Онтології експонатів | Генерація ГІС-шарів | ГІС-сервіси |
|------------------------------|---------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|---------------------|-------------|
| Музейний портал              | 71.787  | +                       | +                      | +                           | +                                    | +                            | +                                          | +                  | +                  | +                    | -                   | +           |
| Комплекс Єгипетських пірамід | 20.389  | +                       | +                      | +                           | +                                    | -                            | -                                          | -                  | -                  | -                    | +                   | +           |
| .....                        |         |                         |                        |                             |                                      |                              |                                            |                    |                    |                      |                     |             |
| Мегаліти Перу                | 0.403   | +                       | -                      | +                           | -                                    | -                            | -                                          | -                  | -                  | -                    | +                   | +           |

На основі результатів аналізу визначено, що на сьогодні рішень щодо використання 3D-панорам об'єктів збереження спадщини, які консолідуються із мережевими інформаційними ресурсами на основі виявлених семантичних властивостей, практично немає.

Використання таких ІТ-платформ у науково-освітній діяльності потребує забезпечення їх семантичної повноти та застосування коректних систем знань змістовного відображення об'єктів збереження історико-культурної спадщини.

Таке інтегроване представлення в мережі інформаційного контенту найбільш ефективно забезпечується засобами онтологій, які реалізують інтерпретацію інформаційних описів на основі об'єктно-орієнтованої процедури формалізації. Онтологічний підхід є універсальним і при консолідації 3D-моделей об'єктів збереження спадщини з інформаційними ресурсами, навіть такими, як геоінформаційні середовища (ГІС), адже враховує особливості області знань, репрезентацією якої є ЦОІКС за рахунок трансдисциплінарної інтеграції розподілених інформаційних ресурсів, що описують просторові метадані обраного об'єкту. Аналіз показав, що застосування онтології в якості інформаційної моделі об'єкту збереження спадщини також дозволить автоматизувати формування науково-освітнього середовища, яке є найбільш адаптивним до інтересів користувача.

Таким чином, на основі проведеного аналізу літературних джерел обрано напрям дослідження, що полягає у створенні онтологічних ІТ-платформ, які реалізують взаємодію користувачів з консолідованими мережевими інформаційними ресурсами, включаючи 3D-панорами та музейні системи знань, наративи яких описують історико-культурні процеси, факти, події, явища тощо.

Основні результати розділу опубліковано в [2, 6].

У **другому розділі** описується онтологічна модель консолідації інформації на основі трансдисциплінарних властивостей наративного дискурсу. Поняття «консолідована інформація» розглядається у форматі системно-інтегрованих різнотипних інформаційних ресурсів, які в сукупності наділені ознаками повноти, цілісності, несуперечності та складають єдину онтологічну модель з різних тематичних предметних областей з метою їх аналізу, опрацювання та ефективного використання в процесах мережевої взаємодії.

В якості конструктиву консолідації використовуються механізми онтологічного інжинірингу. Використання методології онтологічних систем забезпечує представлення семантичних властивостей інформаційних ресурсів та певним чином реалізує взаємодію з ними та між ними.

Онтологічна система представляється у вигляді упорядкованої шістки:

$$O_t = \langle X, R, F, A, D, R_S \rangle \quad (1)$$

Як бачимо із визначення (1), правила оперування інформацією в процесі взаємодії на основі використання онтологій залежать від аксіоматичних визначень. Вони накладають певні строгі обмеження на процес взаємодії. До нього, виходячи із формули (1), можуть бути включені тільки понятійні структури, що утворюють істинні висловлювання.

Виділимо таксономію з формули (1). Довільна таксономія є орієнтованим графом без циклів та утворюється концептами, які ієрархічно взаємозв'язані між собою. Тобто її визначає упорядкована пара наступного виду:

$$T = \langle X, R_t \rangle \quad (2)$$

Як бачимо, формула (1) може бути отримана з формули (2), упорядкованим включенням категорій, що визначають предметну область, з наративними інформаційними ресурсами якої реалізується мережева взаємодія. Однак на таксономічному рівні можемо формувати їх різноманіття, тобто певну гіпермножину таксономій, кожна з яких при генерації онтології характеризується

включенням певних множин аксіом, які відрізняються одна від одної. Ці аксіоми визначаються на основі інтерпретації змістів контекстів, які зі свого боку визначають концепти таксономії й у подальшому в онтології.

Якщо визначити контексти вузлів таксономій як елементи певних знань, тоді їх сукупність відображатиме певний фрагмент картини світу. Однак при розгляді всього різноманіття таксономій отримаємо гіпервластивість рефлексії, яка реалізує відображення усіх таксономій самих на себе. Таке рефлексивне відображення таксономії самої на себе носить вербальний характер. Це може бути виведено з факту, що вузли довільної таксономії утворюють конкретні висловлювання, які мають значення істинності.

Представимо різноманіття таксономій у вигляді наступного виразу:

$$\tilde{T}_{Rt} = \{T_{Rt} \mid R_t = \langle\langle X_n(K_t^n), Y_m(K_t^m) \rangle\rangle\} \quad (3)$$

Вираз (3) визначає наступне: різноманіття таксономій, як гіпермножина, утворюється всіма таксономіями, які можуть бути проінтерпретовані як складні концепти, що мають бінарні зв'язки між собою й утворюють вкладені кортежі. Кожен такий концепт характеризується множиною контекстів виду –  $K_t^n$ .

Таким чином, консолідація інформаційних ресурсів, яка рефлексивно відображається різноманіттям таксономій, утворюється на основі міжконтекстних відношень, що встановлюються між концептами цих таксономій. Тобто консолідація інформаційних ресурсів є вербально-активною функцією, яка реалізує інтерпретацію множини бінарних відношень між усіма контекстами, що відображають зміст концептів, які утворюють зміст предметних областей, чий наративні інформаційні ресурси задіяні в мережевій взаємодії.

Це можна представити у вигляді характеристичного предикату:

$$Pr(x_1, \dots, x_n) = 0 \Rightarrow \exists T \subseteq \tilde{T} : \forall x \in X \exists Y \subseteq X : T = YGx \quad (4)$$

де,  $x_n$  – прості концепти таксономій  $T$  й відповідного різноманіття  $\tilde{T}$ ,  $G$  – гіпервластивість класу концептів, що утворюють конкретну таксономію, у даному випадку –  $Y$ .

Вербально-активна рефлексія є передумовою існування вербально-активної рекурсії. Позначимо вербально-активну рефлексію через  $F_f$ .

$$(F_f : X \rightarrow X \rightarrow Y) \quad (5)$$

Відображення (5) можна представити у рекурсивному вигляді:

$$F_f(X) = \begin{cases} F_f(X, \tilde{T}) \rightarrow \tilde{T} \\ T \\ XGx \end{cases} \quad (6)$$

Правила (2) – (4) описують процес консолідації усіх концептів певної множини інформаційних ресурсів, яка може бути представлена у вигляді різноманіття  $\tilde{T}$  таксономій  $T$  концептів із різних предметних областей. Більше того, фактично консолідація являє собою певну базу знань, яка об'єднує факти із різних предметних областей, й, тим самим, об'єднує різні мережеві наративні інформаційні ресурси.

Тепер можемо визначити категорію консолідації інформації, як таксономічне різноманіття інформаційних ресурсів, що утворюється концептами усіх таксономій, які, в свою чергу, утворюють це різноманіття. Консолідація характеризується існуванням вербально-активних рефлексії і рекурсії, які задані над відповідними таксономічними образами інформаційних ресурсів, що задіяні в мережевій взаємодії. Усі наративні інформаційні ресурси, над якими задані вербально-активні функції рефлексії і рекурсії, є трансдисциплінарними. Тобто трансдисциплінарність є гіпервластивістю консолідованої інформації, яка активується в процесі мережевої взаємодії, що проявляється у форматі когнітивно-комунікативного акту між відповідними наративними інформаційними ресурсами та користувачами.

Використання консолідованої інформації певним чином реалізує її системологічність. Тобто таксономічне різноманіття  $\check{T}$ , сформоване на засадах певної класифікації концептів, забезпечує реалізацію гіперфункції семантичного аналізу, систематизації тощо. Довільна таксономія виду (2) чи таксономічне різноманіття (3) можуть бути розширені до формату онтології виду (1). Це дозволяє визначити для консолідованої мережевої інформації формат наративного дискурсу.

Таксономії є поміченими деревами, в якості міток в яких виступають імена концептів. Вважатимемо, що усі концепти утворюють певну множину імен  $\Sigma$ , які є мітками усіх вузлів  $a_i$  таксономії  $T$  і таксономічного різноманіття  $\check{T}$ . За таких умов довільна таксономія  $T$  чи таксономічне різноманіття  $\check{T}$  унівалентні множині дерев Бема. Тобто топологія взаємодії множин концептів таксономій може бути представлена у вигляді множини  $\Sigma$ -помічених дерев, що утворюються її вузлами.

$$\Sigma = \{X_1, X_2, \dots, X_n, a_1, a_2, \dots, a_m\} \quad (7)$$

Визначивши класи властивостей  $R_1, R_2, \dots, R_m$ , що реалізують розбиття усіх концептів на ієрархічні класи та визначають відношення між концептами, отримаємо відповідну таксономію у вигляді композиції дерев Бема, що може бути представлена у вигляді характеристичного предикату, як семантична згортка:

$$\Sigma = XGx_i \quad (8)$$

Рекурсивне застосування характеристичного предикату представляє ієрархічно зростаючу композицію дерев Бема в наступному вигляді:

$$\Sigma = \check{T}GXGx_i \quad (9)$$

При цьому гіпервідношення  $G$  включає в себе відношення часткового порядку.

Розширимо інтерпретацію поняття концепт. Кожен концепт довільної таксономії можна визначити як терм. Це дає можливість визначити процес формування таксономій на основі використання певних множин  $\lambda$ -термів. На їх основі реалізується обчислення смислового характеру контекстних значень термів-концептів, що визначає умови існування інтерактивної взаємодії з наративними інформаційними ресурсами у консолідованому форматі.

$$\{X_1, X_2, \dots, X_n, a_1, a_2, \dots, a_m\} \rightarrow \lambda \rightarrow \check{T} \rightarrow \Sigma = \{X_1, X_2, \dots, X_n, a_1, a_2, \dots, a_m\} \quad (10)$$

$$\{X_1[\cdot], X_2[\cdot], \dots, X_n[\cdot]\} \rightarrow \{X_1[B], X_2[D], \dots, X_n[V, P]\} \rightarrow \check{T} \quad (11)$$

$$\Sigma = \{\perp\} \cup \{\lambda x_1, \lambda x_2, \dots, \lambda x_n, \lambda a_1, \lambda a_2, \dots, \lambda a_m\} \quad (12)$$

$\perp$  – найменший елемент із усіх значень контекстів таксономії;  $B, D, V, P$  – смислові значення контекстів.

Вирази (10) – (12) відображають узагальнену метапроцедуру формування консолідованої інформації в процесі інтерактивної взаємодії з мережевими наративними інформаційними ресурсами.

Введення найменшого значення контексту й визначення самих контекстів пасивно визначає відношення порядку над множиною  $\lambda$ -термів, й, тим самим, створює умови формування таксономічного різноманіття, як технологічної основи консолідації.

Сформулюємо ряд тверджень.

**Твердження 1.** Рефлексивність інформаційного ресурсу  $R_f$  є вербально-активною, якщо існує таксономічне різноманіття  $\check{T}$ , яке можна розширити до онтологічної системи виду (1).

На основі умов твердження 1 можна представити формат наративного дискурсу  $O_{nd}$  у наступному вигляді:

$$O_{nd} = \langle X(K), R_f \rangle \quad (13)$$

**Твердження 2.** Довільний інформаційний ресурс може бути представлений у вигляді таксономії  $T$ , яка має унарну гіпервластивість структурізації.

**Твердження 3.** Довільну таксономію, як множинне ієрархічне впорядкування концептів певної множини інформаційних ресурсів, можна представити у вигляді дерева Бема –  $D_b$ .

**Твердження 4.** Дерево Бема  $D_b$  виду (8) завжди є унівалентним таксономії  $T$ :

$$D_b \cong T \quad (14)$$

**Твердження 5.** Завжди існують непорожні множини таксономічних різноманіть  $\check{T}$  та дерев Бема  $D_b$ , які унівалентні між собою.

$$\check{T} \cong \bigcup_{i=1}^n D_{bi} \quad (15)$$

**Твердження 6.** Наративний дискурс, як трансдисциплінарний формат семантичної зв'язності концептів  $X(K)$  інформаційного ресурсу, може бути представлений у вигляді дерев Бема виду (8).

**Твердження 7.** Якщо таксономія  $T$ , визначає деяку консолідацію мережових інформаційних ресурсів, то вона може поповнюватися новітніми деревами Бема виду (7) – (12), вузли яких визначаються новітніми концептами  $x_k \mid k > n$ .

**Твердження 8.** Таксономія довільного інформаційного ресурсу унівалентна всій множині дерев Бема, які можуть утворитися з його концептів.

$$T \cong D_b \quad (16)$$

За рахунок властивості унівалентності таксономій й бінарних дерев Бема, забезпечується формування класів концептів для різних таксономічних структур. Їх міжконтекстна зв'язність визначає трансдисциплінарний формат наративного дискурсу множини активних інформаційних ресурсів  $X$ , який можна представити

у вигляді агрегату.

$$\Theta(X) = (\tilde{T} \times R_f \times \bigcup_1^n X_n (\bigcup_1^m X_m) \times Q_c(L) \times F_f(X) | \bigcup_1^n X_n (\bigcup_1^m X_m) \subset X) \quad (17)$$

де  $Q_c(L)$  – спеціальна функція встановлення міжконтекстних відношень.

Таким чином, таксономічне різноманіття та трансдисциплінарний формат наративного дискурсу повністю визначають категорію консолідації інформаційних ресурсів у процесах мережевої взаємодії.

Основні результати розділу опубліковано в [1, 2, 6, 10].

**Третій розділ** присвячено формуванню когнітивно-комунікаційного сценарію консолідованої взаємодії з мережевими інформаційними ресурсами змістовного відображення історико-культурної спадщини.

Засобом формування когнітивно-комунікаційного сценарію взаємодії користувачів з консолідованими ЦОІКС, що відображають цифрові наративи описів експонатів в єдиному системологічно-організованому музейному просторі визначено удосконалену модель онтологічного інтерфейсу.

В загальному вигляді онтологія ЦОІКС – віртуального музею – представляється ієрархічною структурою скінченної множини понять, які описують експонати  $X$ ,  $(x_1, \dots, x_n) \in X_{\text{exh}} | X_{\text{exh}} \subset X_{\text{vm}}$ , об'єднані в класи – експозиції, виставки або зали музею на основі певних властивостей  $r$ ,  $(r_1, \dots, r_n) \in R_{\text{exh}} | R_{\text{exh}} \subset R_{\text{vm}}$ , та множини наборів виконуваних з експонатами дій (експозиціонування, зберігання, депонування, переміщення, реставрація тощо)  $f$ ,  $f^i(x_1, \dots, x_n) \in F_{\text{exh}} | F_{\text{exh}} \subset F_{\text{vm}}$ , що розглядається як кінцева множина функцій інтерпретації, задана над ними

$$O_{\text{vm}} = \langle X_{\text{vm}}, R_{\text{vm}}, F_{\text{vm}} \rangle \quad (18)$$

Структурним базисом такої онтології є таксономія, представлена множиною дводольних графів  $G$ ,  $G = (V, E)$ , вершинами яких є імена експонатів  $V$ ,  $v_1, \dots, v_n \in V_{\text{exh}} | V_{\text{exh}} \subset V$ , об'єднані в класи (експозиції, виставки, зали тощо), а дугами – семантичні відношення між ними  $E$ , на основі яких експонати згруповані в ці класи за своїми властивостями

$$(G_{\text{exh}1}, G_{\text{exh}2}, \dots, G_{\text{exh}n}) \in G_{\text{vm}} \quad (19)$$

Зазвичай групування експонатів в експозиції (виставки, зали тощо) на основі їх властивостей (дата створення, матеріал або техніка виконання, автор, тематика тощо) є строгим та перманентним. Але іноді дослідницька діяльність вимагає порушення лінійності процесу ознайомлення з конкретними фактами, об'єктами, особистостями тощо. Тому передбачений динамічний перерозподіл експонатів в експозиціях в процесі реалізації когнітивно-комунікаційного сценарію взаємодії користувача з їх наративними описами, що може призвести до утворення нових класів об'єктів на основі досліджуваних властивостей

$$G_{\text{exh}1} \cup G_{\text{exh}2} = G(V, E) | V^{\text{exh}1} \subseteq V, V^{\text{exh}2} \subseteq V; E^{\text{exh}1} \subseteq E, E^{\text{exh}2} \subseteq E \quad (20)$$

$$V^{\text{exh}1} \cap V^{\text{exh}2} = \{v | v \in V^{\text{exh}1}, v \in V^{\text{exh}2}\} \quad (21)$$

Візуальним представленням елементу (експонату) онтологічного інтерфейсу віртуального музею  $I_{vm}$ , з якими взаємодіє користувач в процесі реалізації когнітивно-комунікаційного сценарію, є фрагмент 3D-панорами з інтегрованим «єдиним вікном» доступу до цифрових наративів описів цього експонату – консолідованих семантично пов'язаних контекстів фізично та тематично розподілених в мережі інформаційних ресурсів, створених у різних форматах, за різними стандартами та технологіями, в єдиному системологічно-організованому музейному просторі. Це дозволяє представити наративний дискурс через когнітивно-комунікативний акт, який одночасно реалізує на основі міжконтекстних зв'язків консолідоване використання вибраних інформаційних ресурсів та їх інтерпретацію, як відображення та представлення.

Когнітивно-комунікативний сценарій взаємодії з 3D-панорамою віртуального музею, консолідованою з мережевими інформаційними ресурсами змістовного відображення історико-культурної спадщини, представляється кортежем

$$O_{3D} = \langle O_{vm}, I_{vm} \rangle \quad (21)$$

де  $O_{vm}$  – онтологічна модель віртуального музею, в середовищі якого здійснюється дослідницька діяльність;

$I_{vm}$  – кортеж станів 3D-панорам віртуального музею, які актуалізуються протягом реалізації когнітивно-комунікативного сценарію з метою досягнення дослідницьких цілей

$$I_{vm} = \langle I^0, I^1, \dots, I^i, \dots, I^n \rangle \quad (22)$$

Процес взаємодії користувача із декількома заздалегідь визначеними віртуальними об'єктами історико-культурної спадщини, реалізований шляхом формування когнітивно-комунікативного сценарію, визначимо як онтологічний екскурсійний маршрут. Інфологічна модель онтологічного екскурсійного маршруту формально може бути представлена кортежем:

$$O_{route} = \{X, R, F, D_o, D_{GIS}\}, \quad (23)$$

де  $X, R, F$  – кінцеві множини відповідно:

$X$  – множина об'єктів збереження історико-культурної спадщини, включених до маршруту  $X = \{X_M, X_L, X_A, \dots, X_{obj}\}$ ,

де  $X_M$  – множина музеїв,  $(x_{M_1}, \dots, x_{M_n}) \in X_M \mid X_M \subset X$ ;

$X_L$  – множина бібліотек,  $(x_{L_1}, \dots, x_{L_n}) \in X_L \mid X_L \subset X$ ;

$X_A$  – множина архівів,  $(x_{A_1}, \dots, x_{A_n}) \in X_A \mid X_A \subset X$ ;

$X_{obj}$  – множина інших визначних об'єктів (пам'ятники, історичні комплекси, архітектурні ансамблі тощо),  $(x_{obj}, \dots, x_{obj}) \in X_{obj} \mid X_{obj} \subset X$ ;

$R$  – множина відношень між об'єктами збереження історико-культурної спадщини, що визначають напрям та послідовність включення до маршруту  $R = \{R_M, R_L, R_A, \dots, R_{obj}\}$ ;

$F$  – множина функцій інтерпретації  $X$  та/або  $R$ ;

$D_o$  – множина онтологічних описів кроків, з яких формується маршрут;

$D_{GIS}$  – множина описів дій, виконуваних в середовищі ГІС для синхронізації відображення онтологічного екскурсійного маршруту.

Основою онтології екскурсійного маршруту є таксономія, представлена множиною дводольних графів  $G=(N,E)$ , вершинами яких є імена об'єктів збереження історико-культурної спадщини  $N$ ,  $(N_{obj_1},...,N_{obj_n}) \in N_{obj} \mid N_{obj} \subset N$ , об'єднані в класи (за приналежністю до типу об'єкту збереження спадщини – музей, бібліотека, архів тощо), а дугами – семантичні відношення між ними  $E$ , на основі яких об'єкти згруповані в класи за своїми властивостями

$$(G_M, G_L, G_A, ..., G_{obj}) \in G_{route} \quad (24)$$

Оскільки в реальному житті екскурсійний маршрут не є гомогенним, тобто таким, що включає в себе об'єкти збереження спадщини лише одного типу (наприклад, лише музеї, або лише пам'ятники), передбачений динамічний перерозподіл об'єктів протягом екскурсії, що може призвести до утворення нових класів об'єктів таксономії:

$$G_M \cup G_L = G(N,E) \mid N_M \subseteq N, N_L \subseteq N; E_M \subseteq E, E_L \subseteq E \quad (25)$$

$$N_M \cap N_L = \{N \mid N \in N_M, N \in N_L\} \quad (26)$$

Формування когнітивно-комунікативного сценарію взаємодії з мережевими інформаційними ресурсами та систем знань змістовного відображення історико-культурної спадщини реалізується методом трансдисциплінарної консолідації, що включає кілька етапів (рис. 1).

1. Створення 3D-моделей об'єктів збереження спадщини з фотопанорам та відповідних таксономій їх структурного представлення.

2. Формування таксономічного різноманіття з контекстних описів ЦОІКС.

3. Встановлення міжконтекстних зв'язків між таксономіями 3D-панорам та таксономічним різноманіттям відповідних інформаційних ресурсів.

4. Інкапсуляція інтерактивних таксономій 3D-панорам в таксономічне різноманіття інформаційних ресурсів.

5. Інкапсуляція таксономій, що відображають тематично визначені мережеві інформаційні ресурси до таксономічного різноманіття.

6. Генерація формату наративного дискурсу на основі сформованого новітнього таксономічного різноманіття.

7. Фіксація консолідованої інформації на основі інтегрованого таксономічного різноманіття.

8. Формування трансдисциплінарного інформаційного середовища у форматі наративного дискурсу на основі реалізації когнітивно-комунікативного сценарію взаємодії з консолідованими мережевими інформаційними ресурсами змістовного відображення історико-культурної спадщини.

9. Синхронізація онтологічної 3D-моделі з функціями мережевого сервісу, зокрема геоінформаційного середовища, для формування онтологічного екскурсійного маршруту.

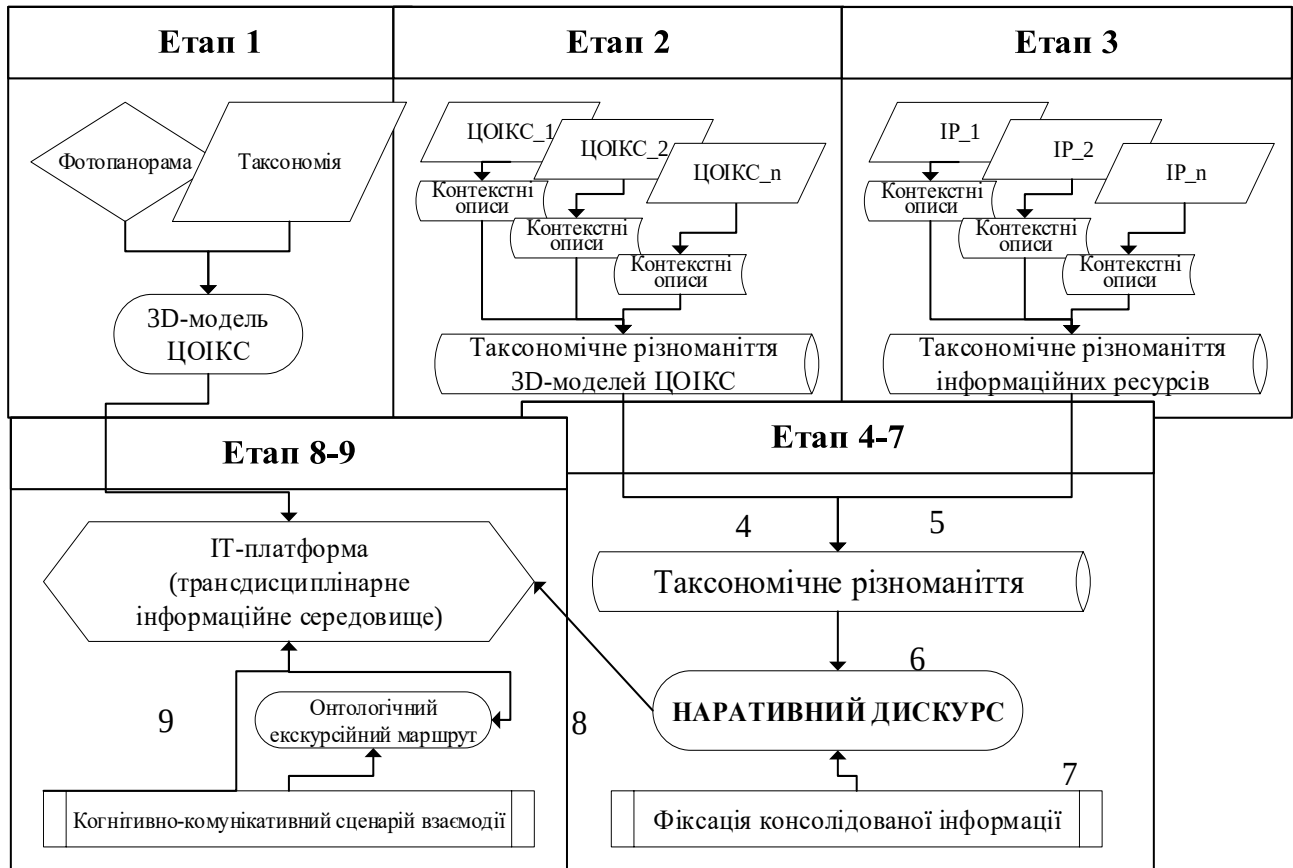


Рисунок 1 – Метод трансдисциплінарної консолідації мережевих інформаційних ресурсів та систем знань змістовного відображення історико-культурної спадщини

На основі запропонованих моделей та методу реалізуються когнітивно-комунікативні сценарії взаємодії з консолідованими ЦОІКС (рис. 2) та створена онтологічна ІТ-платформа відображення віртуальних музейних експозицій «Музейний портал». В її середовищі забезпечується підтримка взаємодії з консолідованими мережевими інформаційними ресурсами в процесі ознайомлення, вивчення та дослідження історико-культурних подій, фактів та явищ у форматі єдиного науково-освітнього середовища «Музейна планета», що забезпечує:

- консолідацію розподілених наративних описів об'єктів збереження історико-культурної спадщини та їх представлення в єдиному середовищі «Музейного порталу», за рахунок чого скорочується час пошуку та підвищується ефективність використання інформації;

- безшовну інтеграцію інформаційних систем об'єктів збереження історико-культурної та документальної спадщини (електронних бібліотек, архівів, описів музейних фондів, тематичних веб-порталів тощо) з метою створення єдиного середовища дослідницької діяльності;

- онтологічне управління інформаційними масивами, наративи яких утворюють єдиний інформаційний простір – ІТ-платформу відображення віртуальних музейних експозицій «Музейний портал»;

- локалізацію об'єктів історико-культурної спадщини в середовищі геоінформаційної системи для формування онтологічних віртуальних маршрутів екскурсій;

– візуалізацію ЦОІКС засобами вдосконаленого онтологічного інтерфейсу для реалізації когнітивно-комунікативних сценаріїв взаємодії з 3D-панорамами музейних експозицій, консолідованих з мережевими інформаційними ресурсами.

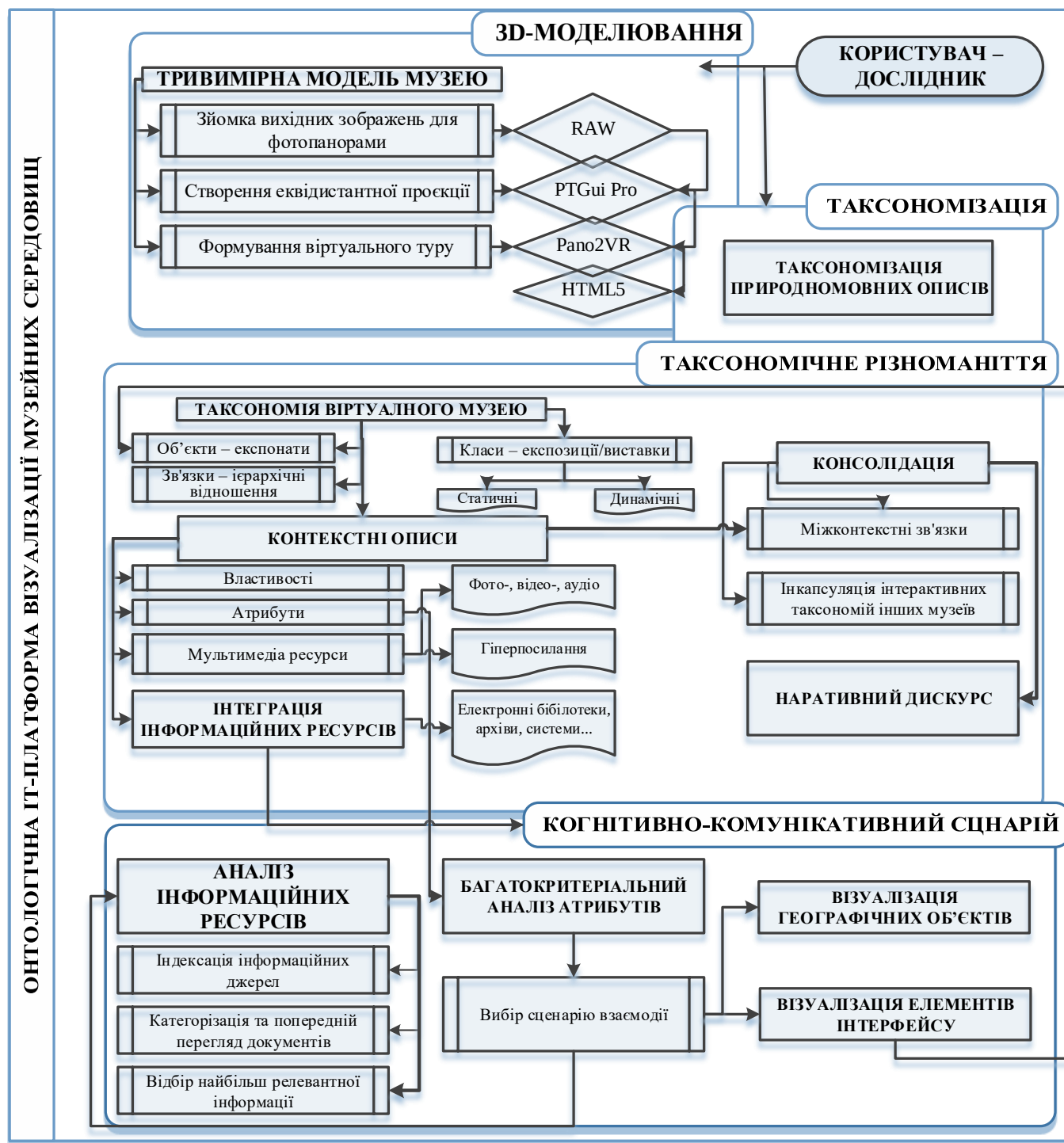


Рисунок 2 – Узагальнена схема когнітивно-комунікативного сценарію взаємодії з консолідованими ЦОІКС

Результати досліджень, наведені в четвертому розділі, опубліковані в роботах [2, 3, 6].

В четвертому розділі описується створена на основі розроблених моделей та методу онтологічна ІТ-платформа трансдисциплінарної консолідації 3D-панорам з мережевими інформаційними ресурсами змістовного відображення історико-культурної спадщини.

Однією зі складових ІТ-платформи відображення віртуальних музейних експозицій «Музейний портал» є віртуальний музей Т. Г. Шевченка, таксономічне різноманіття якого сформоване з консолідованих тематично визначених мережевих інформаційних ресурсів (зокрема KOBZAR.UA), що описують відповідний напрям дослідження спадщини Кобзаря, окремі віхи його життя та творчості (рис. 3).

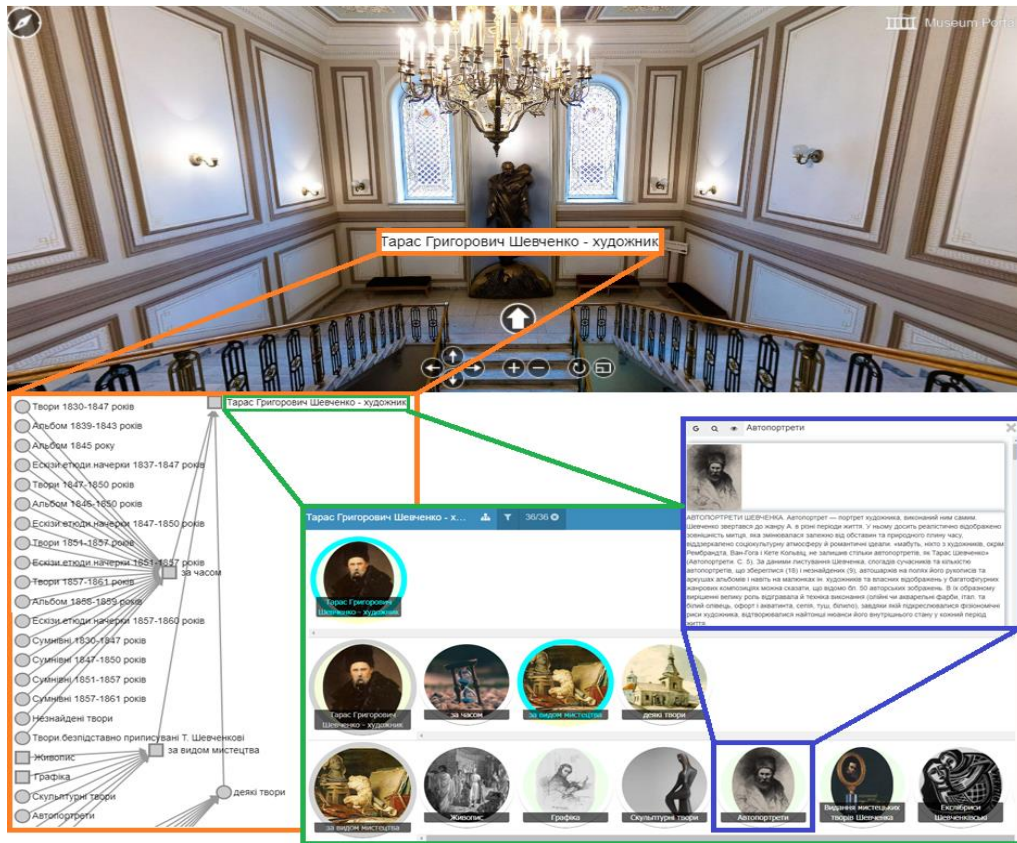


Рисунок 3 – Фрагмент таксономічного різноманіття віртуального музею Т. Г. Шевченка

Консолідовані мережеві сервіси індексації та пошуку дозволяють залучити додаткову або альтернативну інформацію про запит, формування якого відбувається автоматично шляхом зазначення фрагменту природномовного опису (рис. 4).

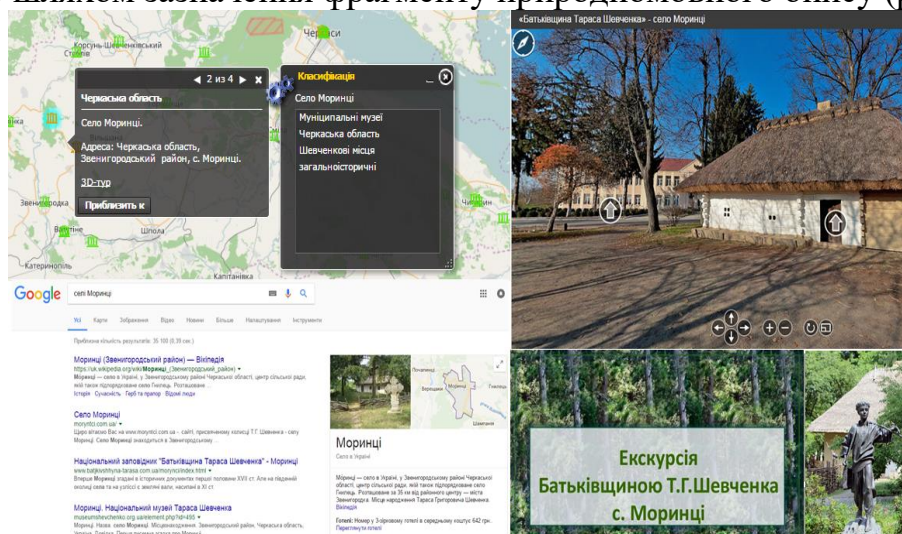


Рисунок 4 – Фрагмент взаємодії з консолідованими тематично визначеними мережевими ресурсами в середовищі віртуального музею Т. Г. Шевченка

Консолідовані мережеві інформаційні ресурси ГІС забезпечують реалізацію науково-освітніх сценаріїв взаємодії користувачів щодо дослідження фактів життя і творчості Т. Г. Шевченка. Відображення класів таксономії у вигляді тематичних шарів карти дозволяє об'єднати поняття місця і часу з поняттями фактів і подій у невідомій до цього комбінації, під новим кутом зору (рис. 5).

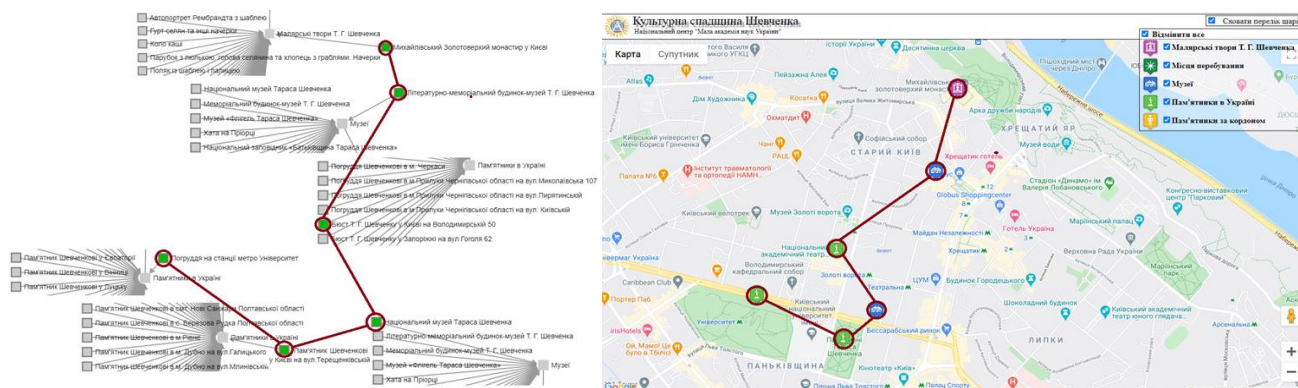


Рисунок 5 – Формування онтологічного екскурсійного маршруту в середовищі ІТ-платформи візуалізації музейних середовищ з подальшою консолідацією із мережевими інформаційними ресурсами ГІС

ІТ-платформа відображення віртуальних музейних експозицій «Музейний портал» інкапсульована до єдиного науково-освітнього середовища «Музейна планета», який є цілісним адресним Інтернет-простором, який об'єднує технічно складні сервіси та інформаційні ресурси з налаштованим персоніфікованим онтологічним інтерфейсом, що забезпечує можливість взаємодії користувачів один із одним, знаходження та використання релевантної інформації на основі синхронізації контекстів та комунікаційних процесів глобального середовища.

Результати досліджень, наведені в четвертому розділі, опубліковано в роботах [2, 8–12].

## ВИСНОВКИ

В дисертації вирішена актуальна науково-технічна проблема підвищення ефективності використання мережевих інформаційних ресурсів, які змістовно відображають історико-культурну спадщину, на основі створення методів та засобів їх консолідації.

В процесі виконання дисертаційної роботи отримано такі основні результати.

Проведений аналіз та узагальнення поточного стану проблеми взаємодії користувача з віртуальними музейними експозиціями, консолідованими з тематично визначеними мережевими інформаційними ресурсами, який показав, що існує потреба в розробці таких моделей, методів та засобів формування, оброблення та відображення консолідованих цифрових образів історико-культурної спадщини наративного формату, які спроможні надати користувачеві можливість їх використання у вигляді консолідованих інтерактивних систем знань.

Розроблена онтологічна модель трансдисциплінарної консолідації 3D-панорам з мережевими інформаційними ресурсами та системами знань змістовного відображення історико-культурної спадщини, яка, на відміну від існуючих, забезпечує автоматичний доступ до додаткових джерел інформації в процесі взаємодії.

Розроблений метод трансдисциплінарної консолідації мережевих

інформаційних ресурсів та систем знань змістовного відображення історико-культурної спадщини в середовищі віртуальних музейних експозицій, який, на відміну від існуючих, реалізує процес формування єдиного системологічно-організованого музейного простору.

Удосконалене поняття трансдисциплінарний формат наративного дискурсу, як операціональної платформи формування когнітивно-комунікаційного сценарію взаємодії з віртуальними музейними експозиціями, консолідованими з мережевими інформаційними ресурсами, що забезпечує більш ефективну взаємодію в процесі ознайомлення, вивчення та дослідження історико-культурних процесів, фактів, подій та явищ.

Удосконалена модель онтологічного інтерфейсу, як засобу формування когнітивно-комунікаційного сценарію взаємодії з консолідованими цифровими образами історико-культурної спадщини, які відображають цифрові наративи описів експонатів, що, на відміну від існуючих, забезпечує формування єдиного системологічно-організованого інформаційного музейного простору.

Розроблена онтологічна ІТ-платформа трансдисциплінарної консолідації 3D-панорам з мережевими інформаційними ресурсами змістовного відображення історико-культурної спадщини «Музейний портал» для підтримки взаємодії користувачів в процесі дослідження історико-культурних подій, фактів та явищ у форматі єдиного науково-освітнього середовища «Музейна планета», яка, на відміну від існуючих, реалізує автоматичну інкапсуляцію новітніх цифрових музейних образів.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Публікації у наукових фахових виданнях України:

1. **Гончар А. В.** Стрижак О. Є., Беркман Л. Н. Трансдисциплінарна консолідація інформаційних середовищ. *Зв'язок*. 2021. № 1 (149). С. 3–9.
2. **Гончар А. В.**, Довгий С. О., Попова М. А. Онтологічний підхід до консолідації 3D-моделей об'єктів історико-культурної спадщини та ГІС. *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. 2021. № 1 (97). С. 40–50.
3. **Гончар А.В.**, Попова М. А., Стрижак О. Є. Онтологія екскурсії 3D панорамою віртуального музею. *Екологічна безпека та природокористування*. 2019. Вип. 29 (1). С. 71–78

### Публікації у виданнях іноземних держав, що входять до Організації економічного співробітництва та розвитку Європейського Союзу:

4. Oleksandr Stryzhak, Viacheslav Horburokov, Vitalii Prykhodniuk, Oleg Franchuk, Oleksii Golovin, Vitalii Velychko, Hrihorii Potapov, **Andrii Honchar**. Ontological principles of the problem of choice. *International Journal "Information Theories and Applications"*. 2019. Vol. 26. Number 4. Pp. 375–398.
5. **Гончар А.** Онтологическая модель 3-D панорами та ее применение в учебном процессе. *International Journal «Information Technologies and Knowledge»*. 2020. Vol. 4. Number 4. Pp. 348–355.
6. **Honchar A.** Formation of cognitive and communication scenarios of transdisciplinary interaction with consolidated network narrative information resources through an ontological interface. *International Journal «Information Models and Analyses»*. 2020. Vol. 9. Number 2. Pp. 103–115

Публікації у наукометричних базах Scopus

7. **Andrii Honchar**, Maryna Popova, Rina Novogradska. An Ontological Approach to the Formation of an Excursion Route by Heritage Objects in GIS. 6th International Conference on Internet of Things, Big Data and Security (IoTBDs 2021) (Scopus) <https://www.insticc.org/node/TechnicalProgram/IoTBDS/2021/presentationDetails/104069>

Колективні монографії

8. Використання розподільних інформаційних систем в навчальному процесі позашкільного навчального закладу Мала Академія Наук [Текст] : метод. рек. / [Андрущенко Т. І., **Гончар А. В.** та ін.; за ред. О. В. Палагіна, О. Є. Стрижака] ; Нац. акад. наук України [та ін.]. Київ : Інформаційні системи, 2012. 332 с.
9. Комп'ютерні онтології та їх використання у навчальному процесі. Теорія і практика : Монографія / [С. О. Довгий, В. Ю. Велічко, Л. С. Глоба, **А. В. Гончар** та ін.]. К. : Інститут обдарованої дитини, 2013. 310 с.
10. Відображення культурної спадщини України з використанням електронних карт в середовищі геоінформаційної системи МАН України : навчально-методичний посібник / [Т. І. Андрущенко, С. М. Бревус, С. А. Гальченко, **А. В. Гончар** та ін.]. К. : ТОВ «СІТІПРІНТ», 2013. 108 с.
11. Онтології відображення історико-культурної спадщини України в середовищі геоінформаційних систем : навчально-методичний посібник / [Т. І. Андрущенко, С. А. Гальченко, Л. С. Глоба, **А. В. Гончар** та ін.]. К. : Інститут обдарованої дитини, 2016. 110 с.
12. Онтологічний кабінет дослідження життя та творчості Тараса Шевченка в середовищі науково-освітнього порталу KOBZAR.UA : Монографія / [С. О. Довгий, О. Є. Стрижак, Т. І. Андрущенко, **А. В. Гончар** та ін.]. К. : Інститут обдарованої дитини, 2016. 175 с.

Тези наукових доповідей:

13. **Гончар А. В.**, Попова М. А., Попов В. О. Онтологія екскурсії 3D панорамою віртуального музею. Збірка праць XVII Міжнародної наукової конференції ім. Т. А. Таран «Інтелектуальний аналіз інформації», (м. Київ, 17–19 травня 2017 р.). К. : «Просвіта», 2017. с. 175–181.
14. Попова М. А., **Гончар А. В.** Технологія створення віртуальних музеїв як трансдисциплінарний інструмент дистанційної освіти. «Музейна педагогіка в науковій освіті»: збірник тез доповідей учасників II Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Київ, 26 листопада 2020 р.). Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2020. С 211–215. DOI : <https://doi.org/10.32405/978-966-97763-19-11-2020-251>
15. **Гончар А. В.**, Ладичук О. К., Стрижак О. Є. Віртуальний образ академіка Віктора Михайловича Глушкова. «Глушковські читання» «Ідеї академіка В. М. Глушкова і сучасні проблеми теоретичної кібернетики» : матеріали IX Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої 55-річчю кафедри теоретичної кібернетики факультету комп'ютерних наук та кібернетики Київського національного університету імені Тараса Шевченка (м. Київ, 18 грудня 2020 р.)

### АНОТАЦІЯ

Гончар А. В. Онтологія трансдисциплінарної консолідації 3D-панорам. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за

спеціальністю 05.13.06 – Інформаційні технології. – Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України, Київ, 2021.

Дисертаційне дослідження присвячене вирішенню актуальної науково-технічної проблеми підвищення ефективності взаємодії користувачів з мережевими інформаційними ресурсами та системами знань змістовного відображення історико-культурної спадщини світової цивілізації шляхом розробки моделей, методу та засобів формування когнітивно-комунікативних сценаріїв їх трансдисциплінарної консолідації. Розроблено моделі трансдисциплінарної консолідації 3D-панорам віртуальних музейних експозицій з мережевими інформаційними ресурсами та формування відповідних когнітивно-комунікаційних сценаріїв взаємодії користувачів з консолідованими цифровими образами історико-культурної спадщини на основі використання онтологій предметних областей. Розроблено метод трансдисциплінарної консолідації мережових інформаційних ресурсів та систем знань змістовного відображення історико-культурної спадщини, який реалізує процеси формування єдиного системологічно-організованого цифрового музейного простору. На їх основі створено онтологічну IT-платформу трансдисциплінарної консолідації 3D-панорам з мережевими інформаційними ресурсами, які змістовно відображають процеси, об'єкти, факти та події історії та культури, в середовищі якої реалізуються процеси ознайомлення, вивчення та дослідження користувачами історико-культурної спадщини.

**Ключові слова:** онтологія, трансдисциплінарність, мережевий інформаційний ресурс, наратив, консолідація, 3D-панорама, історико-культурна спадщина.

## ABSTRACT

Honchar A. V. Ontology of 3D-panoramas Transdisciplinary Consolidation. – Manuscript.

Thesis for the Candidate in Technical Sciences degree on the specialty 05.13.06 – «Information technologies». Institute of Telecommunications and Global Information Space of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 2021.

The thesis is devoted to solving an scientific and technical problem of current interest of increasing the efficiency of user interaction with network information resources and knowledge systems of world civilization historical and cultural heritage content representation by development models, methods and means of forming cognitive and communicative scenarios of their transdisciplinary consolidation. Model of the transdisciplinary consolidation of 3D-panoramas of virtual museum and network information resources and model of the formation an appropriate cognitive and communication scenarios for user interaction with consolidated digital images of historical and cultural heritage based on the use of domain ontologies are developed. The method of transdisciplinary consolidation of network information resources and knowledge systems of historical and cultural heritage content representation, which implements the processes of forming an unified systemologically organized digital museum environment is developed. Based on it, an ontological IT-platform was created for the transdisciplinary consolidation of 3D-panoramas and network information resources that content represent the processes, objects, facts and events of history and culture, in the environment of which the processes of study and research by users of the historical and cultural heritage are implemented.

**Keywords:** ontology, transdisciplinarity, network information resource, narrative, consolidation, 3D-panorama, historical and cultural heritage

Підписано до друку 06.04.2021. Формат 60х84 1/16  
Папір офс. 80 г/м2. Друк цифровий. Ум. друк. арк. 1,16  
Наклад 100 прим. Зам. № 0204  
Видавництво Інститут обдарованої дитини НАПН України  
вул. Січових Стрільців, 52-Д, м. Київ, 04053  
тел./факс.: (044) 481-27-27  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру серія  
ДК №6081 від 14.03.2018 р.