

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра комп'ютерних наук

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Інформаційна технологія онтологічного моделювання бази знань з організації бібліотеки»

Виконав: студент 2-го курсу, групи 2КН-22м
спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

А. Анд Андріанов О. О.
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент каф. КН

В. Д Денисюк В. О.
(прізвище та ініціали)

« 07 » 12 2023 р.

Опонент: к.т.н., доцент каф. САІТ

О. К Козачко О. М.
(прізвище та ініціали)

« 07 » 12 2023 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри КН

А. Я д.т.н., проф. Яровий А. А.

(прізвище та ініціали)

« 08 » 12 2023 р.

Вінницький національний технічний університет
Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації
Кафедра комп'ютерних наук
Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань – 12 «Інформаційні технології» Спеціальність –
122 «Комп'ютерні науки»
Освітньо-професійна програма – «Системи штучного інтелекту»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КН
д.т.н., проф. Яровий А. А.

29.08 2023 року

ЗАВДАННЯ

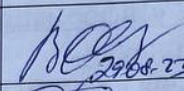
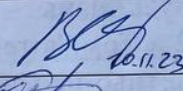
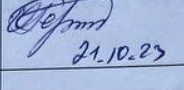
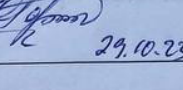
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Андріянову Олександрю Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Інформаційна технологія онтологічного моделювання бази знань з організації бібліотеки
керівник роботи к.т.н., доцент кафедри КН Денисюк В. О.
затверджені наказом ВНТУ від « 18 » вересня 2023 року № 247
2. Строк подання студентом роботи « 13 » листопада 2023 року
3. Вихідні дані до роботи:
Середовище розробки - Protege; забезпечує можливість онтологічного моделювання; база значень - створена з використанням Protege; кількість класів і властивостей онтології на рівні 10-30; одна онтологія розроблялася в рамках однієї магістерської роботи; процес моделювання онтології від початкового створення до завершення моделювання не перевищує 2 місяці; інтерфейс Protege має бути зручним і інтуїтивно зрозумілим; програмний модуль, що реалізує автоматизоване моделювання онтології та її подальшу обробку.
4. Зміст текстової частини: вступ, аналіз предметної області, обґрунтування методу розв'язання задачі, розробка основного компонента експертної системи, розробка структури експертної системи, розробка алгоритму головного програмного модуля, аналіз результатів тестування програми, висновки, перелік посилань, додатки.
5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Фрагменти онтології створеної в Protege, схема взаємозв'язків класів, діаграма процесу моделювання онтології.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціалита посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
1-4	Денисюк В.О., к.т.н., доцент каф. КН	 29.08.23	 10.11.23
5	Ратушняк О.Г., к.т.н., доцент каф. ЕПВМ	 21.10.23	 29.10.23


7. Дата видачі завдання 29.08 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	При-мітка
1	Аналіз відомих підходів до організації бібліотеки. Постановка задач дослідження	01.09.23 - 07.09.23	
2	Огляд існуючих програмних засобів для онтологічного моделювання. Оцінка вимог до програмних інструментів. Вибір програмного засобу, що підходить найбільше	08.09.23-20.09.23	
3	Реалізація онтологічної моделі у середовищі Protégé	21.09.23-20.10.23	
4	Підготовка економічної частини	21.10.23-29.10.23	
5	Апробація та/або впровадження результатів дослідження	30.10.23-05.11.23	
6	Оформлення пояснювальної записки, графічного матеріалу та презентації	06.11.23 - 10.11.23	

Студент

Керівник роботи


(підпис)


(підпис)

Андріянов О.О.

Денисюк В.О.

АНОТАЦІЯ

УДК 004.8

Андріянов О.О. Інформаційна технологія онтологічного моделювання бази знань з організації бібліотеки. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», освітня програма «Системи штучного інтелекту». Вінниця: ВНТУ, 2023. 123 с.

Укр. мовою. Бібліогр.: 28 назв; рис.: 27; табл. 12.

Дослідження цього магістерського проекту розглядає роль онтологічного моделювання в організації бібліотеки, досліджуючи традиційні системи класифікації та каталогізації, а також покращення пошуку інформації та досвіду користувача за допомогою онтологій.

Робота включає декілька розділів, які аналізують переваги онтологічного моделювання, проблеми розробки та впровадження онтологій у бібліотеках, а також дослідницькі питання щодо дизайну, інтеграції та практичних аспектів використання онтологічних баз знань, спрямовані на глибше розуміння онтологічного моделювання для задоволення потреб бібліотек і їхніх користувачів.

Висвітлюючи перспективи онтологій для покращення семантичної сумісності, адаптації до нових галузей дослідження та можливостей пошуку інформації, цей магістерський проект вносить цінний внесок у сферу бібліотечної та інформаційної науки. Отримані висновки та рекомендації створюють основу для майбутніх досліджень і розробок онтологічного моделювання, зрештою дозволяючи бібліотекам використовувати цей інноваційний підхід і краще обслуговувати своїх користувачів у інформаційному ландшафті, що швидко змінюється.

Ключові слова: онтологічне моделювання, база знань бібліотеки, організація знань, Protégé.

ABSTRACT

Andriianov O.O. Information technology of ontological modeling of knowledge base on library organization. Master's thesis in the specialty 122 "Computer Science", educational program "Artificial Intelligence Systems". Vinnytsia: VNTU, 2023. 123 p.

In Ukrainian language. Bibliogr.: 28 titles; fig.: 27; table 12.

The research of this Master's project examines the role of ontology modeling in library organization, exploring traditional classification and cataloging systems, and improving information retrieval and user experience through ontologies.

The work includes several sections that analyze the advantages of ontology modeling, the problems of development and implementation of ontologies in libraries, as well as research questions about the design, integration and practical aspects of using ontological knowledge bases, aimed at a deeper understanding of ontology modeling to meet the needs of libraries and their users.

By highlighting the prospects of ontologies for improving semantic interoperability, adaptation to new fields of research and information retrieval capabilities, this master's project makes a valuable contribution to the field of library and information science. The findings and recommendations form the basis for future research and development of ontology modeling, ultimately enabling libraries to use this innovative approach and better serve their users in a rapidly changing information landscape.

Keywords: ontological modeling, library knowledge base, knowledge organization, Protégé.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ОНТОЛОГІЧНОЇ БАЗИ ЗНАНЬ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ БІБЛІОТЕКИ.....	7
1.1 Аналіз відомих підходів до організації бібліотеки.....	7
1.1 Обґрунтування доцільності використання онтологічного моделювання бази знань для організації бібліотеки.....	10
1.2 Постановка проблеми дослідження	13
1.3 Теоретичні аспекти онтологічного моделювання	15
1.4 Базові поняття онтологічного моделювання.....	17
1.5 Методи та розробки онтологій	21
1.6 Застосування онтологічного моделювання в різних галузях	24
1.7 Висновок до розділу 1	27
2 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ОНТОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ.....	28
2.1 Огляд існуючих програмних засобів для онтологічного моделювання..	28
2.1.1 Огляд TopBraid Composer	29
2.1.2 Огляд Protégé	31
2.1.3 Огляд WebVOWL.....	33
2.1.4 Огляд інших програмних засобів	36
2.2 Оцінка вимог до програмних інструментів.....	37
2.2.1 Сумісність з бібліотечною доменною областю	38
2.2.2 Відповідність користувацьким вимогам	39
2.2.3 Технічні вимоги.....	40
2.2.4 Легкість вивчення та використання	41
2.2.5 Вибір на програмного засобу, що підходить найбільше	42
2.3 Висновок до розділу 2	43
3 СТВОРЕННЯ ОНТОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ БІБЛІОТЕКИ.....	44

3.1	Розгляд онтологічних структур, необхідних для представлення бібліотечних ресурсів	44
3.2	Моделювання онтологічної бази знань	48
3.2.1	Моделювання класів, відношень між класами та властивостей	48
3.2.2	Створення екземплярів різних класів	52
3.3	Висновок до розділу 3	54
4	РЕАЛІЗАЦІЯ ОНТОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ У СЕРЕДОВИЩІ PROTÉGÉ... ..	55
4.1	Розробка класів та властивостей	55
4.1.1	Реалізація класів.....	55
4.1.2	Реалізація об'єктних властивостей	57
4.1.3	Реалізація примітивних властивостей.....	61
4.1.4	Реалізація автоматичних властивостей.....	63
4.1.5	Реалізація правил	66
4.2	Створення індивідів	67
4.3	Тестування онтології	71
4.4	Висновок до розділу 4	72
5	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	74
5.1	Проведення комерційного та технологічного аудиту науково-технічної розробки	74
5.2	Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи	80
5.2.1	Витрати на оплату праці.....	80
5.2.2	Відрахування на соціальні заходи.....	83
5.2.3	Сировина та матеріали	84
5.2.4	Розрахунок витрат на комплектуючі	85
5.2.5	Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт	85
5.2.6	Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт	86
5.2.7	Амортизація обладнання, програмних засобів та приміщень	87
5.2.8	Паливо та енергія для науково-виробничих цілей	88
5.2.9	Службові відрядження.....	88

5.2.10	Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації	89
5.2.11	Інші витрати	89
5.2.12	Накладні (загальновиробничі) витрати	90
5.3	Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки при її можливій комерціалізації потенційним інвестором	91
5.4	Висновок до розділу 5	96
	ВИСНОВКИ	97
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	98
	Додаток А Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	101
	Додаток Б Лістинг програми	102
	Додаток В Ілюстративна частина	117
	Додаток Г Акт впровадження	123

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Сучасні бібліотеки стикаються з численними викликами, пов'язаними з дослідницькою діяльністю, доступом до інформації та управлінням ресурсами. Також, бібліотеки відчують підвищений тиск через стрімке зростання обсягу даних, глобальну тенденцію до цифровізації ресурсів. У зв'язку з розвитком інформаційних технологій та збільшенням цифрових ресурсів, виникає необхідність адаптувати ці технології відносно бібліотечного середовища і впроваджувати нові методи організації та представлення знань. Онтологічне моделювання вважається одним з потенційних рішень для оптимізації роботи бібліотек у цій динамічній ситуації, оскільки воно дозволяє структурувати знання в системі для забезпечення легкого доступу до інформації та встановлення ефективного пошуку зацікавлених користувачів.

Мета та завдання дослідження. Метою даної магістерської роботи є дослідження потенціалу онтологічного моделювання в організації знань у бібліотеках і покращення доступу до інформації для користувачів. Завдання включають оцінку переваг онтологічної бази знань порівняно з традиційними методами; дослідження теоретичних аспектів онтологічного моделювання; обґрунтування вибору програмного засобу; розробку і реалізацію онтологічної моделі; її інтеграцію з існуючими системами; а також оцінку економічної ефективності впровадження онтологічної моделі.

Об'єкт дослідження – це процес організації знань у бібліотечних системах за допомогою онтологічного моделювання.

Предметом дослідження виступають методи, алгоритми та програмні інструменти для створення, редагування та представлення онтологій у бібліотечних системах.

Методи дослідження. У роботі використано такі методи наукових досліджень: теорія онтологій для реалізації онтологічного моделювання в бібліотечному середовищі; методи математичного моделювання для розробки

онтологічної моделі представлення знань; методи програмування для реалізації розроблених програмних засобів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у дослідженні потенціалу онтологічного моделювання як засобу розширення бази знань бібліотечної організації, особливо в контексті розвитку інформаційних технологій та зростаючих потреб користувачів, розробці та використанні онтологій у бібліотечному середовищі, а також оцінці економічної ефективності та обґрунтованості впровадження онтологічної моделі для організації бази знань бібліотеки.

Практичне значення одержаних результатів полягає в можливості застосування розробленої онтологічної моделі для покращення навігації в інформаційному ландшафті, удосконалення пошуку та надання користувацьких послуг відвідувачам сучасних бібліотек, а також в сприянні інтеграції існуючих ресурсів та систем для досягнення більш безшовного обміну знаннями між різними бібліотечними середовищами.

Особистий внесок магістранта. Усі результати, наведені у магістерській кваліфікаційній роботі, отримані самостійно.

Апробація результатів роботи. Результати роботи були апробовані на міжнародній науковій конференції «Міжнародна науково-практична інтернет-конференція. Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» [1].

Публікації. За результатами магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано тези доповіді конференції [1].

1 ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ОНТОЛОГІЧНОЇ БАЗИ ЗНАТЬ ДЛЯ ОГАНІЗАЦІЇ БІБЛІОТЕКИ

1.1 Аналіз відомих підходів до організації бібліотеки

Бібліотека є незамінним центром знань, який виконує багато функцій, включаючи збір, збереження, упорядкування та надання доступу до інформаційних ресурсів для користувачів. Протягом історії були розроблені різні організаційні підходи для сприяння цим цілям, які відіграють вирішальну роль у формуванні класифікації, зберігання та пошуку ресурсів, що зберігаються в бібліотеках. Цей аналіз досліджує дві основні традиційні схеми класифікації: десяткову класифікацію Дьюї (DDC) і класифікацію Бібліотеки Конгресу (LCC), а також новіший підхід до класифікації: систему опису ресурсів і доступу (RDA) [2].

Розроблена наприкінці 19 століття Мелвілом Дьюї система десяткової класифікації Дьюї (DDC) класифікує бібліотечні одиниці за допомогою цифрової нотації, що характеризується десятьма основними класами. Ці класи включають ширші галузі знань і далі поділяються на спеціальні підкласи за допомогою десяткових ком. Широке використання та впровадження системи DDC у всьому світі пояснюється перевагою, яку вона пропонує в спрощенні процесу класифікації. Таким чином, бібліотечний персонал і користувачі можуть швидко розпізнати та зрозуміти розташування, тим самим спрощуючи завдання бібліотекарів і полегшуючи навігацію для відвідувачів.

Однак система DDC має певні недоліки, пов'язані, насамперед, з її жорсткістю. Оскільки система була розроблена для розміщення вже існуючих знань у межах свого графіку, вона менш адаптована до нових дисциплін у сферах, наприклад, науки, технологій і культури. Ця негнучкість перешкоджає класифікації та інтеграції міждисциплінарних робіт, що охоплюють кілька тем або ілюструють нові концепції. У результаті бібліотеки, які використовують

систему DDC, стикаються з проблемами не лише у класифікації нових форм знань, але й у забезпеченні їх доступності для громадськості [3].

Класифікація Бібліотеки Конгресу (LCC) була створена на початку 20 століття в Сполучених Штатах як додаткова система класифікації. На відміну від DDC, LCC використовує буквено-цифрову нотацію та поділяє ресурси на 21 первинний клас, кожен з яких позначається буквою алфавіту. Завдяки широкому охопленню різноманітних предметних областей і форматів матеріалів, LCC користується особливою перевагою в академічних і наукових бібліотеках.

Однак, як і DDC, LCC не позбавлений обмежень. Його структурна жорсткість значно впливає на класифікацію та представлення міждисциплінарних робіт і ресурсів, що охоплюють різноманітні предметні галузі. Бібліотеки, які використовують систему класифікації LCC, стикаються з труднощами в ефективній організації та наданні доступу до цих мультисциплінарних ресурсів, що, у свою чергу, негативно впливає на відвідувачів, які шукають таку інформацію [4].

Репрезентацію DDC та LCC класифікацій зображено на рисунках 1.1 та 1.2.

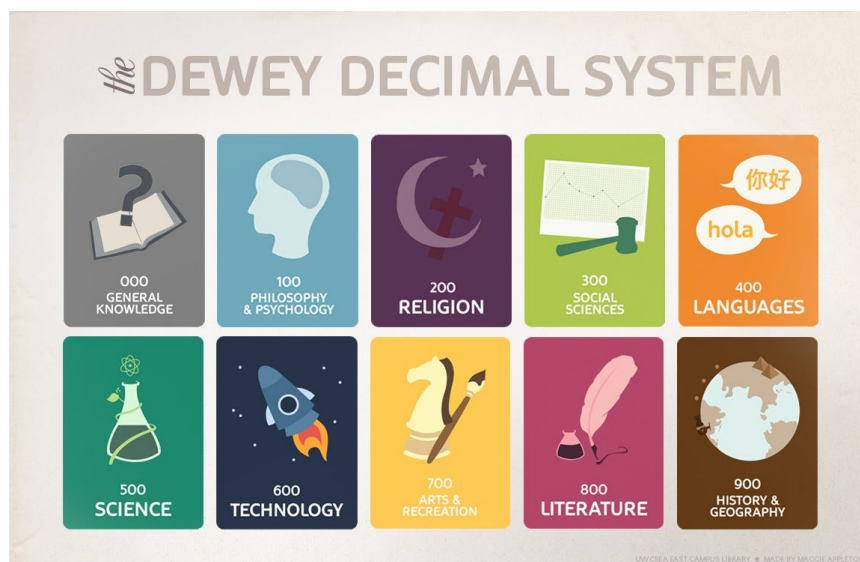


Рисунок 1.1 – Репрезентація DDC

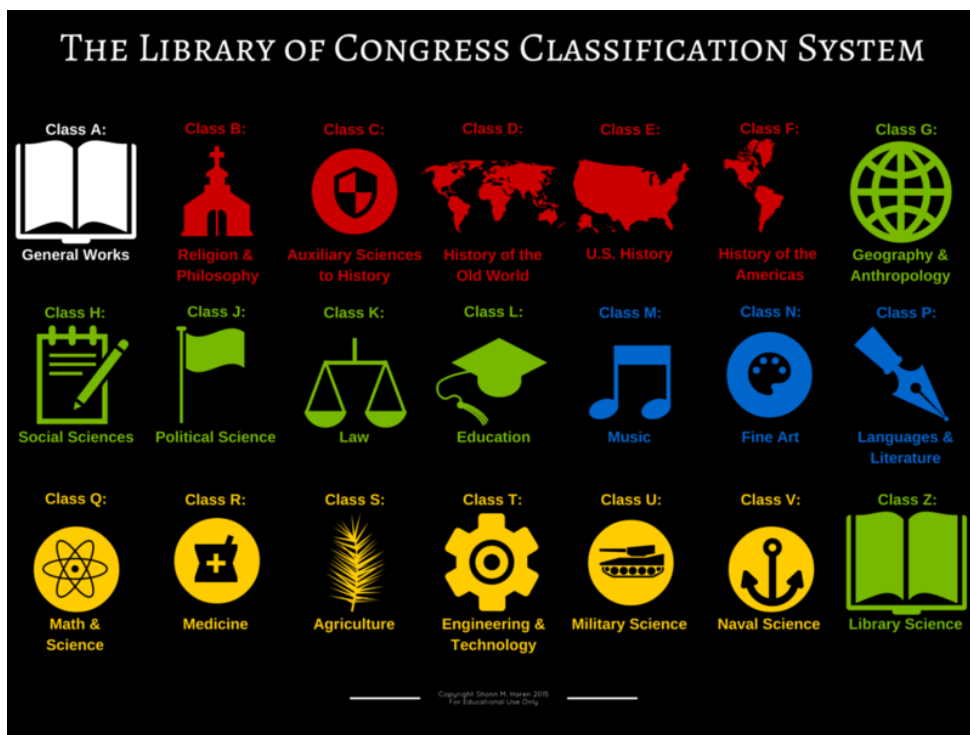


Рисунок 1.1 – Репрезентація LCC

Враховуючи обмеження, притаманні традиційним системам класифікації, спільнота бібліотечної та інформаційної науки шукала нові та більш комплексні підходи до організації бібліотек. У відповідь на еволюцію інформаційних технологій і зростаючий попит на уніфікований і зрозумілий обмін даними була розроблена система опису ресурсів і доступу (RDA) як стандарт каталогізації, який замінив колишні Англо-американські правила каталогізації (AACR2). RDA головним чином зосереджується на каталогізації ресурсів, які задовольняють потреби користувачів і забезпечують доступність. Окрім традиційних друкованих матеріалів, система підтримує різні типи ресурсів, такі як цифрові активи та нові формати.

Однією з головних переваг RDA перед звичайними системами класифікації є її адаптивність. Спрощуючи процес інтеграції та організації матеріалів у нових форматах, система RDA долає обмеження традиційних методів, таких як DDC і LCC. Крім того, каталогізація на основі RDA підтримує

міжнародний обмін даними, сприяючи більшій сумісності та безперебійному зв'язку між бібліотеками по всьому світу.

Незважаючи на ці новаторські функції, впровадження системи RDA створює кілька проблем. Вроджена складність часто стає обтяжливою для каталогізаторів та інформаційних професіоналів, які повинні розшифровувати та точно застосовувати різноманітний набір правил. Крім того, не всі бібліотеки запровадили систему RDA як переважаючий стандарт каталогізації, враховуючи, що перехід від традиційних систем виявляється ресурсомістким [5].

Таким чином, хоча традиційні схеми класифікації, такі як DDC і LCC, ефективно організовували бібліотечні ресурси протягом десятиліть, їхні обмеження перешкоджають прогресу в класифікації та представленні нових областей і міждисциплінарних робіт. І навпаки, система RDA представляє сучасний підхід, який усуває ці обмеження, віддаючи пріоритет доступності, потребам користувачів і узгодженому обміну даними. Проте RDA система не позбавлена своїх викликів, особливо в сферах складності та прийняття.

Отже, пошуки оптимальної системи класифікації тривають, оскільки бібліотеки продовжують адаптуватися до динамічного середовища інформації та знань. Щоб подолати ці виклики, майбутні дослідження класифікації бібліотек мають бути зосереджені на поєднанні сильних сторін традиційних схем і сучасних досягнень для створення більш комплексної, адаптивної та орієнтованої на користувача організації бібліотеки.

1.1 Обґрунтування доцільності використання онтологічного моделювання бази знань для організації бібліотеки

Динамічний характер інформації та знань у сучасному світі вимагає інноваційних стратегій, спрямованих на вирішення обмежень традиційних бібліотечних схем класифікації та стандартів каталогізації, таких як RDA. Однією з таких багатообіцяючих стратегій є застосування онтологічного

моделювання для полегшення організації та представлення знань у бібліотеках. У контексті інформатики онтології являють собою структуровані представлення концепцій у певній області, а також зв'язки між цими концепціями. Надаючи спільний словниковий запас, онтології полегшують розуміння та організацію знань як для людей, так і для комп'ютерів [6].

Семантична сумісність і уніфіковане представлення знань є одними з найбільш помітних переваг онтологічного моделювання. На відміну від традиційних схем класифікації та стандартів каталогізації, які часто страждають від неузгодженості в представленні інформації, онтологічні моделі забезпечують уніфіковані засоби організації знань у різних системах послідовним і стандартизованим способом. Застосовуючи спільний словник, який формулює зв'язки між поняттями, онтології сприяють послідовному тлумаченню та застосуванню знань у різних інформаційних системах [7]. Приклад формалізації знань у вигляді графу онтології зображено на рисунку 1.3.

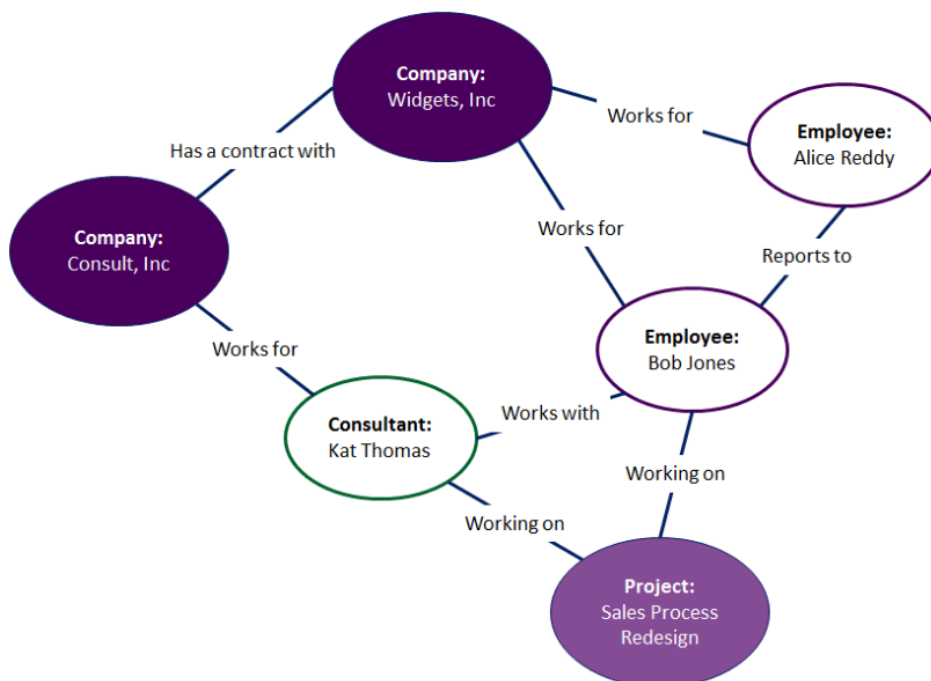


Рисунок 1.3 – Приклад онтології

Порівняно з традиційними схемами класифікації, онтологічне моделювання забезпечує більшу гнучкість і масштабованість. У той час як такі системи, як Десяткова класифікація Дьюї та Класифікація Бібліотеки Конгресу, стикаються з труднощами в об'єднанні нових дисциплін і нових галузей, онтології можуть бездоганно врахувати ці зміни, дозволяючи легко додавати та змінювати концепції та зв'язки в межах області знань. Отже, онтологічні моделі краще підходять для представлення еволюції сукупності знань, які курують бібліотеки [8].

Використання онтологічних моделей може значно покращити пошук і відкриття інформації в бібліотеках. Онтології здатні охоплювати багату семантику домену знань, надаючи точні метадані, які машини можуть краще зрозуміти й обробити, ніж ті, що генеруються традиційними схемами класифікації. У результаті механізми пошуку інформації стають більш розумними та точними, здатними обробляти розширені запити, досліджувати висновок про зв'язки, розширювати концепції та проводити семантичний пошук [9].

Хоча онтологічне моделювання пропонує численні переваги для бібліотечної організації, перед впровадженням такої бази знань необхідно визнати потенційні проблеми та міркування. Для точного представлення діапазону ресурсів бібліотеки та їхніх взаємозв'язків розробка онтології потребує глибокого розуміння домену та вимог до організації бібліотеки. Онтологічні моделі повинні бути ретельно розроблені та підтримувані, гарантуючи широке охоплення сфери знань, залишаючись еластичними та чутливими до нових розробок та міждисциплінарних галузей [10].

Таким чином, онтологічне моделювання представляє багатообіцяючу та можливу стратегію для подолання викликів та обмежень традиційних схем класифікації та складних стандартів каталогізації, таких як RDA. Стимулюючи семантичну сумісність, гнучкість, масштабованість і покращений пошук інформації, онтологічні моделі мають потенціал для революції в організації бібліотеки та надання чудового досвіду користувача. Проте бібліотеки повинні

враховувати практичні проблеми та міркування, пов'язані із впровадженням такої бази знань, і розробляти плани їх вирішення та врахування. Тільки шляхом критичного аналізу переваг і перешкод, пов'язаних з онтологічним моделюванням, можна закласти основу для його успішної інтеграції в бібліотечні екосистеми, що дозволить бібліотекам процвітати в складному та взаємопов'язаному інформаційному ландшафті сучасного світу [10].

1.2 Постановка проблеми дослідження

Незважаючи на потенційні переваги онтологічного моделювання для бібліотек, залишаються проблеми у розробці та впровадженні онтологічних баз знань. Основна проблема дослідження полягає у визначенні відповідного методу для розробки онтології, яка відповідним чином представляє унікальні вимоги до організації бібліотеки та різноманітний діапазон ресурсів, які вона охоплює [11]. Щоб вирішити цю проблему, у цьому розділі досліджуються кілька питань дослідження.

По-перше, дизайн онтології повинен забезпечувати всебічне та точне представлення бібліотечних ресурсів та їхніх зв'язків один з одним. Це дослідницьке питання передбачає вивчення основних характеристик онтологій, які найкраще відображають складність і нюанси бібліотечних ресурсів, включаючи розгляд того, як різні теми, жанри, формати, автори та інші змінні можуть бути точно представлені та взаємопов'язані в онтології [12].

Інше дослідницьке питання досліджує, як онтологія може вмістити різноманітні ресурси та формати в бібліотеках, включаючи традиційні друковані матеріали, цифрові ресурси та нові формати. Суттєвий аспект цього дослідницького питання стосується гнучкості та адаптивності онтологічної моделі для включення нових типів матеріалів та інформації в міру їх появи без руйнування існуючої структури.

Вирішальна проблема полягає в забезпеченні семантичної сумісності між бібліотечними інформаційними системами при інтеграції існуючих стандартів

каталогізації та схем класифікації. Вирішення цього дослідницького питання вимагає вивчення найкращих практик для сприяння семантичній сумісності в онтологіях і стратегіях інтеграції онтологічних моделей в існуючі бібліотечні системи. Це включає в себе вивчення методів відображення та перехресних посилань між традиційними схемами класифікації та онтологічними моделями, полегшуючи плавні переходи та розуміння між різними системами та базами даних [13].

Практичні проблеми та міркування щодо впровадження онтологічної бази знань у бібліотечному середовищі включають навчання персоналу, сумісність системи та фінансові ресурси. Вирішення цього дослідницького питання вимагає визначення матеріально-технічних і практичних перешкод впровадження онтологічного моделювання в бібліотеки шляхом вивчення інвестицій ресурсів, навчання персоналу, технічних вимог і потенційних бар'єрів або опору змінам, з якими бібліотеки можуть зіткнутися при прийнятті онтологічного підходу до своїх організації.

Нарешті, дослідження спрямоване на те, щоб зрозуміти вплив онтологічного моделювання на досвід користувачів бібліотек і що можна зробити, щоб ці зміни позитивно вплинули на процеси пошуку та відкриття інформації. Це передбачає вивчення способів, якими онтологічне моделювання може змінити роботу бібліотеки для користувачів з точки зору доступних їм функцій пошуку та їхньої здатності орієнтуватися та розуміти ресурси бібліотеки.

Розглядаючи ці дослідницькі питання, це дослідження має на меті зробити внесок у розробку можливого та ефективного підходу до онтологічного моделювання для організації бібліотек, покращуючи бібліотечний досвід для користувачів за допомогою більш точних, ефективних та інтелектуальних методів пошуку інформації. Дослідження заглибиться в методи та стратегії проектування, підтримки та впровадження онтологій, які підтримують надійне, уніфіковане та гнучке представлення знань, забезпечуючи адаптивність систем організації бібліотек до мінливого ландшафту інформаційних ресурсів і

форматів. Завдяки цьому дослідженню проект прагне створити міцну основу для успішної мінімізації інтеграції

1.3 Теоретичні аспекти онтологічного моделювання

Онтологічне моделювання зарекомендувало себе як важливий інструмент для представлення і обробки великої кількості інформації та знань з різних предметних областей та контекстів. Воно відіграє вирішальну роль у структуруванні, упорядкуванні та наданні доступу до численних інформаційних ресурсів, таким чином, полегшуючи процес пошуку, організації та аналізу знань.

Верховодою онтологічного моделювання є встановлення формальних, систематичних та узгоджених описів різних термінів та відносин, що характеризують певні предметні області. Онтологія, як центральний елемент моделювання, має на меті створити загальний словник предметної галузі, забезпечити ефективне розуміння, обмін та відтворення знань у різних системах та додатках. Важливим при цьому є забезпечення семантичної сумісності, тобто забезпечення взаємного розуміння концептів та ідеології між різними користувачами або програмними сутностями [14].

Онтологічне моделювання забезпечує певні переваги порівняно з традиційними системами класифікації та представлення знань. Цей підхід дає змогу підтримувати гнучкість, еволюційно забезпечення, адаптацію між різними джерелами інформації, динамічність розвитку та змінний характер знань.

Сучасне онтологічне моделювання апелює до різних систем то форматів, на процесуальному полі відзначається використанням різних методів, інструментів та обчислювальних моделей. На семантичному та алгоритмічному полях процес передбачає створення функціонально обґрунтованих та абстрактних структур концептів, використанням яких забезпечується перетворення надання доступу до численної інформаційної бази [15].

Проте разом з перевагами онтологічного моделювання з'являються виклики й обмеження в імплементації, інтерпретації та аналізу онтологічних систем. У напрямку досліджень основних принципів моделювання та програмного компонентного забезпечення, оцінки параметрів алгоритмічних особливостей та складових аналізу змісту та результату онтологічного моделювання лежить нагальна потреба у вдосконаленні структурованого обміну знаннями між різними джерелами інформації.

Поняття онтології сягає глибин давньогрецької філософії і наукових роздумів над природою реальності та існуванням різних концептів. Проте в контексті інформатики і обробки знань, слово "онтологія" набуло нового значення. Зі зростанням потреби в обробці численних інформаційних ресурсів та забезпеченні ефективного обміну знаннями між різними системами та джерелами інформації стало очевидним, що потрібні нові підходи, які допоможуть структурувати, класифікувати та презентувати інформацію оптимальним чином [16].

Онтологічне моделювання прозирає практичні та еволюційні шляхи для забезпечення цілісного розуміння та організації представлення знань. Як основний інструмент для створення формалізованого представлення знань, онтології дозволяють спрощувати знаходження та обробку інформації шляхом абстрагування домена знань, створення спільного словникового термінів та відносин, які представляють основу для ефективного доступу до знань.

Ряд методів та інструментів, що використовуються у онтологічному моделюванні, передбачає різні стратегії розробки та представлення онтологій. Залежно від конкретного дослідження та домену знань, вибір підходу може бути різним. Зокрема, це може включати ручне створення онтологій, користуючись традиційними мовами програмування, або використання середовища Protege або аналогічних систем для автоматизації процесу.

Незалежно від вибраного підходу, успішне онтологічне моделювання вимагає ретельного аналізу існуючих знань та їх структури. Це означає, що у процесі моделювання не тільки має бути створена онтологія, але й розуміння

того, як кращі практики інтегруються з доменом знань, як розвивається результати роботи та отримується набагато ширша перспектива представлення інформації. Завдяки своїй гнучкості та можливостям інтеграції з існуючими системами, онтологічне моделювання стає цінним інструментом для різних відносин, сприяючи кращому доступу та цілісному розумінню представлення знань [17].

1.4 Базові поняття онтологічного моделювання

Для розуміння онтологічного моделювання необхідно розглянути його базові поняття та компоненти. В цьому підрозділі ми зосередимося на трьох основних аспектах онтологій: класи, властивості та відносини. Розуміння структури та функціонування цих ключових елементів допоможе зрозуміти існуючі методи та техніки онтологічного моделювання.

Класи в онтології представляють абстраговані категорії або типи об'єктів, які визначаються на прикладі спільних характеристик або відносин. Різні класи можуть мати різні ступені загальності та специфічності, відповідно до особливостей даної предметної області. Наприклад, клас "транспортний засіб" може включати підкласи "автомобіль", "мотоцикл", "велосипед" тощо.

Створення онтологічної структури класів та підкласів включає часто створення ієрархій, що дозволяють розрізняти між абстрактними класами зі спільними ознаками і конкретними підкласами зі значно виразнішими характеристиками. Ця ієрархічна структура допомагає узгодженому представленню знань та спрощує обробку інформації в різних системах та додатках. Приклад класів і підкласів зображено на рисунку 1.4.

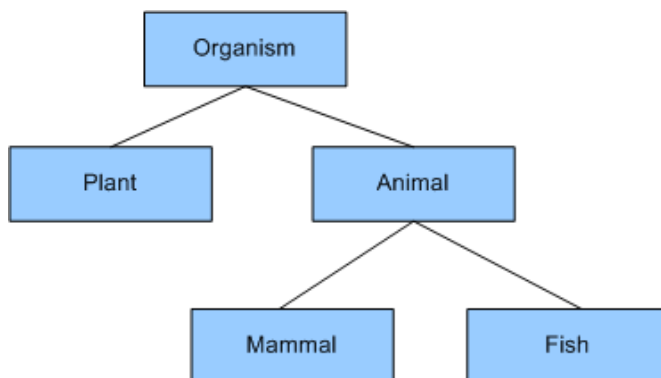


Рисунок 1.4 – Класи і підкласи в онтології

Властивості або атрибути в онтології представляють характеристики об'єктів, що належать до певних класів. Загальні властивості містять інформацію про різні види характеристик об'єктів, таких як колір, форма, розмір тощо (рис. 1.5). Властивості допомагають у створенні детального та структурованого представлення об'єктів у предметній області та подальшої роботи з ними на різних рівнях моделювання та перевірки.

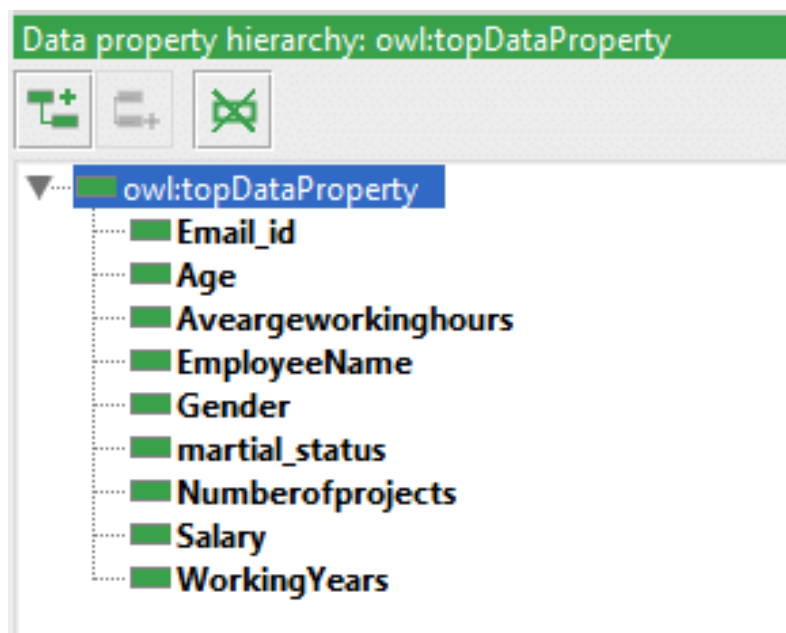


Рисунок 1.5 – Атрибути в середовищі Protégé

Відносини в онтології відображають зв'язки між об'єктами у певній предметній галузі та можуть бути використані для представлення асоціацій, структурних шаблонів, причинно-наслідкових зв'язків тощо. Відносини дозволяють описати структуру знань предметної області настільки точно, наскільки це є можливим, і абстрагувати складніші аспекти даних. Відношення також можуть протягом часу еволюціонувати та адаптуватись до нових змін або дисциплінарних розвідок [18]. Приклад відносини в онтології зображено на рисунку 1.6.

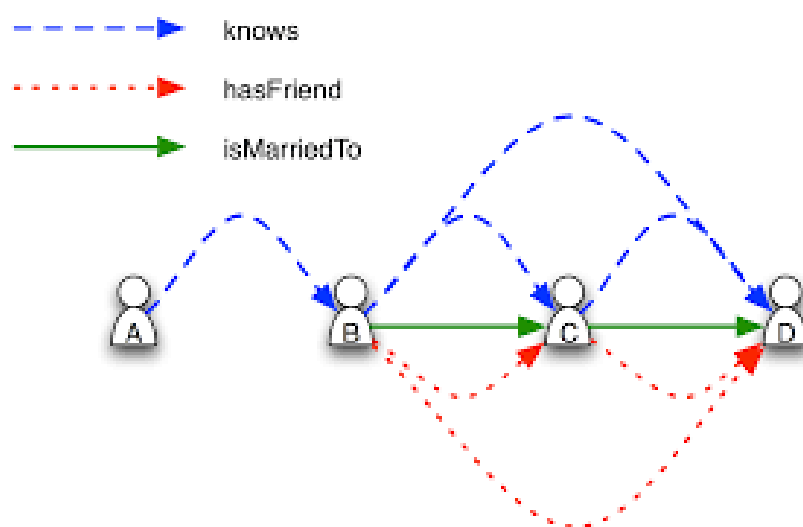


Рисунок 1.6 – Відносини між об'єктами в онтології

Онтологічне моделювання забезпечує можливість розробки систем обробки знань, аналізу, класифікації та відображення інформації, які можуть інтегруватись, адаптуватись та трансформуватись до потреб дослідження та засобів доступу. Онтологічні моделі допомагають поєднати структури знань, пов'язати інформацію з різних джерел та забезпечити класифікацію інформації у ясній і зрозумілій формі, відкриваючи вікно в світ широкоузгодженого, контекстуального розуміння інформації.

Онтологічне моделювання відіграє значну роль у сучасних комп'ютерних науках і дозволяє краще зрозуміти теоретичні основи та практичні аспекти обробки знань і інформації. Основні концепти, що стоять за онтологічним

моделюванням, забезпечують зручний інструментарій для візуалізації, структуризації, аналітики та інтеграції знань у різноманітних предметних областях. Застосування онтологій може полегшити процес виявлення шаблонів, тенденцій, залежностей та відмінностей у великому обсязі даних, сприяючи створенню узагальнених, відповідних і сумісних результатів.

У контексті онтологічного моделювання, на додаток до вже сформульованих базових понять, таких як класи, властивості та відносини, необхідно звернути увагу на деякі інші важливі аспекти та шляхи розвитку:

- Застосунок та машинне навчання: інтеграція онтологічного моделювання з методами машинного навчання та статистичної обробки даних через створення знань, які можуть бути автоматично вдало вивчені, навчанні та використовувані.

- Взаємодія між людьми та агентами: сприяння спільному розумінню та доступу до інформації для людей або програмних агентів, співпраця з метою розвідки та обробки відповідних настанов.

- Системи відкритого коду та стандарти: розробка та впровадження відкритих стандартів та належного програмного забезпечення, що дозволяє інженерам по знанням і розробникам легко створювати, змінювати, ділитись, публікувати та використовувати онтології.

- Онтології бібліотек та загальноцільові онтології: створення загальноцільових онтологій та спільних бібліотек, що зможуть використати фахівці з різних сфер для анотації та спільного використання їхніх знань, без необхідності створювати окремі, спеціалізовані онтології.

Онтологічне моделювання більше ніж просто формалізація знань. Воно відкриває нові можливості для обробки, представлення та доступу до великої кількості інформаційних ресурсів, покращуючи інтеграцію знань та застосунок на практиці. Завдяки своїй гнучкості, масштабованості та сприятливості для адаптації, онтологічне моделювання стає перспективним напрямом для різних інформаційних систем та розвитку комп'ютерних наук і технологій, що сприяє

створенню нового парадигми інтелектуального оброблення інформації в сучасному цифровому світі [18].

1.5 Методи та розробки онтологій

Онтологічне моделювання передбачає створення і організацію візуалізацій, структур і функцій, що будуть полегшувати процес розпізнавання, обробки, доступу та передачі інформації. Для успішного моделювання онтологій потрібно використовувати ефективні методи, які мають на увазі усі можливі параметри та контексти роботи [16].

Розглянемо деякі методи та підходи, які використовуються для розробки онтологій, включаючи їх структуру, інтерфейс та інтеграцію з існуючими системами.

Розробку онтології можна класифікувати на два типи: Топ-даун та ботом-ап метод (рис. 1.7).

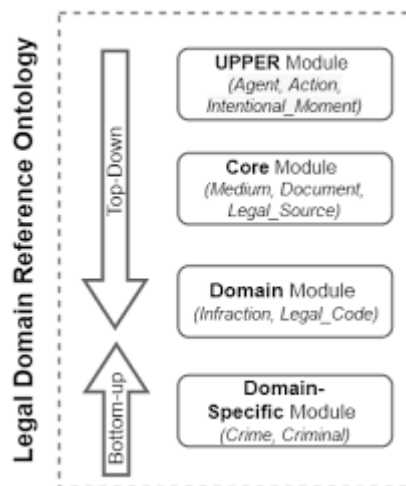


Рисунок 1.7 – топ-даун на ботом ап методи

Топ-даун підхід передбачає розробку онтології з верхнього рівня, починаючи з найбільш загальних класів та їх відносин, а потім опускається до

менш специфічних класів та властивостей. Він корисний для створення онтологій з єдиним узагальненим представленням предметної області.

Навпаки, у ботом-ап підході, процес розробки онтології розпочинається з аналізу окремих випадків та відношень класів, застосовуючи процес узагальнення до найбільш загальних класів. Це сприяє кращому розумінню та адаптації до певного контексту предметної галузі [9].

Редактори онтологій: спеціальні інструменти та редактори, такі як Protege, WebProtégé, TopBraid Composer і інші, можуть забезпечити засоби для ефективного створення та редагування онтологій, з використанням відповідних представлень та стандартів дані. Ці інструменти дозволяють розробникам більш зручно створювати інтерфейси та визначати структури класів та відношень [19].

Метод послідовного накладання шаблонів (MCMC): цей ітеративний метод покликаний спрощення процесу розробки онтології шляхом повторного використання існуючих онтологічних шаблонів та структур. Змішуючи описи класів і відношень із шаблонів, цей складовий підхід допомагає у розробки нових онтологій автоматизуючи отримання відповідних комбінацій [20].

Композиція та інтеграція онтологій: маючи на увазі складність інформаційних систем, інженери знань можуть поєднати або інтегрувати онтології для побудови нових, більш виразних і комплексних онтологій ґрунтуючись на існуючих структурах. Процес композиції може передбачати оптимізацію відповідних показників шляхом модульності та відкритості [21].

Перевірка та валідація онтологій: на завершальному етапі розробки онтології слід провести її аналіз на предмет порушень відповідності структури та узгодженості інформації. Це може передбачати роботу з аналізаторами структури, функціональності та ефективності для ідентифікації можливих проблем, що виникають у процесі використання або адаптації онтології [21].

Ще декілька важливих аспектів та методів для розробки онтологій, які покращують розуміння основних підходів та інструментів, зазначених вище, включають:

- Семі-автоматична екстракція онтологій. Інколи може бути корисним звернутися до методів семі-автоматичної екстракції онтологій від існуючих баз даних, текстових корпусів або інших джерел інформації. У цьому контексті використовуються алгоритми машинного навчання, статистичні методи, тезауруси та інші онтологічні ресурси для автоматичного виділення класів, властивостей та відношень.

- Репозиторії та пошук онтологій. Для забезпечення зручного доступу до існуючих онтологій, їх пошуку та повторного використання, можна створювати спеціальні репозиторії та пошукові системи. Такі системи забезпечують каталогізацію, індексацію та організацію онтологій, спрощують їх пошук, а також дозволяють порівнювати різні онтології за різними ознаками і характеристиками.

- Онтологічні віртуальні мережі. Цей підхід передбачає побудову віртуальних мереж, які інтегрують онтології, створені різними групами фахівців або науковців. Це може сприяти задоволенню загальних інтересів, розвитку нових знань та ресурсів, а також узгодженому представленню інформації.

- Евалюація онтологій. Оцінка якості онтологій зазнавала численних змін на протязі часу, пропонуючи різні метрики та показники. Евалюація може включати аналіз логічної структури, семантичної комплектності, формальних визначень, ступеня узгодженості з іншими онтологіями та інші чинники, які відображають якість розробленої онтології.

- Бенчмаркінг онтологій. Для вимірювання продуктивності то ефективності онтологічних систем можуть використовуватися методи тестування та порівняння, які дозволяють виявити сильні та слабкі сторони та зробити належні висновки з них.

У цілому, сучасні методи та підходи до розробки онтологій передбачають широкий спектр можливостей для отримання зручного представлення знань, підготовки до інформаційної репрезентації, інтеграції та створення онтологічних систем. Онтологічні моделі забезпечують більш точне та цілісне

представлення знань у предметній області, сприяючи створюванню мостів між різними джерелами інформації, сумісність систем та забезпечення загального доступу до знань.

1.6 Застосування онтологічного моделювання в різних галузях

Онтологічне моделювання відіграє ключову роль у різних галузях і дозволяє покращення та оновлення спільної роботи, інтерактивної доступності та обробки інформації для різних користувачів. Воно полегшує аналіз, конвертацію, інтеграцію та екстракцію складних даних, що забезпечують машинно-орієнтований доступ до класів, властивостей та відносин.

Деякі з найбільш поширених галузей, де онтологічне моделювання стає дуже важливим, включають:

1. Біологія та медицина: онтологічне моделювання може покращувати класифікацію і категоризацію біологічних концептів, структур та характеристик, аналізувати та моніторити відповідні стандарти, такі як бібліотеки генів, білків (рис. 1.8) [22].

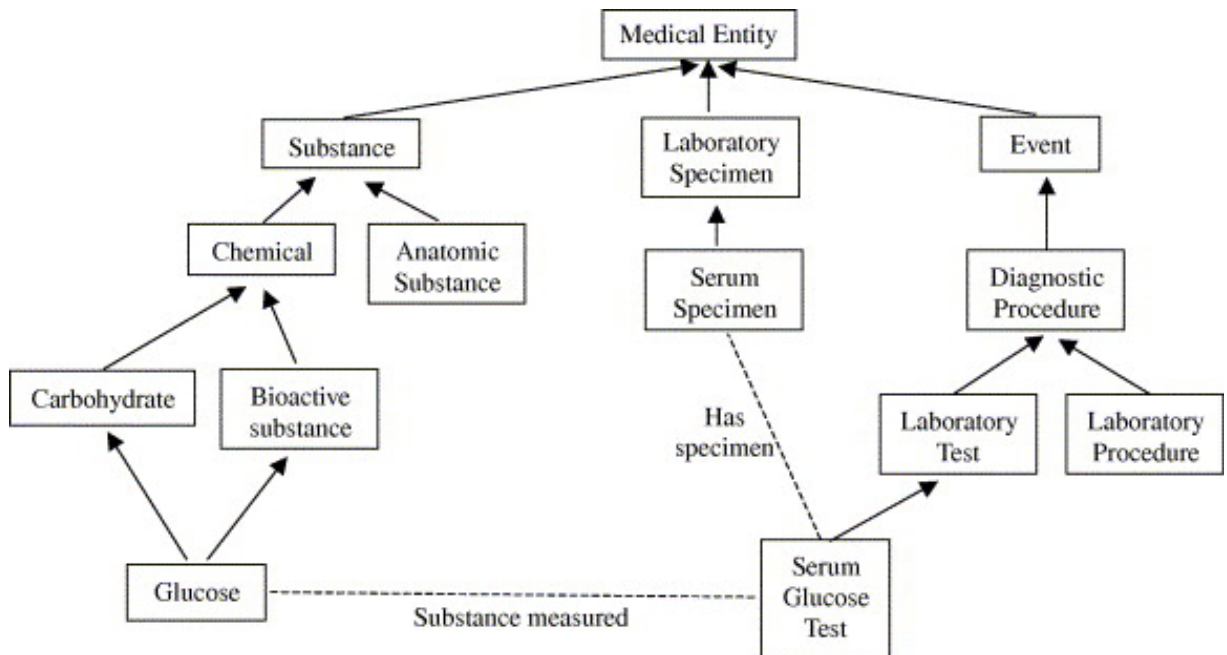


Рисунок 1.8 – Онтологічне моделювання в біології і медицині

2. Веб-послуги та електронна комерція: онтологічне моделювання допомагає вирішувати проблеми з інтеграцією та обмеженістю крос-доменних систем на основі стандартних протоколів та форматів метаданих, уможливорює кращу конвертацію метаданих та інтеграцію окремих баз даних (рис 1.9) [14].

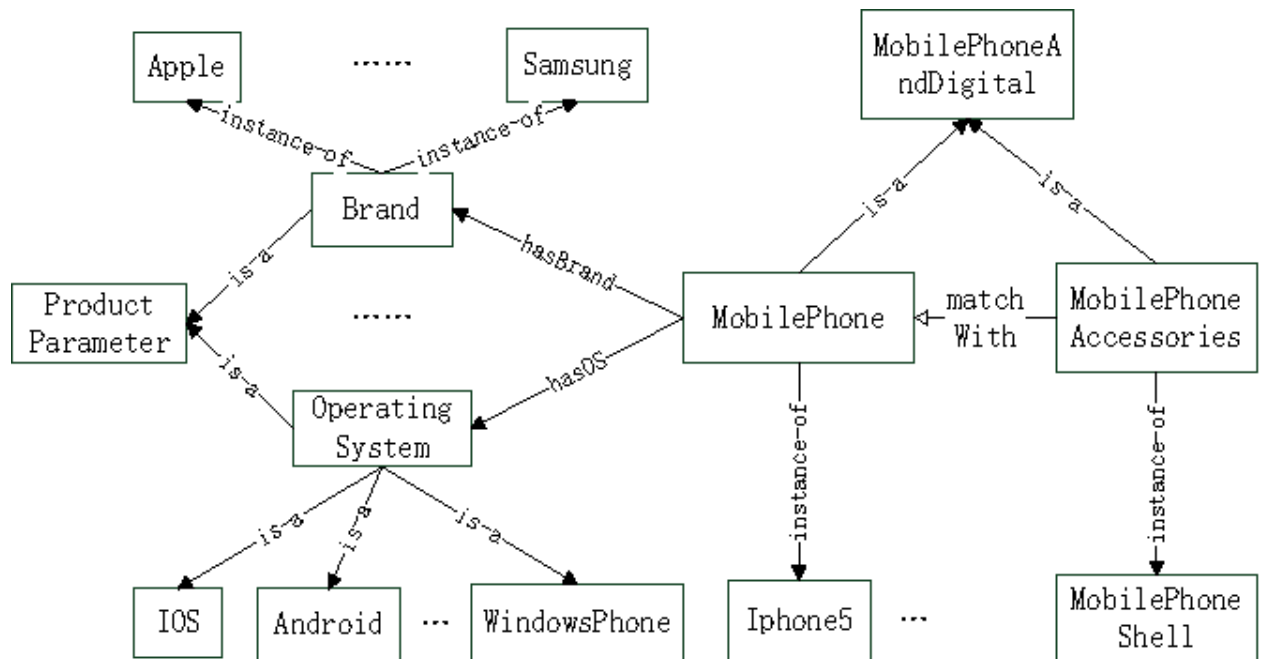


Рисунок 1.9 – Онтологія в електронній комерції

3. Екологія та навколишнє середовище: онтології можуть відігравати значну роль у розподілі глобальних та регіональних ресурсів, стратегії оцінки та управління ризиками, орієнтуючись на стандарти та методики для оцінки ризиків, які пов'язані з техногенними та екологічними аспектами.

4. Геоінформаційні системи (ГІС) та географічні дані: онтологічне моделювання може спрощувати представлення і доступ до географічних даних, полегшуючи видавничу діяльність та організацію кооперативних мережевих послуг, координуючи роль державних і приватних секторів та обмежуючи такі проблеми, як патенти, авторські права та інші інтелектуальні права.

5. Машинне навчання та штучний інтелект: онтологічні моделі можуть описувати та пристосовувати інформаційні ресурси під потреби різних

методів машинного навчання та штучного інтелекту, сприяючи отриманню знань та розвитку досліджень на відповідному рівні.

Застосування онтологічного моделювання не обмежується деякими відомими галузями, але також продовжує розвиватись і розширюватись, застосовуючи онтологічні принципи у багатьох інших областях. Такі галузі, як соціологія, юриспруденція, культурологія та криптографія, також можуть мати користь від використання онтологічного моделювання.

1. Соціологія та комунікаційні науки: онтологічне моделювання може допомогти у структуризації та представленні відомостей про соціальні структури, групи, стереотипи та комунікаційні патерни. Онтологічні підходи можуть відображати різні соціальні і взаємозв'язки та сприяти кращому розумінню структур та механізмів міжособової взаємодії.

2. Юриспруденція: онтології можуть сприяти представленню та категоризації юридичних термінів, документів, рішень та положень. Таким чином, юриспруденти, практиканти й студенти можуть сформувавши більш ефективні, систематичні та структуровані методи доступу до юридичної інформації та знань.

3. Культурологія та гуманітарні науки: онтологічне моделювання може бути використане для відтворення, організації та доступу до культурних результатів, мистецтва та історичної інформації. Онтологічні підходи можуть допомогти у створенні платформ для передавання культурної спадщини, електронних музеїв та енциклопедій, які пропонують ефективні, зручні та систематичні засоби доступу до інформації.

4. Криптографія та кібербезпека: онтологічне моделювання працює з системами штучного інтелекту та сервісами кібербезпеки, щоб класифікувати та обробляти інформацію та забезпечити єдине представлення про загрози, протоколи та політики безпеки. Онтологічні моделі в кібербезпеці будуть активно співпрацювати з експертами з інформаційної безпеки у пошуку рішень, які забезпечують захист даних та протидію загрозам.

Хоча для кожної з цих галузей можуть існувати своя специфіка та контекст, онтологічне моделювання все ж збігається на певних спільних аспектах: покращення обробки інформації, полегшення доступу та зрозуміння знань, сприяння спільній співпраці, структуризації даних та відображення семантичного спектра. Ці аспекти однаково важливі для різних галузей знань, що викликають розвиток онтологічного моделювання на дослідження та розширення в нових напрямках.

1.7 Висновок до розділу 1

Традиційні методи класифікації та каталогізації, такі як DDC, LCC і RDA, можуть виявитися жорсткими та складними для адаптації до нових галузей дослідження. В якості альтернативи виступає онтологічне моделювання, яке пропонує переваги, такі як семантична сумісність, гнучкість, а також покращений пошук інформації. Проте, впровадження цього підходу стикається з викликами, зокрема розробкою та підтримкою онтологічних баз знань і навчанням персоналу.

Дослідження зосереджується на аналізі онтологічного моделювання та його впливі на різні аспекти організації бібліотечних ресурсів, а також розробці нових, інноваційних підходів у цій сфері. Головна мета полягає у вдосконаленні процесів пошуку та використання інформації для користувачів бібліотек. Онтологічне моделювання структурує та упорядковує інформацію, полегшуючи пошук, організацію та аналіз знань.

Оскільки бібліотеки адаптуються до цифрового середовища, онтології стають все важливішими для формування організаційних систем.

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ОНТОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ

2.1 Огляд існуючих програмних засобів для онтологічного моделювання

Онтологічне моделювання є важливим аспектом роботи з базами знань, оскільки воно допомагає структурувати, упорядкувати та представити інформаційні ресурси ефективним та узгодженим способом. Для успішної реалізації онтологічної моделі в різних предметних доменах дослідники використовують набір програмних засобів, які сприяють створенню, редагуванню, аналізу та обміну знаннями за допомогою онтологій [15].

Ці програмні засоби можуть варіюватися від простих редакторів текстів та графічних інтерфейсів для ручної побудови онтологій до складних засобів підтримки рішень, які дозволяють автоматизувати процес створення, аналізу та обробки онтологічних даних. Використання таких інструментів допомагає дослідникам більш ефективно використовувати онтологічне моделювання в різних контекстах, від організації бібліотеки до загальної культурології, юридичних наук та екології.

Важливим аспектом програмних засобів для онтологічного моделювання є їх сумісність зі стандартами інформаційного обміну та міжопераційність з іншими системами, які використовуються для обробки знань, наприклад, базами даних, веб-сервісами, модулями машинного навчання та іншими суміжними технологіями.

При виборі програмних засобів для онтологічного моделювання, дослідникам слід оцінити наявні підходи, інструменти, стандартні формати, посібники та методики з метою визначення найбільш підходящого засобу для вирішення конкретних задач та контексту дослідження.

Загальні аспекти програмних засобів для онтологічного моделювання включають легкість використання, функціональність, потужність,

масштабованість, можливість співпраці між дослідниками, відкритість для розширення та інтеграції з іншими системами, а також наявність документації та підтримки від співтовариства.

Різні програмні засоби для онтологічного моделювання мають свої сильні та слабкі сторони, і тому слід розглядати їх відповідно до вимог конкретного проекту та цілей дослідження. Огляд існуючих програмних засобів допоможе визначити та виокремити ключові відмінності та можливості різних інструментів, що є важливим елементом для успішного проектування та реалізації онтологічної моделі [10].

2.1.1 Огляд TopBraid Composer

TopBraid Composer є потужним програмним засобом для розробки, редагування та управління онтологіями та пов'язаними через них даними (рис. 2.1). Він базується на стандарті відкритого коду W3C - мові онтології Web Ontology Language (OWL) та Resource Description Framework (RDF) - і розширює їх засобами та специфікаціями для створення нових онтологій, маніпуляції з даними та інтеграції цих даних у різні додатки та веб-сервіси.

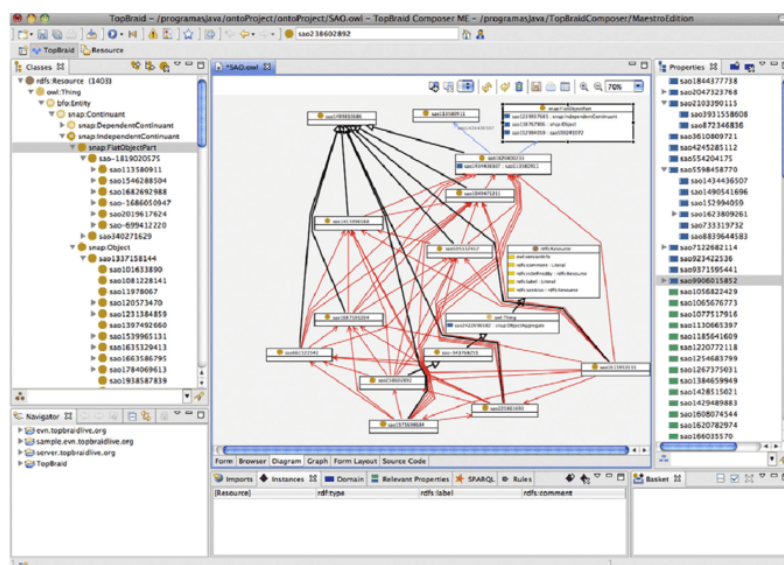


Рисунок 2.1 – Графічний користувацький інтерфейс TopBraid Composer

Основні особливості TopBraid Composer включають:

1. Графічний користувацький інтерфейс: Composer надає графічний інтерфейс зі зручною і сучасною навігаційною системою, що полегшує створення і редагування онтологій, а також візуалізацію класів, властивостей та відносин між ними.
2. Підтримка стандартів онтологій: TopBraid Composer підтримує всі основні стандарти, такі як RDF, OWL, SPARQL, SHACL та інші, що забезпечує гнучкість та сумісність з різними джерелами даних та системами.
3. Інтеграція з іншими джерелами даних: Composer дозволяє імпортувати онтології та дані з різних джерел, таких як файлові системи, бази даних, веб-сервіси або інші формати файлів, забезпечуючи можливість працювати зі складними сценаріями інтеграції.
4. Автоматизація процесів: Composer надає засоби для автоматизації процесів моделювання через запуск пакетних операцій, використання SPARQL-запитів та розробку за допомогою стандартних інструментів розробки Eclipse.
5. Підтримка роботи в команді: Composer дозволяє кільком користувачам працювати над однією онтологією в реальному часі, співпрацювати та обмінюватися інформацією, забезпечуючи ефективну командну роботу та забезпечення якості інформації.
6. Валідація та контроль якості: TopBraid Composer включає ряд вбудованих інструментів та підходів для перевірки та валідації онтологій на коректність, семантичну цілісність, узгодженість та інші аспекти якості.

Хоча TopBraid Composer пропонує ряд корисних функцій і можливостей для онтологічного моделювання, існують деякі обмеження та мінуси, які слід врахувати при виборі програмного засобу:

1. Ліцензія та вартість: TopBraid Composer є комерційним продуктом з відповідними вимогами щодо ліцензій та оплати. Це може обмежувати доступність програми для окремих користувачів чи установ. З іншого боку, Protege пропонує безкоштовний варіант із відкритим кодом для всіх користувачів.

2. Складність у навчанні: TopBraid Composer може виявитися складним для нових користувачів, оскільки інтерфейс та функціональні можливості програми можуть бути не такими інтуїтивно зрозумілими, як у Protege.

3. Інтеграція з іншими програмами: хоча TopBraid Composer надає інтеграцію з рядом стандартизованих програмних засобів, таких як RDF, OWL, SPARQL та SHACL, Protege може мати кращу сумісність або підтримку онтологічних плагінів та розширень, що розроблені спеціально для нього.

4. Фокус на високорівневому моделюванні: TopBraid Composer більше орієнтовано на моделювання на високому рівні, для комерційних додатків та підприємств-рівня проектів, тоді як Protege може краще підходити для більш точкових спеціалізованих проектів або академічних досліджень [23].

2.1.2 Огляд Protégé

Protégé є одним з найпопулярніших і широко використовуваних безкоштовних програмних засобів для розробки, редагування та управління онтологіями. Розроблений на базі відкритого коду за підтримки Стенфордського університету, цей інструмент пропонує широкий спектр функцій для ефективного створення та редагування онтологій за допомогою добре структурованого графічного інтерфейсу.

Особливості Protégé включають:

1. Графічний користувацький інтерфейс: Protégé надає зручний графічний інтерфейс з наочною візуалізацією класів, властивостей та відносин, що дозволяє легко створювати і редагувати онтології (рис 2.2).

2. Підтримка стандартів онтології: Protégé підтримує всі основні стандарти, такі як RDF, OWL, SKOS, SPARQL, SHACL та інші, що забезпечує гнучкість та сумісність з різними джерелами даних та системами.

3. Інтеграція з іншими джерелами даних: Protégé дозволяє імпортувати онтології та дані з різних джерел, таких як файлові системи, бази

даних, веб-сервіси або інші формати файлів, забезпечуючи можливість працювати зі складними сценаріями інтеграції.

4. Розширення та плагіни: Protégé підтримує великий набір плагінів та розширень, які додають додаткову функціональність та можливості. Це включає різні редактори властивостей, SPARQL-запитів, візуалізацій графів та ін.

5. Підтримка спільноти: Protégé має активну спільноту користувачів та розробників, які надають підтримку, обмін ідеями та обговорення нових функцій, проблем, методик та підходів у розробці онтологій.

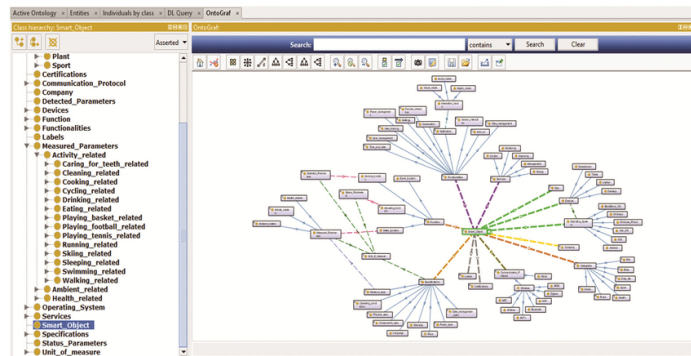


Рисунок 2.2 – Графічний користувацький інтерфейс Protégé

Оскільки магістерська робота стосується "Онтологічного моделювання бази знань з організації бібліотеки", протеже може виявитися дуже корисним інструментом для проекту. Він забезпечує ефективний спосіб створення, редагування та управління онтологіями, дозволяє інтегрувати дані з різних джерел, підтримує сумісність зі стандартами RDF та OWL та надає підтримку у вирішенні проблем та питань через активну спільноту.

Незважаючи на численні переваги Protégé, існують також деякі мінуси та обмеження, які варто врахувати при використанні цього програмного засобу для магістерської роботи:

1. Крива навчання: Протеже може бути дещо складним для початківців через його багаті можливості та налаштування. Нові користувачі

можуть відчувати, що їм потрібно додатковий час для засвоєння функціональності та розуміння різних вкладок, інструментів та параметрів.

2. Продуктивність і ресурси: Протеже може вимагати помітних обчислювальних ресурсів, особливо при роботі з великими онтологіями або складними операціями. Це може призвести до його зниженої продуктивності та відповідності на менш потужних комп'ютерах.

3. Сумісність з форматами файлів: Протеже підтримує стандартні формати онтологій, такі як RDF, OWL і так далі, але може мати обмежену підтримку для інших менш поширених або специфічних форматів файлів.

4. Відсутність комерційної підтримки: Хоча Protégé має відкритий код і активну спільноту, гарантії щодо підтримки на комерційному рівні відсіюються. Це може стати проблемою для деяких організацій або проектів, які вимагають високого рівня підтримки та оновлень.

5. Безпека та обмеження користувацького інтерфейсу: Протеже може мати обмежені функції безпеки та налаштування доступу для захисту даних та контролю дозволів користувачів у порівнянні з комерційними рішеннями.

Дивлячись на вищезазначені мінуси, Protégé все ж залишається корисним та надійним варіантом для онтологічного моделювання, особливо враховуючи його безкоштовність, розширюваність та широку функціональність. Попри обмеження, Protégé приносить значні переваги в контексті створення та обробки онтологій та доставляє значущий внесок у розвиток досліджень з онтологічного моделювання. Вибір програмного забезпечення в цілому залежить від специфіки предметної області, доступних ресурсів та технічних вимог [24].

2.1.3 Огляд WebVOWL

WebVOWL є інноваційним веб-інструментом для візуалізації онтологій у мові онтології Web Ontology Language (OWL) (рис. 2.3). Розроблений групою інженерів у Ляйпцигському університеті, цей інструмент надає зручний,

інтерактивний та графічний спосіб представлення онтологій та роботи з ними в онлайн-середовищі.

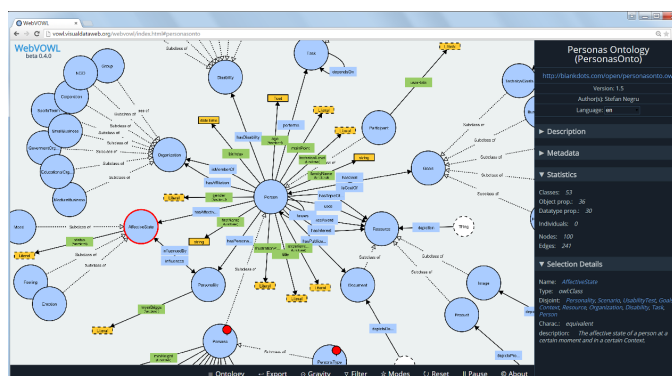


Рисунок 2.3 – Графічний користувацький інтерфейс WebVOWL

Основні особливості WebVOWL включають:

1. Візуалізація онтологій: WebVOWL використовує спеціальну нотацію для відображення класів, властивостей та відносин між ними у виді графів, що дозволяє користувачам легко розуміти структуру предметної області та перемикатися між різними елементами онтології.
2. Інтерактивні графічні елементи: WebVOWL надає динамічні та інтерактивні графічні елементи, які дозволяють користувачам змінювати вигляд графа, масштабувати, переміщати елементи, а також переглядати детальну інформацію про різні компоненти онтології.
3. Імпорт та експорт онтологій: WebVOWL дозволяє імпортувати існуючі онтології у форматі OWL та здійснювати експорт візуалізації в інші формати, такі як картинки або отримати JSON-файл з поточною конфігурацією візуалізації.
4. Сумісність зі стандартами: WebVOWL базується на OWL, стандарті W3C для онтологічного моделювання, і забезпечує сумісність з більшістю інших інструментів, що використовують OWL.
5. Браузерна робота без встановлення: WebVOWL є веб-орієнтованим інструментом, який працює в більшості сучасних веб-браузерів без

необхідності встановлення додаткового програмного забезпечення на користувацькому комп'ютері.

WebVOWL є корисним інструментом для роботи з онтологіями, особливо для візуалізації та експлорації веб-сервісів та онлайн-джерел. Його веб-орієнтований підхід, інтерактивний дизайн та сумісність зі стандартами роблять його зручним для дослідження, аналізу та представлення онтологій, зокрема в контексті проектів, пов'язаних із бібліотечними системами.

Дослідивши особливості WebVOWL, можна виділити такі обмеження та мінуси цього інструменту:

1. Обмежена редагувальна можливість: WebVOWL головним чином спрямовано на візуалізацію онтологій, тому його редагувальні функції менш потужні та менш доступні порівняно з такими інструментами, як Protégé або TopBraid Composer, які надають більше можливостей стосовно створення та редагування онтологій.

2. Відсутність підтримки деяких сторонніх інтеграцій: На відміну від Protégé на Eclipse, які підтримують значний набір плагінів та розширень, WebVOWL може мати обмежену інтеграцію з сторонніми інструментами та службами.

3. Проблеми з продуктивністю при роботі з великими онтологіями: WebVOWL працює в браузері, і це може призвести до зниження продуктивності або підтримки, якщо робота вестиме з великими або складними онтологіями.

4. Залежність від підключення до Інтернету: WebVOWL як онлайн-інструмент потребує стабільного підключення до Інтернету. Це може викликати проблеми, якщо робота ведеться в місцях з обмеженим доступом до інтернету або непадтримки більшості веб-браузерів.

Попри ці обмеження, WebVOWL корисний інструмент для візуалізації онтологій, особливо у дослідженні відносин та структури онтологій та наочної взаємодії з представленням знань. Однак для створення та редагування

онтологій можуть бути рекомендовані інші інструменти, такі як Protégé або TopBraid Composer [25].

2.1.4 Огляд інших програмних засобів

Для повного огляду різних програмних засобів для роботи з онтологіями, розглянемо декілька додаткових інструментів, які використовуються у різних галузях для створення, редагування та керування онтологіями:

1. PoolParty Semantic Suite: PoolParty є потужним рішенням для семантичної інтеграції даних, створення тезаурусів, класифікації змісту, та інших стандартів заснованих на онтологіях, таких як RDF, SKOS, та SPARQL. Це комплексне рішення включає різні модулі та може інтегруватися з різними базами даних, веб-службами та аналітичними інструментами.

2. OntoRefine: OntoRefine є модулем від PoolParty Semantic Suite, який покликаний надати більше доступу до роботи з даними та перетворення в RDF-інтегроване середовище. Його основною функцією є препроцесинг та мапінг неструктурованих даних у структуровані RDF формати.

3. NeOn Toolkit: NeOn Toolkit є безкоштовним інструментом на базі Eclipse для розробки, редагування та керування онтологіями, який підтримує високу гнучкість та мультіонтологійність. NeOn Toolkit пропонує модульну архітектуру, декілька плагінів для кастомізації середовища роботи, підтримку стандартів OWL та RDF, інтеграцію з різними програмними засобами та веб-службами.

4. OWLGrEd: Створений у Латвійському університеті, OWLGrEd є графічним редактором онтологій для мови онтології OWL. Основною перевагою цього інструмента є зручність при звертанні до графічних елементів та автоматизація рутинних завдань операцій. OWLGrEd спрямований на моделювання мови онтології OWL-DL та може генерувати діаграми, які відповідають UMLSIM-мотивам.

5. Jena: Apache Jena - це відкритий програмний фреймворк для реалізації семантичних веб-додатків. Він пропонує комплект бібліотек для читання, запису та формування RDF-запитів (SPARQL), порівняння та редагування даних, а також роботи з онтологічною базою знань на основі OWL.

Кожен інструмент володіє власними особливостями, перевагами та обмеженнями. При виборі слід звернути увагу на те, який із них буде найкраще підходити для вирішення конкретних задач та вимог проекту з онтологічного моделювання [26].

2.2 Оцінка вимог до програмних інструментів

При визначенні програмного забезпечення для онтологічного моделювання у контексті бібліотечної системи, необхідно враховувати аспекти, які відповідають ключовим вимогам до таких інструментів. До основних критеріїв відбору програмного забезпечення можна віднести: сумісність з існуючими інформаційними системами; гнучкість, що забезпечує можливість адаптації інструменту до специфічних потреб бібліотеки; простоту використання, яка допоможе користувачам швидше засвоїти інструмент і його функціональні можливості; продуктивність, що гарантує отримання швидких результатів; інтеграцію з існуючими системами, забезпечуючи більш безшовний обмін даними та знаннями.

Крім цього, важливим фактором у виборі програмного забезпечення для онтологічного моделювання є відкритість коду та наявність поширеної спільноти розробників і користувачів, що сприяють швидкому виявленню та усуненню проблем, а також розвитку нових функцій та можливостей. Також слід враховувати зручність інтерфейсу, наявність документації та технічної підтримки, що полегшують процес впровадження і використання програмного забезпечення.

Враховуючи вищевказані критерії, ретельний аналіз доступних програмних рішень на ринку допоможе визначити оптимальний інструмент для

успішної реалізації проектів онтологічного моделювання в бібліотечному середовищі, що відповідає конкретним потребам та вимогам.

2.2.1 Сумісність з бібліотечною доменною областю

При виборі програмного забезпечення для онтологічного моделювання бази знань в контексті організації бібліотеки, дуже важливо звернути увагу на сумісність інструментів з доменною областю бібліотеки. Інструменти мають враховувати специфіку онтологічних моделей, представлення знань та відношень між елементами, характерними для бібліотечної сфери, а також забезпечувати легке створення й редагування цих моделей.

Зазначені інструменти — Protégé, TopBraid Composer, WebVOWL — мають ряд особливостей, які підтверджують їх сумісність з бібліотечною доменною областю:

Гнучкість створення індивідуальних моделей: ці інструменти надають користувачеві можливість гнучко створювати онтологічні моделі та редагувати їх з метою врахування різноманітних аспектів бібліотечної системи, таких як класифікація книг, категорії користувачів чи процеси зберігання інформації.

Інтеграція стандартів онтологій і технологій: розглянуті програмні інструменти підтримують такі стандартні мови та формати, як RDF, OWL, SKOS та SPARQL, забезпечуючи можливість представлення, обміну та перевірки онтологій, що були створені для бібліотечної системи.

Застосування підходів до інтеграції даних: Protégé, TopBraid Composer і WebVOWL дозволяють ефективно імпортувати бібліотечні дані з різних джерел та форматів (наприклад, з існуючих баз даних, фахових статей, каталогів тощо) та опрацьовувати їх для створення нових або поширення існуючих онтологій.

Розробка підходів до візуалізації: ці програмні інструменти пропонують зручні інтерфейси для візуалізації структури онтологій, що дозволяє бібліотекарям та користувачам більш ефективно сприймати, розуміти й аналізувати відносини між різними об'єктами бібліотечної системи [13].

2.2.2 Відповідність користувацьким вимогам

Програмний інструмент повинен надавати змогу легко представляти, структурувати та візуалізувати онтологію, основується на потребах різних груп користувачів, забезпечуючи зручний інтерфейс для пошуку, аналізу та обробки інформації.

Підбір програмного забезпечення для онтологічного моделювання бази знань в контексті організації бібліотеки передбачає врахування ролей різних користувачів, таких як бібліотекарі, вчені, студенти та відвідувачі, які можуть взаємодіяти з цією базою знань для задоволення своїх потреб.

Інструменти, розглянуті раніше - Protégé, TopBraid Composer і WebVOWL - враховують цю вимогу, надаючи різні функції та кастомізацію для завдань різних користувачів:

1. Інтерфейс для створення та редагування онтологій: ці інструменти надають користувачам зручний interface, який допомагає вносити зміни в онтологію, створювати нові класи, проперті, враховуючи потреби той чи інший користувачів системи.

2. Відображення структури онтології у зрозумілий спосіб для різних користувачів: ці програмні продукти забезпечують візуалізацію онтології з використанням діаграм, графів чи ієрархій, які допомагають користувачам інтуїтивно сприймати структуру знань і зв'язки між різними елементами.

3. Функції пошуку та аналізу з індивідуальними налаштуваннями: інструменти дозволяють користувачам застосовувати фільтри, сортувати результати пошуку, виконувати аналіз даних та отримувати специфічну інформацію щодо різних елементів онтології відповідно до потреб різних груп користувачів.

4. Забезпечення інтеграції з іншими системами: даний аспект передбачає сумісність інструментів з іншими програмними засобами та

сервісами, що можуть використовуватись різними користувачами, такі як каталогі, бази даних, електронний архів та інші.

За умови дотримання цих вимог у програмних інструментах, користувачі отримують гнучкість та зручність у роботі з онтологічною моделлю бази знань для організації бібліотеки, оптимізованої під індивідуальні потреби і можливості [15].

2.2.3 Технічні вимоги

Програмне рішення повинно гармонійно працювати на комп'ютері та взаємодіяти з будь-якими суміжними системами та сервісами, при цьому підтримувати актуальні стандарти, мови, фреймворки для роботи з онтологіями, такі як RDF, OWL, SPARQL тощо.

Для успішної роботи з онтологічними моделями важливо забезпечити, що вибраний програмний інструмент задовольняє певні технічні вимоги:

1. Сумісність з операційною системою користувача: програмний інструмент має підтримувати версію операційної системи, що встановлена на комп'ютері користувача, і забезпечувати стабільну роботу без зайвих обмежень на продуктивність або використання ресурсів.

2. Підтримка мов і стандартів: інструмент має підтримувати актуальні стандартні мови онтологічного моделювання, такі як RDF, OWL, SPARQL, і можливість працювати з форматами і репозитаріями онтологій.

3. Інтеграція з іншими системами і сервісами: програмний інструмент повинен надавати можливість взаємодії з існуючими базами даних, веб-службами або іншими програмними засобами, які використовуються для обробки, аналізу та доступу до бібліотечних ресурсів.

4. Масштабованість та продуктивність: програмний інструмент повинен мати здатність працювати з великими онтологіями та комплексними даними без істотної втрати продуктивності чи зниження швидкості обробки.

5. Надійність і стабільність роботи: програмний інструмент має регулярно оновлюватися та отримувати підтримку від розробників, спільноти або комерційних провайдерів, забезпечуючи таким чином стабільність роботи, мінімізуючи можливість збоїв чи суттєвих проблем пов'язаних з програмним рішенням.

Інструменти для онтологічного моделювання, такі як Protégé, TopBraid Composer, WebVOWL, які були розглянуті раніше, відповідають більшості технічних вимог та забезпечують користувачам можливості для ефективної роботи з онтологіями у бібліотечній системі. Проте, рекомендується провести детальний огляд кожного інструмента, щоб виявити, який з них найбільше відповідає критеріям та технічним вимогам, специфічним для конкретного проекту з онтологічного моделювання [26].

2.2.4 Легкість вивчення та використання

Програмні інструменти для онтологічного моделювання мають бути інтуїтивно зрозумілими та легко освоєними користувачами різного рівня досвіду, забезпечуючи ефективну роботу з онтологіями та проектами.

Відповідність цьому критерію є особливо важливою, оскільки користувачі повинні мати можливість швидко засвоїти основні принципи роботи з інструментами, правильно створювати, редагувати та об'єднувати онтології, а також максимально ефективно використовувати можливості програми.

Відтак, інструменти, такі як Protégé, TopBraid Composer, WebVOWL, слід звернути увагу на дотримання таких вимог:

1. Дружній користувацький інтерфейс: забезпечується легкодоступними візуальними елементами, які користувач може легко відшукати та зрозуміти, роблячи навігацію по верствах онтологій простою та зручною.

2. Наявність пояснювальних матеріалів та шаблонів: можуть мати важливе значення для нових користувачів, оскільки вони надають контекст використання особливостей та роботи з інтерфейсом програми.

3. Онлайн документація та навчальні матеріали: інструменти мають бути супроводжені документацією та прикладами, які допомагають користувачам зрозуміти принципи роботи з програмою, її можливості та рекомендовані методи роботи з онтологіями.

4. Активність спільноти та форуми підтримки: можуть бути корисними для користувачів, які зіштовхуються з неочікуваними проблемами або хочуть розуміти найкращі методи роботи з програмою від більш досвідчених користувачів.

Розглянуті програмні інструменти — Protégé, TopBraid Composer та WebVOWL — мають все, що потрібно для ефективного вивчення та використання. Проте, корисно оцінити, який з цих інструментів найлегше вивчити та найбільше підходить до практичних потреб та знань [24, 25].

2.2.5 Вибір на програмного засобу, що підходить найбільше

Після розгляду ряду програмних засобів для онтологічного моделювання, зокрема Protégé, TopBraid Composer, WebVOWL та інших, вибір зупинився на Protégé через ряд аргументів та врахування встановлених критеріїв:

1. Безкоштовність та відкритий код: Protégé є безкоштовним продуктом з відкритим кодом, що забезпечує доступність та можливість модифікації інструменту згідно з власними потребами та вимогами. Це полегшує його використання та розповсюдження серед науковців і фахівців.

2. Сумісність зі стандартами онтологій: Protégé підтримує стандартні мови онтологічного моделювання, такі як OWL, RDF, SPARQL, що відповідає вимогам бібліотечної доменної області та сприяє інтеграції з іншими системами.

3. Легкість використання та гнучкість: Protégé пропонує інтуїтивний графічний інтерфейс, який можна легко засвоїти та налаштувати для створення та редагування онтологій. Це полегшує навчання та роботу з інструментом для виконання проекту.

4. Активна спільнота та підтримка: Протеже має багатолюдну спільноту користувачів та розробників, які надають допомогу, обмінюються знаннями та ідеями, діляться досвідом щодо використання Protégé для розв'язання різних задач онтологічного моделювання.

5. Розширюваність та сумісність з плагінами: Protégé сумісний з численними сторонніми плагінами, що розширюють його функціональність та дозволяють кастомізувати робоче середовище згідно з потребами конкретного проекту.

6. Універсальність: Protégé може бути успішно застосований для розробки онтологій в різних предметних областях, включаючи бібліотечну систему та елементи, що стосуються практики організації знань.

Загалом, як результат комплексного аналізу другорядних програмних засобів на основі встановлених критеріїв, Protégé було обрано як найбільш підходящий інструмент для використання в контексті онтологічного моделювання бази знань з організації бібліотеки [24, 25].

2.3 Висновок до розділу 2

У цьому розділі обговорено різні програмні інструменти для онтологічного моделювання, зокрема Protégé, TopBraid Composer та WebVOWL. Розглянуто ключові особливості цих інструментів, їх переваги та недоліки. Протеге було обрано для реалізації магістерської роботи на основі аналізу його можливостей. Ця робота підтверджує ефективність онтологічного моделювання в бібліотеках, пропонуючи унікальний підхід порівняно з традиційними методами. Розроблена онтологічна модель може покращити інформаційний пошук для користувачів бібліотек і служить основою для нових досліджень в цій області..

3 СТВОРЕННЯ ОНТОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ БІБЛІОТЕКИ

3.1 Розгляд онтологічних структур, необхідних для представлення бібліотечних ресурсів

У таблиці 3.1 представлений мінімальний термінологічний словник для уявлення про наповнення онтології «Бібліотека».

Таблиця 3.1 – Мінімальний термінологічний словник для уявлення про наповнення онтології «Бібліотека»

Термін	Дефініція	Приклади властивостей відношення	Приклади властивостей даних	Тип даних	Приклади індивідів
Користувач бібліотеки	Особа, яка використовує бібліотечні ресурси для отримання інформації або вивчення певної тематики	реєструється, отримує, користується, надає, платить, повертає книги	ім'я (прізвище, по батькові), вік, паспорт (номер, серія), пільги	String, Real	гість, звичайний користувач, науковець, студент
Автор	Особа, яка створила літературний твір або інший вид ресурсу	пише, співпрацює, редагує	ім'я, посада, спеціалізація, початок кар'єри, вік	String, Real	Віктор Гюго, Фрідріх Ніцше
Книга	Відображення окремого ресурсу, який містить відповідний контент і знаходиться в колекції бібліотеки	охоплює, класифікує, розташовує	Назва, жанр, мова, формат, рік видання, кількість сторінок	String, Real, Integer	Так казав Заратустра
Формат	Відображення виду бібліотечних ресурсів залежно від їхнього контексту	кореспондує, зберігає, формує	Назва формату, розмір, тип обкладинки, тип паперу, технології друку	String, Real, Integer	Тверда обкладинка, М'яка обкладинка, Електронна версія
Жанр	Загальна тематична категорія, що описує окремий бібліотечний ресурс	позначає, ділить, формує	Назва жанру, тип, якість, популярність та типові характеристики	String, Real, Integer	Містика, фентезі, історичний роман [†]

Цей словниковий запас демонструє декілька базових класів онтології "Бібліотека" та пояснює основні відносини та атрибути цих класів, що сприяє кращому розумінню його складових та організації знань.

Онтологія загальної доменної області бібліотечних ресурсів включає основні класи та відносини, що представляють ключові аспекти бібліотечного середовища. Основними класами, що стосуються представлення мають бути книги, автори, видавництва, жанри, мови та інші пов'язані з ними елементи.

Процес розробки цієї онтології вимагає вивчення існуючих моделей та структур даних у бібліотечних середовищах, адаптації цих концепцій у рамках онтології та визначення відносин між різними класами.

Так, книги можуть бути пов'язані з авторами, видавництвами, жанрами та мовами через відповідні об'єктні властивості. Крім того, врахування специфіки бібліотечного середовища, такої як ієрархічність бібліотечних ресурсів, дозволить створити систему, яка краще відображає дійсний стан речей і спростить організацію цих систем.

Застосування такої онтологічної моделі для організації бібліотеки допоможе представляти ресурси та відносини між ними в послідовному та ефективному вигляді, що полегшить пошук, каталогізацію та взаємозв'язок матеріалів для користувачів цієї інформаційної системи [6].

Онтологія структури бібліотечних ресурсів фокусується на ієрархічній організації та відносинах між бібліотечними матеріалами, створюючи засіб для ефективного класифікації та штатного контролю.

Цей аспект онтологічного моделювання включає представлення ієрархічної структури, яка охоплює різні рівні ресурсів, від колекцій до штучних примірників. Такі розташування ресурсів можуть бути пов'язані з фізичними місцями на полицях або електронними посиланнями.

Створення онтологічної структури з урахуванням даних об'єктних відносин може полегшити створення схем класифікації та каталогізації, що у свою чергу покращує управління та доступ до інформаційних ресурсів у бібліотеках.

Ключовими для даної структури є такі міркування як врахування існуючих класифікаційних систем, виділення бази онтологічних відносин та співвідношення відносин між різними об'єктами та їх категоріями.

На практиці, це дозволить створювати добре структуровані та адаптовані схеми для представлення і каталогізації різноманітних бібліотечних ресурсів, забезпечуючи широкий охоплення і забезпечення чіткого доступу до інформації для різних категорій користувачів [8].

Онтологія залежностей та відносин між бібліотечними ресурсами досліджує способи представлення різноманітних відносин, що встановлюються між бібліотечними ресурсами, такими як книги, автори, видавництва, жанри та мови.

Цей аспект моделювання необхідний для забезпечення точної та інформативної репрезентації ресурсів у бібліотечному середовищі. Участь актуальних об'єктних властивостей, таких як авторство, видання, класифікація за жанром чи мовою, дозволяє встановити зв'язки між ресурсами та підготувати належне представлення знань.

На основі такої онтології, створення системи, яка відображає різні відносини та залежності в бібліотеках, може привести до покращення пошукового досвіду, швидкого доступу до необхідної інформації та більш глибокого розуміння представлених матеріалів.

Далі слід звернути особливу увагу на відомі залежності між об'єктами, які можуть відігравати важливу роль у динаміці бібліотечного середовища та корисних відносинах, що стосуються наприклад адміністрування, організації колекцій чи обігу документів.

В результаті успішна реалізація онтології залежностей та відносин є важливим кроком у створенні основи для конструювання рішень, які будуть ефективними у бібліотечному середовищі та корисними для різних категорій аудиторії [18].

Онтологія користувачів бібліотеки та їхніх дій передбачає моделювання ключових ролей та відповідних взаємодій користувачів із ресурсами та

сервісами, які надає бібліотека. Це стосується різних категорій користувачів – учнів, студентів, викладачів, науковців, адміністраторів та персоналу бібліотеки.

На основі такої онтології враховуються різні відносини та дії, які мають місце між користувачами та бібліотечними ресурсами з точки зору доступу, пошуку, читання, видачі та повернення книг, починаючи з системних дій системи управління бібліотекою до дій, пов'язаних з роботою з матеріалами або підтримкою інших користувачів. Відповідні зв'язки та відносини записуються за допомогою онтології, що полягає в розробці відповідних класів об'єктів, атрибутів та відносин між ними.

Цей аспект моделі охоплює різні види дій, які можуть мати місце між користувачами та бібліотечними ресурсами, зокрема запити на доступ до книг, відгуки та рекомендації, отримання бібліотечних карток або номерів читацьких легітимацій, анотування та збереження закладок. Розуміння цих відносин і залежностей допомагає у створенні ефективної онтології, яка пропонує цілі та ефективні способи управління ресурсами для різних категорій користувачів.

Впровадження онтології користувачів бібліотеки та їхніх дій дозволить краще розуміти дії, потреби та відносини між користувачами, що в свою чергу сприятиме співпраці між користувачами та поліпшить їхній досвід з бібліотекою, забезпечуючи доступ до інформації та ресурсів, які відповідають їхнім потребам.

Адаптація онтології до специфіки різних доменів бібліотечних ресурсів вимагає детального вивчення цих областей, враховуючи їх особливості, тенденції розвитку та ключові відмінності. На основі цього знання можна розробити модифіковані онтології, характерні для окремих дисциплін, жанрів чи видань.

У процесі адаптації повинно бути встановлено можливий рівень взаємодії ресурсів різних доменів на основі скоординованих онтологічних структур, аналізовано потенційні конфлікти та не співпадіння властивостей та (або) відносин.

Це підхід дозволяє адаптуватись до розширення доменів знань та змін у дисциплінарних границях. Така адаптація поліпшує рівень обслуговування користувача, особливо коли відбувається взаємодія з ресурсами різних наукових або тематичних дисциплін, забезпечуючи точне та кероване представлення знань та доступ до інформації.

Використання онтологічних структур для створення адаптованих систем класифікації та каталогізації може полегшити роботу з різноманітними інформаційними ресурсами, покращуючи можливості пошуку та доступу до потрібної інформації для різних категорій користувачів.

3.2 Моделювання онтологічної бази знань

3.2.1 Моделювання класів, відношень між класами та властивостей

Моделювання класів, властивостей та відношень є ключовою діяльністю під час створення онтологічної моделі.

1. Класи: В онтологіях, класи використовуються для представлення групи об'єктів, які мають спільні характеристики. Наприклад, в бібліотечній онтології можуть бути класи "Книга", "Автор", "Видавництво" тощо. Варто пам'ятати, що класів може бути декілька рівнів в ієрархії, залежно від складності домену.

2. Властивості: Властивості використовуються для представлення атрибутів об'єктів або відносин між об'єктами. Наприклад, властивість "автор" може з'єднувати об'єкти класу "Книга" та "Автор".

3. Відносини: Відносини (або зв'язки) вказують на стосунки між об'єктами домену. Вони можуть бути представлені у вигляді прямих залежностей між класами (наприклад, "Автор" пише "Книгу").

Моделювання цих елементів потребує глибокого розуміння домену і стратегію моделювання, яка відповідатиме цим потребам. Структуру моделі

можна доповнювати і модифікувати в процесі розвитку проекту, що забезпечує гнучкість та адаптивність до постійно змінюваних вимог і потреб.

Класи, що входять у онтологічну модель бази знань для організації бібліотеки:

- Автор. Клас "Автор" представляє собою один з основних класів у бібліотечній онтології та підклас класу "Інформація_про_Книгу". Він забезпечує представлення авторів книг, які відрізняються від класів книг, каталогів, форматів, жанрів, мов і видавництв. Клас "Автор" може містити атрибут ім'я автора та інші відповідні відомості.

- Книга. Клас "Книга" є одним з найважливіших класів у бібліотечній онтології та відрізняється від класів каталогів, форматів, жанрів, мов і видавництв. Він відображає ресурси, що зберігаються в бібліотеках, забезпечуючи ключову інформацію про кожну книгу, її доступність, розташування та тривалість зберігання. Клас "Книга" може мати декілька підкласів, таких як "Художній" або "Нон-фікшн", залежно від типів інформації, які містяться в книжках.

- Інформація_про_Книгу. Клас "Інформація_про_Книгу" є базовим класом, що описує деталі, спільні для різних типів бібліотечних ресурсів. Він може бути надкласом для специфічних класів, таких як "Автор", "Формат", "Жанр", "Мова" та "Видавництво".

- Каталог. Клас "Каталог" представляє собою структуру доступу до бібліотечних ресурсів і вказує на унікальні об'єкти в бібліотечному середовищі. Він може забезпечувати відомості про розташування книг на полицях, за форматами, жанрами, мовами або видавництвами.

- Художній. Підклас "Художній" належить до класу "Книга" і описує художні літературні твори як одну з можливих категорій книжкових ресурсів.

- Формат. Клас "Формат" є підкласом класу "Інформація_про_Книгу" та описує фізичний або цифровий особливості книжок, також характеризує вагу, розміри, тип обкладинки та інші деталі презентації книжки.

- Жанр. Клас "Жанр" представляє різні категорії книг з погляду тематичних областей, стилів письма або специфічної аудиторії читачів. Він містить інформацію про художній, науковий, журналістський або інший тип жанру.

- Інду-рукопис. Підклас "Інду-рукопис" представляє особливу категорію теологічних рукописів індуїстської культури та належить до класу "Книга".

- Мова. Клас "Мова" стосується підкатегорії класу "Інформація_про_Книгу", представляє мовні версії книг, формати перекладів та характеристика будь-якої ознаки, що вказує на мову книжкової інформації.

- Нон-фікшн. Підклас "Нон-фікшн" належить до класу "Книга" та описує книжки, які ґрунтуються на фактах, реальних подіях і дослідженнях та відрізняється від художньої літератури.

- Книга_з_Філософії. Підклас "Книга_з_Філософії" належить до класу "Книга" та охоплює ресурси, що стосуються філософських ідей, теорій та поглядів.

Вказані класи можуть бути розширені або модифіковані в залежності від потреб конкретної бібліотечної системи. Додаткові класи можуть додаватися для охоплення нових аспектів, тематичних областей або жанрів, відповідно до розвитку знань та потреб користувачів.

В рамках онтології, відносини між класами можуть бути визначені через властивості та атрибути, які представляють інформаційні стосунки та залежності між об'єктами. Ці відносини включають:

- Авторів та їхніх творів, враховуючи властивості, які пов'язують книги з їх авторами, колективні твори тощо.

- Жанри, на які можуть посилатися книги, за допомогою відповідних властивостей та категорій.

- Видавництва та книги, що відображають відносини між видавництвами та їх виданнями, власні права та подальше поширення.

- Мови, якими редагуються окремі видання, вибір мов для адаптації, стилі та орфографічні особливості.
- Формати, які можуть характеризувати стан бібліотечних матеріалів чи доступ до них, а також потреби щодо відображення та зберігання.

Ці відносини можуть враховувати різні аспекти організації знань та роботи з бібліотечними матеріалами, які охоплюють ієрархію, штатні відносини, механізми пошуку та відкриття інформації і багато інших. Системне використання та координація онтологічних відносин стимулює створення зручного та інтуїтивного виміру бібліотечного середовища, створюючи результат, робота з яким ефективна для різноманітної аудиторії.

На рисунку 3.1 представлений граф онтології.

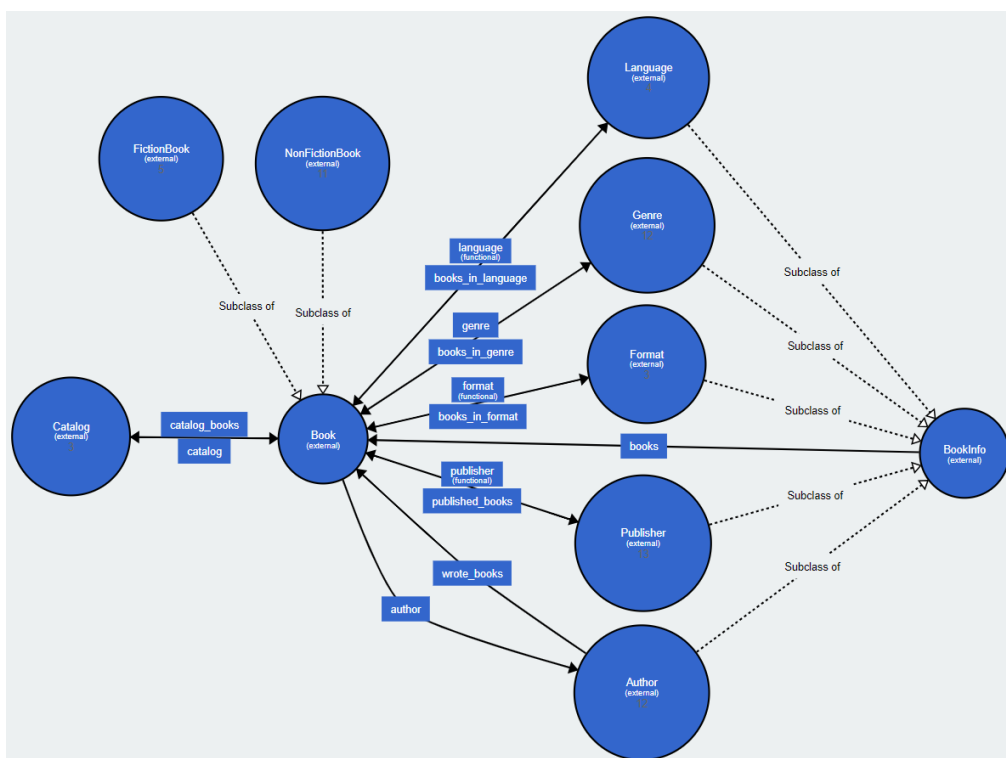


Рисунок 3.1 – Граф онтології

Створення ефективної онтологічної моделі потребує надання ясних відносин та взаємодій між класами, які відображають бібліотечні ресурси,

авторів, жанри, видавництва та інші елементи. Для створення цих відносин можна використовувати різні об'єктні та примітивні властивості.

Приклади встановлення таких відносин включають:

- Відносини авторства між класом "Автор" та класом "Книга", які дозволяють позначити авторський внесок у створення окремих творів.
- Відносини між класом "Книга" та класами "Формат", "Жанр", "Мова" та "Видавництво", які характеризують особливості книжкових ресурсів.
- Відносини між класом "Каталог" та класом "Книга" для представлення наявності конкретних ресурсів у бібліотечних каталогах.
- Відносини між класами, які представляють різні жанри, мови, видавництва або формати, щоб відобразити їх міжвідомчий зв'язок з відповідними характеристиками кожного ресурсу.

Коректне визначення відносин і взаємодій між класами може полегшити процес пошуку, каталогізації та доступу до інформації для користувачів, що забезпечує відповідний контекст і покращує організаційні можливості в бібліотечному середовищі [10].

3.2.2 Створення екземплярів різних класів

Екземпляри класів можуть бути створені для демонстрації конкретних ресурсів або об'єктів у реальних бібліотечних сценаріях. Нижче подано декілька прикладів екземплярів для кожного класу:

1. Автори:
 - Ювал Ной Харарі;
 - Джордж Орвел;
 - Карлос Кастанеда;
 - Віктор Франкл;
 - Деніел Кіз.
2. Книги:

- "Сапієнс. Людина розумна" (видавництво "BOOKSHEP", автор Ювал Ной Харарі);
- "Колгосп тварин" (видавництво "Vintage", автор Джордж Орвел);
- "Подорож до Ікстлану" (видавництво "Terra Incognita", автор Карлос Кастанеда;
- "Пошуки сенсу", історія про повоєнний Голокост (видавництво "Країна Мрій", автор Віктор Франкл).

3. Каталоги:

- Українські_Книги: каталог, що містить українські ресурси;
- Англійські_Книги: каталог, що містить англійські ресурси.

4. Формати:

- Тверда_обкладинка: ресурси цього формату містять твори з твердими обкладинками;
- М'яка_обкладинка: ресурси цього формату містять твори з м'якими обкладинками;
- Електронна_версія: ресурси цього формату містять електронні версії книг.

5. Жанри:

- Філософія;
- Антропологія;
- Наука;
- Езотерика.

6. Мови:

- Українська мова;
- Англійська мова.

Ці приклади екземплярів демонструють різні зв'язки та відносини між класами, авторами, видавництвами, жанрами, мовами та іншими характеристиками. Адекватне відображення даних у онтологічних структурах полегшує доступ до інформації та маніпуляцій з ними відповідно до поточних потреб.

3.3 Висновок до розділу 3

Розділ зосереджувався на створенні онтологічної моделі для організації бібліотеки. Було визначено та описано базові класи онтології та створено мінімальний термінологічний словник для відображення наповнення онтології. Також, була розглянута специфіка різних доменів бібліотечних ресурсів та їх адаптація для створення ефективної онтології.

Моделювання класів, екземплярів, властивостей та відносин між ними дозволяє створити структури, які фокусуються на реальних об'єктах й закономірностях у реальному світі. Зокрема, було створено екземпляри різних класів, які відображають конкретні книги, авторів, жанри, мови тощо.

Онтологічна модель також передбачає створення відносин та взаємодій між класами, що відображають об'єкти та властивості між ними. Відображення адекватних відносин між класами може полегшити процес організації бібліотечного середовища та керування ресурсами.

Далі була розроблена онтологія, яка забезпечує ефективну, спрощену організацію бібліотечних ресурсів, а також сприяє процесу адаптації розширення доменів знань і зміни дисциплінарних границь. Таким чином, успішна реалізація онтології сприяє створенню застосувань, які є ефективними у бібліотечному середовищі та допомагають задовольнити потреби різних груп користувачів.

4 РЕАЛІЗАЦІЯ ОНТОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ У СЕРЕДОВИЩІ PROTÉGÉ

4.1 Розробка класів та властивостей

4.1.1 Реалізація класів

Реалізація класів у Protege полягає у створенні онтологічної моделі у зручному графічному середовищі [10]. Спочатку користувач відкриває нову онтологію або відкриває існуючу онтологію в Protege. Він створює потрібні класи, зокрема базові та підкласи, вказуючи відносини між ними у виді наслідування та обмеження. За допомогою простого та інтуїтивного інтерфейсу Protege, користувач може з легкістю створювати класи, налаштувати їх властивості та додавати екземпляри, а також визначати відносини між класами та іншими сутностями онтології. Класи, створені у середовищі Protégé, зображені на рисунку 4.1.

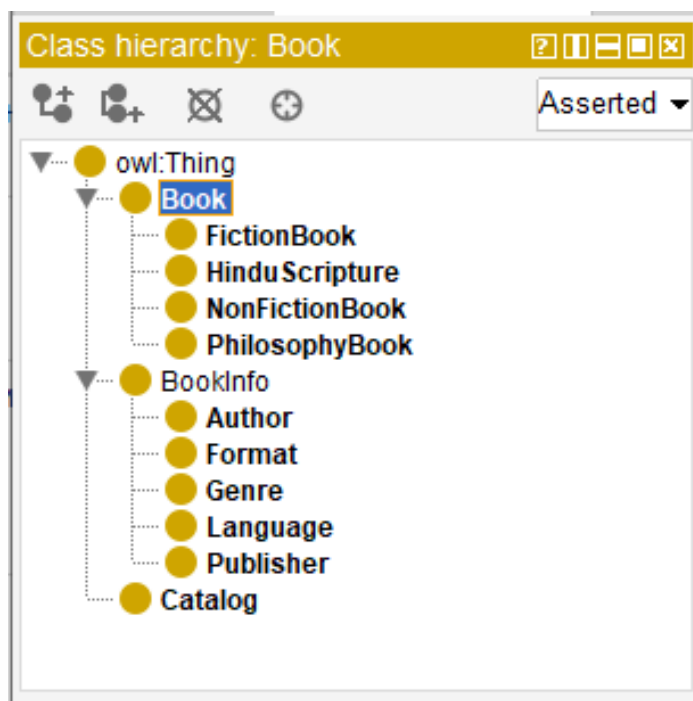


Рисунок 4.1 – Класи у Protégé

Клас Book. Це базовий клас, який представляє книги у бібліотечному середовищі. Він враховує всі можливі типи книг та служить основою для додаткової специфікації через підкласи. Від цього класу спокуюються підкласи, що представляють різні категорії книг та відображають багатогранність літературних та наукових творів у бібліотеках.

Клас FictionBook. Цей клас являє собою розширення класу Book, представляючи книги художньої літератури. Художні книги включають романи, оповідання, поезію, п'єси та інші види літературних творів, які складають значну частину бібліотечного фонду.

Клас NonFictionBook. Цей клас також спокуюється від класу Book та покликаний представляти книги із нон-фікшн категорії. Ці книги фокусуються на поданні реальних подій, фактів та даних. Нон-фікшн включає біографії, наукові праці, історичні дослідження, мемуари тощо.

Клас HinduScripture. Цей клас, що також спокуюється від Book, представляє сакральні тексти гіндуїзму. Ці духовні твори зосереджуються на гіндуїстських релігійних віруваннях, міфах та принципах. Завдяки HinduScripture, онтологія може стати цікавою й корисною для досліджень осіб, зацікавлених у релігійній літературі.

Клас PhilosophyBook. Цей клас, який також є підкласом Book, представляє філософські книги. Книги цього класу фокусуються на різних філософських ідеях, концепціях та школах. Філософія відіграє значну роль у розвитку науки, культури та світогляду людства, тому онтологія значно збагачується завдяки додаванню даного класу.

Клас BookInfo. Цей клас допомагає представити додаткову інформацію про книги, таку як формат, жанр та мова. Він містить властивість "Books", яка дозволяє пов'язати книги з відповідними класами формату, жанру та мови.

Клас Catalog. Цей клас представляє каталог книг, який містить книги різних типів. Він містить властивість "Catalog_books", яка з'єднує каталог з книгами, що він містить.

Клас Format. Цей клас представляє формати книг, такі як паперові книги, аудіокниги та електронні книги. Він містить властивість "Books_in_format", яка пов'язує формат з книгами, які належать до цього формату.

Клас Genre. Клас Genre представляє різні жанри книг, такі як романи, поезія, наукова фантастика, біографії, мемуари та інші. Він дає змогу класифікувати книги за їх вмістом та знайти потрібний матеріал відповідно до навчальних чи розважальних потреб читачів.

Клас Language. Клас Language представляє мови, якими написані книги, як-от англійська, українська, французька тощо. Він дозволяє керуватися колекцією книг залежно від потреб читачів у матеріалі на конкретній мові.

Клас Publisher. Цей клас характеризує видавництва, які випускають книги, та забезпечує можливість класифікації книжкового фонду за видавничими організаціями.

4.1.2 Реалізація об'єктних властивостей

Реалізація об'єктних властивостей у Protege передбачає створення і організацію атрибутів, які характеризують зв'язки між класами, а також визначення відносин між класами та екземплярами. Використовуючи простий та зручний графічний інтерфейс Protege, користувач може створювати потрібні властивості та налаштувати їхні обмеження.

Об'єктні властивості, що реалізовані у середовищі Protégé:

1. Властивість Author. Встановлює зв'язок між класами Book та Author, представляючи автора книги. Має домен "Book" та діапазон "Author" (рис 4.2).

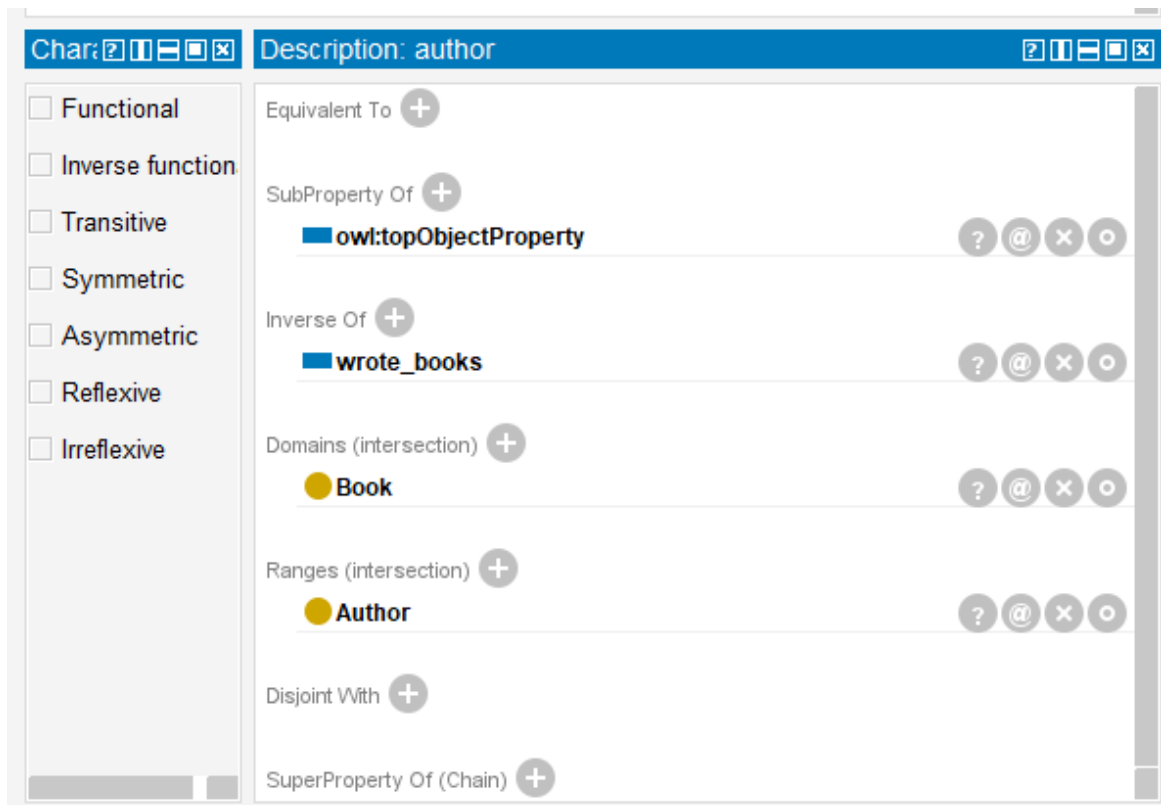


Рисунок 4.2 – Властивість Author

2. Властивість Books. Встановлює зв'язок між класами BookInfo та Book. Вказує, до якої категорії чи інформаційного класу належить книга. Має домен "BookInfo" та діапазон "Book".

3. Властивість Books_in_format. Встановлює зв'язок між класами Format та Book. Вказує формат книги (паперовий, електронний чи аудіо). Має домен "Format" та діапазон "Book".

4. Властивість Books_in_genre. Встановлює зв'язок між класами Genre та Book. Вказує жанр книги, наприклад, роман, наукова фантастика, біографія тощо. Має домен "Genre" та діапазон "Book".

5. Властивість Books_in_language. Встановлює зв'язок між класами Language та Book. Вказує, якою мовою написана книга. Має домен "Language" та діапазон "Book".

6. Властивість **Catalog**. Встановлює зв'язок між класами **Book** та **Catalog**, вказуючи на належність книги до каталогу. Має домен "Book" та діапазон "Catalog".

7. Властивість **Catalog_books**. З'єднує класи **Catalog** та **Book**, вказуючи на прив'язку книги до конкретного каталогу. Має домен "Catalog" та діапазон "Book".

8. Властивість **Format**. З'єднує класи **Book** та **Format**, показуючи формат, в якому представлена книга. Має домен "Book" та діапазон "Format" (рис. 4.3).

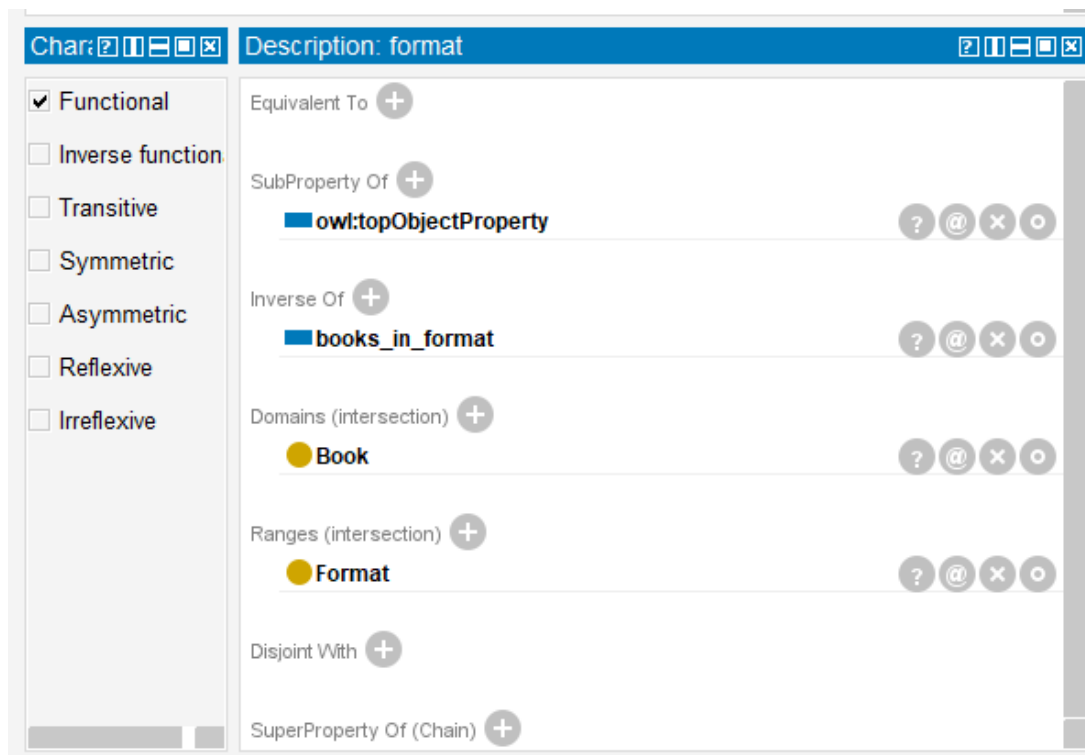


Рисунок 4.3 – Властивість **Format**

9. Властивість **Genre**. З'єднує класи **Book** та **Genre**, показуючи, до якого жанру належить книга. Має домен "Book" та діапазон "Genre" (рис. 4.4).

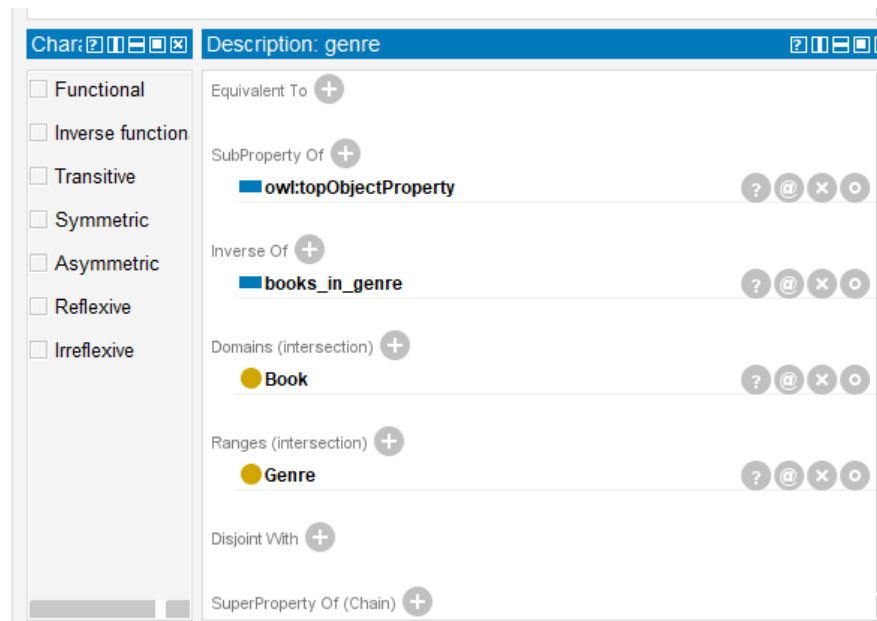


Рисунок 4.4 – Властивість Genre

10. Властивість Language. З'єднує класи Book та Language, представляючи мову, на якій написана книга. Має домен "Book" та діапазон "Language" (рис. 4.5).

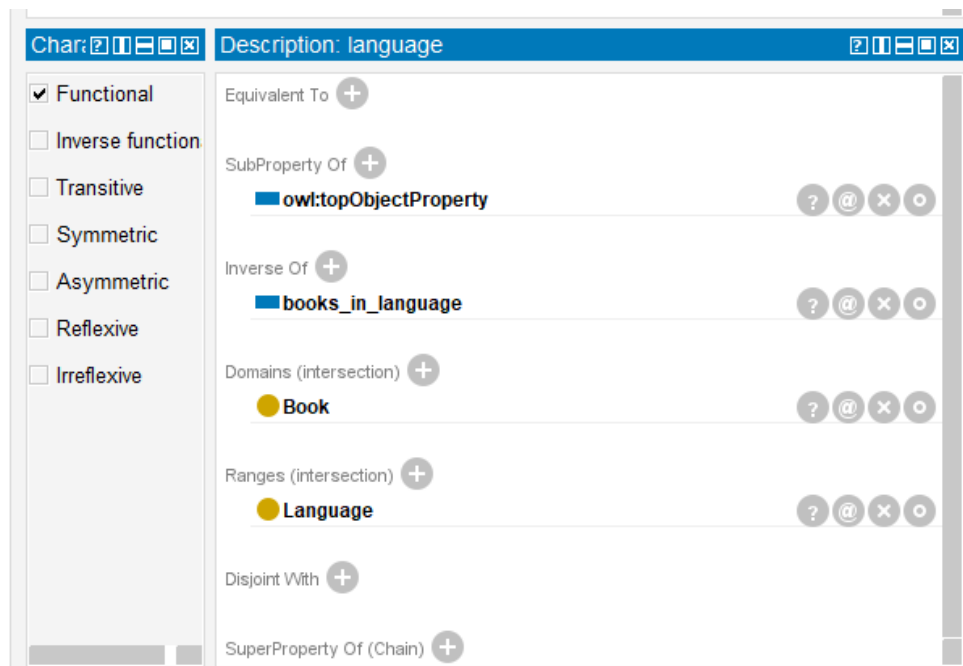


Рисунок 4.5 – Властивість Language

11. Властивість `Published_books`. З'єднує класи `Publisher` та `Book`, представляючи списки виданих книг для кожного видавництва. Має домен "Publisher" та діапазон "Book".

12. Властивість `Publisher`. З'єднує класи `Book` та `Publisher`, вказуючи видавництво, яке видало книжку. Має домен "Book" та діапазон "Publisher" (рис. 4.6).

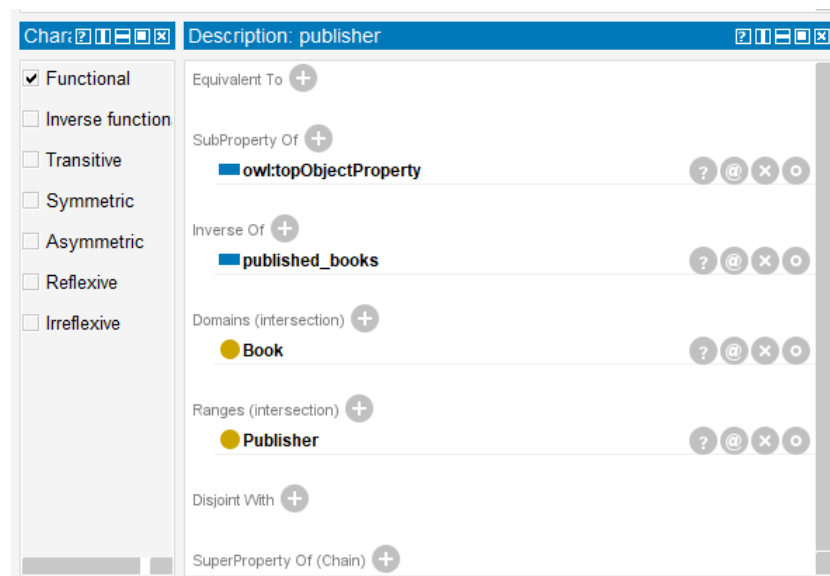


Рисунок 4.6 – Властивість `Publisher`

13. Властивість `Wrote_books`. З'єднує класи `Author` та `Book`, показуючи списки книг, написаних кожним автором. Має домен "Author" та діапазон "Book".

4.1.3 Реалізація примітивних властивостей

Реалізація примітивних властивостей у Protege передбачає створення і організацію атрибутів, які характеризують властивості класів та екземплярів в онтології, таких як рядки, числа, дати тощо. Використовуючи простий та

зручний графічний інтерфейс Protege, користувач може створювати потрібні примітивні властивості та налаштувати їхні характеристики.

Примітивні властивості, що реалізовані у середовищі Protégé:

1. **Author_name**: Встановлює ім'я автора. Має домен "Author" та діапазон "string".
2. **Format_name**: Встановлює назву формату книги. Має домен "Format" та діапазон "string".
3. **Genre_name**: Встановлює назву жанру книги. Має домен "Genre" та діапазон "string".
4. **Language_name**: Встановлює назву мови, якою написана книга. Має домен "Language" та діапазон "string".
5. **Publication_date**: Встановлює дату публікації книги. Має домен "Book" та діапазон "string".
6. **Publisher_name**: Встановлює назву видавництва, яке видало книгу. Має домен "Publisher" та діапазон "string".
7. **Title**: Встановлює назву книги. Має домен "Book" та діапазон "string" (рис. 4.7).

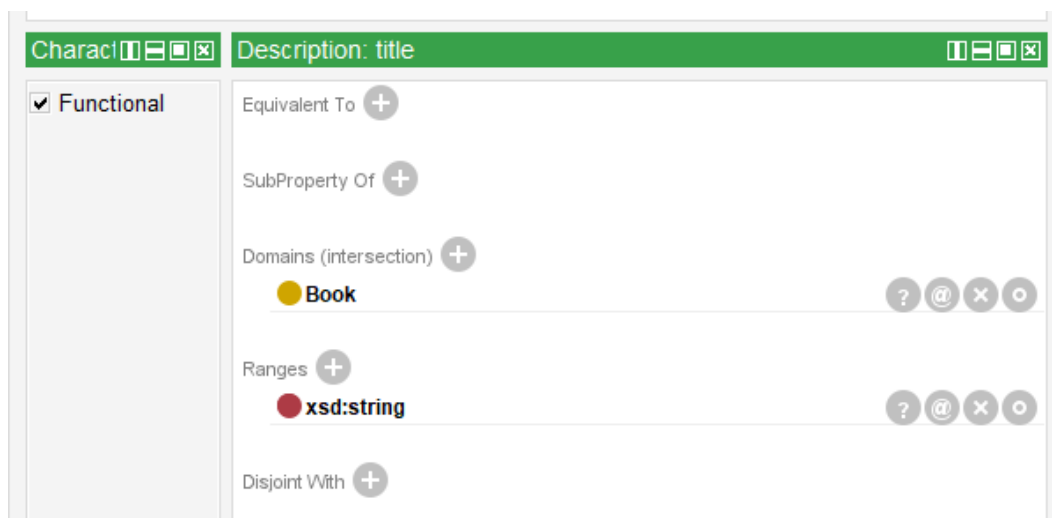


Рисунок 4.7 – Властивість Title

4.1.4 Реалізація автоматичних властивостей

В онтології реалізовано класи, які забезпечують детальне представлення книг та їх характеристик. Ці класи дозволяють охопити широкий спектр важливих параметрів книжок, включаючи жанр, мову, формат та видавництво, допомагаючи структурувати наявний бібліотечний фонд, полегшуючи таким чином пошук та доступ до потрібної інформації.

Кожен з цих класів має властивість, яка зберігає список всіх книг, пов'язаних з цим класом. Наприклад, клас Language містить список всіх книг, написаних конкретною мовою, в той час як клас Genre агрегує книги, що належать до того самого жанру (див. рис. 4.8 та рис. 4.9).

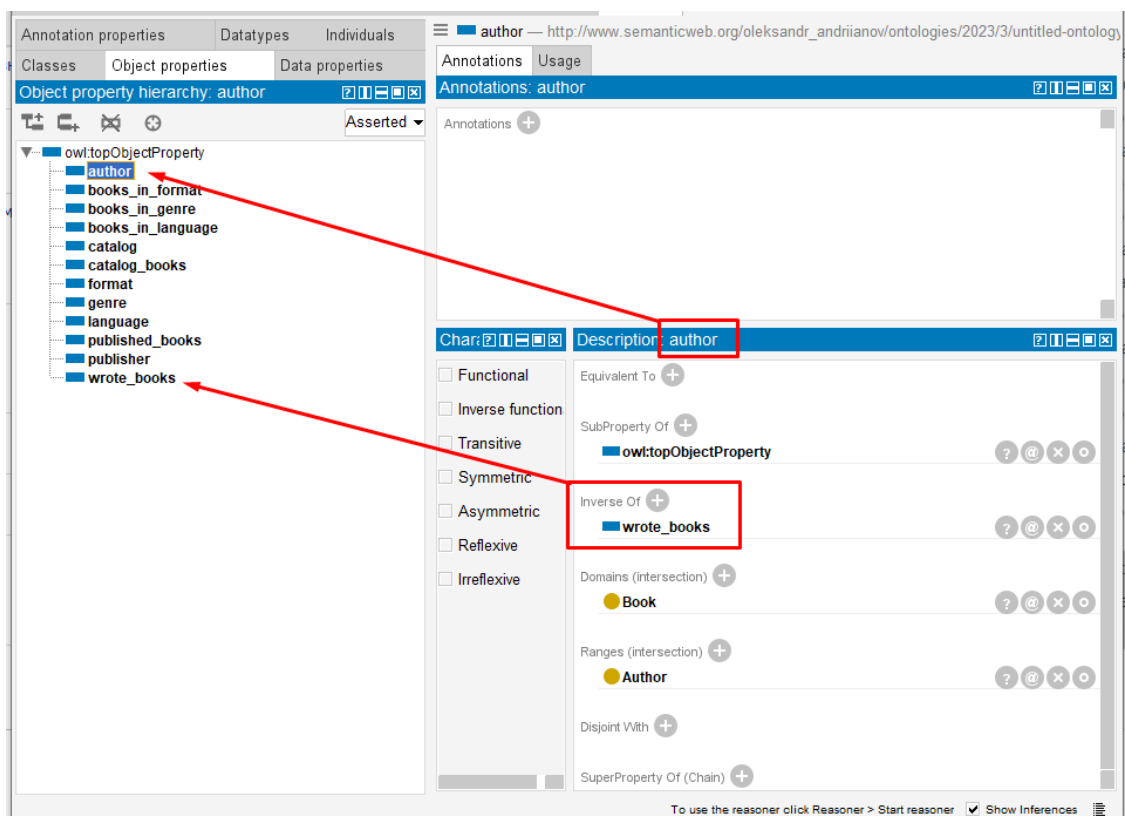


Рисунок 4.8 – Приклад, властивостей інверсованих одна від одної

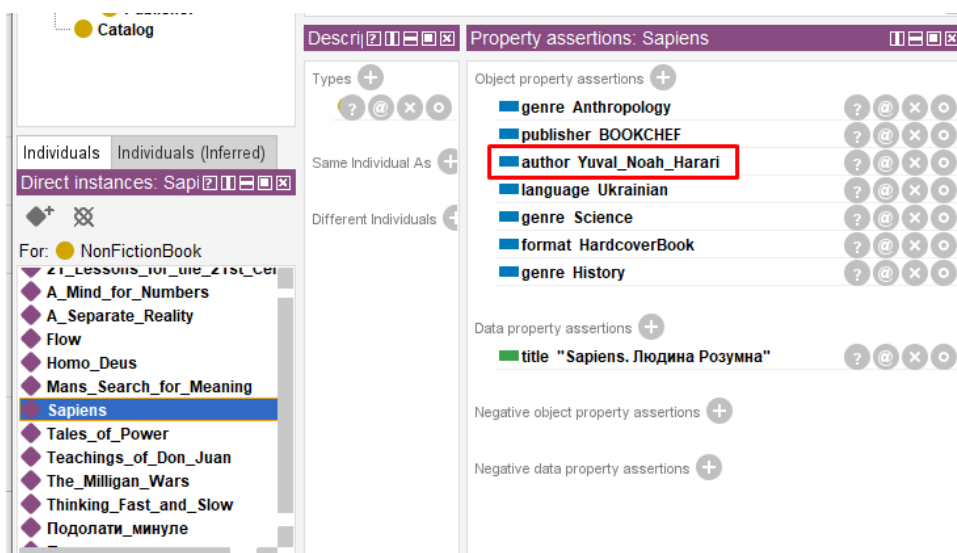


Рисунок 4.9 – Приклад властивості Authorr

Що важливо, списки книг генеруються автоматично при додаванні нової книги до онтології. Отже, коли адміністратор бібліотеки або бібліограф додає нову книгу до системи, вказуючи релевантні відомості про її автора, жанр, мову, формат, то відповідні списки книг у відповідних класах автоматично оновлюються, щоб включити цю нову книгу (див. рис. 4.10).

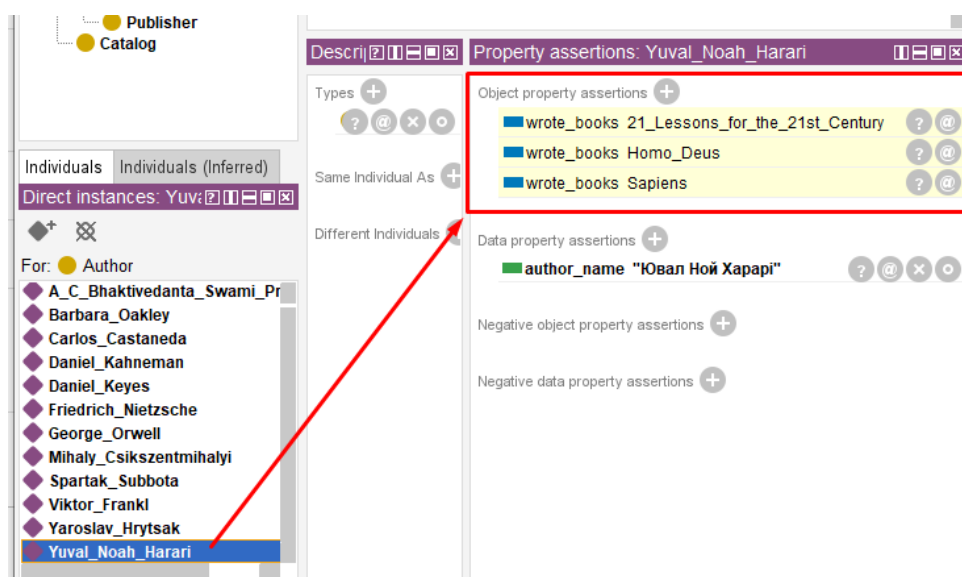


Рисунок 4.10 – Приклад автоматичного додавання книжки до списку книжок автора

Ця інтелектуальна функціональність значно збільшує динамічність та гнучкість бібліотечної онтології, дозволяючи легко додавати нові книги, при цьому автоматично оновлюючи всі відповідні списки книг. Такий підхід не тільки полегшує процес управління бібліотечним каталогом, але й робить його більш ефективним без необхідності ручного оновлення списків книг.

Більш того, ця властивість онтології є ключовою для підтримки масштабованості системи. Навіть при великому потоці нових книг, система ефективно впорається з їхнім додаванням та класифікацією, завдяки автоматичному оновленню відповідних списків.

Також це полегшує доступ до актуальної та вичерпної інформації для науковців, студентів, викладачів та інших користувачів бібліотеки, оскільки всі списки книг завжди актуальні та повні. Вони мають можливість швидко здійснювати пошук потрібних видань, проводити аналітичні дослідження, генерувати статистичні звіти на основі зібраної інформації, що підвищує продуктивність та ефективність бібліотечної системи.

Таким чином, було створено онтологію, яка зображена на рисунку 4.11.

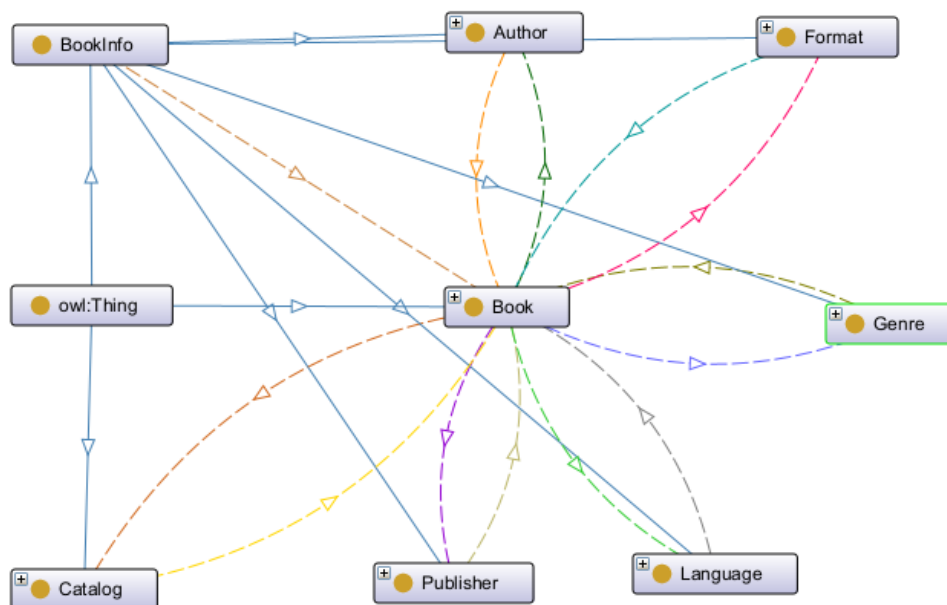


Рисунок 4.11 – Граф онтології

4.1.5 Реалізація правил

Правила в онтологічних моделях представляють собою сформульовані інструкції чи зазначення, що визначають дії щодо об'єктів онтології в залежності від їх характеристик або відповідно до певних умов. Ці правила є основою процесів автоматизації, дозволяючи системі вирішувати рутинні завдання, такі як класифікація, категоризація, вибірка даних, застосовуючи визначені критерії.

У контексті бібліотечної онтології, правила можуть бути використані для автоматичного додавання книг до відповідних каталогів залежно від їх характеристик. Клас `Catalog` є простором використання цих правил, маючи властивість "список книг", який включає об'єкти класу `Book` та його підкласів. Цей список формується на основі встановлених правил, які враховують різні властивості книг, такі як мова, жанр, автор та інші (рис. 4.12).

На рисунку 4 ілюструється ряд прикладів застосування таких правил.

	Name	Rule
<input checked="" type="checkbox"/>	EnglishBook	Book(?book) ^ language(?book, English) -> catalog(?book, English_Books)
<input checked="" type="checkbox"/>	UkrainianBook	Book(?book) ^ language(?book, Ukrainian) -> catalog(?book, Ukrainian_Books)
<input checked="" type="checkbox"/>	Ukrainian_NonFiction	NonFictionBook(?book) ^ language(?book, Ukrainian) -> catalog(?book, Ukrainian_NonFiction)

Рисунок 4.12 – Правила

Правило "EnglishBook" додає книгу до каталогу "English_Books", якщо вона має властивість мови встановленою в "англійська".

Аналогічно, правило "UkrainianBook" додає книгу до каталогу "Ukrainian_Books", якщо її властивість мови встановлена в "українська".

Правило "Ukrainian_NonFiction" додає книгу до каталогу "Ukrainian_NonFiction", якщо вона належить до класу "NonFictionBook" і її властивість мови встановлена в "українська".

Ці приклади демонструють, як правила можуть бути сконструйовані для автоматичного розподілу книг до каталогів в залежності від їх атрибутів.

Використання таких правил забезпечує ефективну класифікацію без необхідності ручної роботи.

Важливо відзначити, що ці правила не є статичними і можуть бути легко налаштовані або розширені для відображення структури разом з розвитком бібліотеки або зміни потреб користувачів. Наприклад, нові правила можуть бути створені для додавання книг до нових каталогів, або змінні атрибути можуть бути включені до існуючих правил для врахування додаткових характеристик книг.

Таким чином, автоматичне додавання книг до каталогів за допомогою правил є могутнім інструментом у бібліотечній онтології, що підтримує сучасні потреби в керуванні книжковим фондом.

4.2 Створення індивідів

Створення індивідів, або екземплярів класів, є процесом, який відображає онтологію, виявляючи специфічні об'єкти у запропонованому контексті. За допомогою індивідів онтологія ілюструє дійсні об'єкти, які належать до класів, підтверджуючи структуру онтопроцесу поряд із відповідними даними.

Основні аспекти процедури створення індивідів включають такі:

4. **Визначення сутності об'єктів:** В основу створення індивідів кладеться конкретна представленість об'єктів в пропонованому домені. Характеристики і властивості цих об'єктів мають також бути відображені у вигляді насиченої онтологічної структури.

5. **Встановлення відносин між індивідами:** Важливим елементом в розробці індивідів й реалізації онтологічного дизайну є встановлення зв'язків між індивідами та забезпечення взаємодії за допомогою об'єктних властивостей.

6. **Застосування правил і алгоритмів для автоматизації процесів управління у структурі онтології:** Створення індивідів не обмежується лише дійсним профілюванням фактичних об'єктів. Правила та алгоритми слід застосовувати для визначення даних відповідно до посилань на об'єкти.

Автоматичне коригування властивостей в результаті додавання, оновлення, зміни чи видалення сутностей об'єктів може підтримувати актуальність бази даних.

7. Масштабування та динаміка онтології: Створення індивідів також включає об'єкти, які можуть прийняти велику кількість атрибутів і утворювати розгалужених відносин з іншими об'єктами середовища виробничої онтології. Це забезпечує можливість масштабування й розвитку оновлення системи, зосереджуючись на певних змінах та ситуаційного поля.

Використання такого підходу в створенні індивідів дозволяє отримувати масштабовані та повні онтологічні структури, що відповідають реальному світові під час забезпечення стабільної форми даних. Вирішуючи задачі і цілі з формування і підтримки актуальності масштабів даних, системи, що використовують індивіди, можуть забезпечити кращу якість класифікації, категоризації та відображення різноманітної інформації в межах домену.

Проаналізуємо конкретний приклад створення індивіду в контексті бібліотечної онтології.

Книга «Навчитися вчитися»: Цей індивід є представником класу "NonFictionBook" в бібліотечній онтології і представляє конкретну книгу. Для створення цього індивіду було задано набір властивостей, що відображають характеристики цієї книги (рис. 4.13):

- type: NonFictionBook;
- author: Barbara_Oakley;
- format: HardcoverBook;
- genre: Personal_development, Psychology, Science;
- language: Ukrainian;
- publisher: Nash_Format.

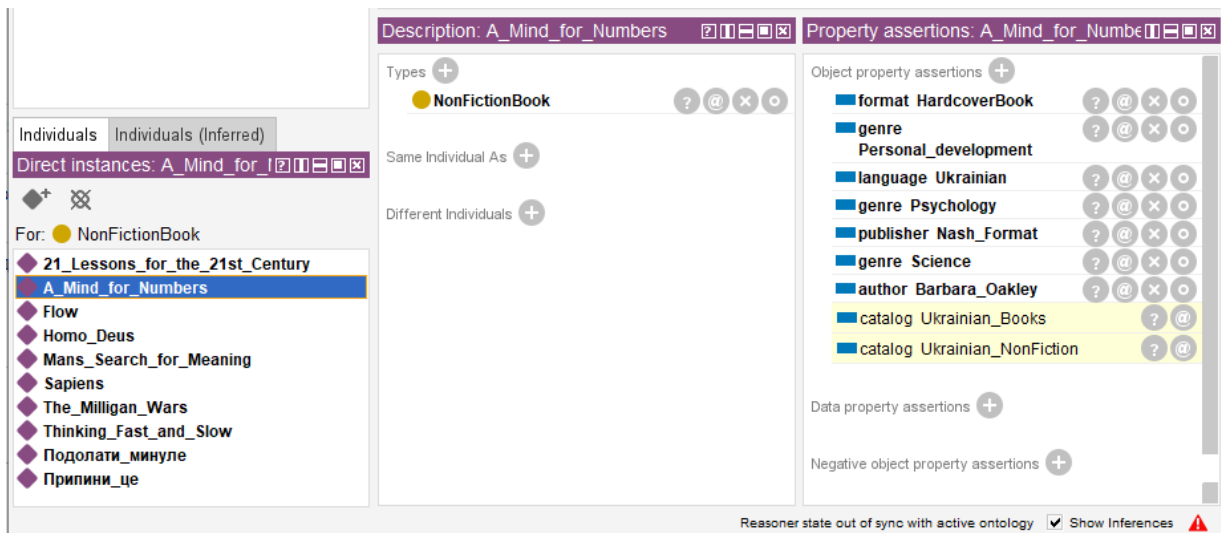


Рисунок 4.13 – Властивості індивіда «A_Mind_for_Numbers»

На рисунку 4.14 зображені інверсні властивості, що були додані автоматично за допомогою Reasoner.

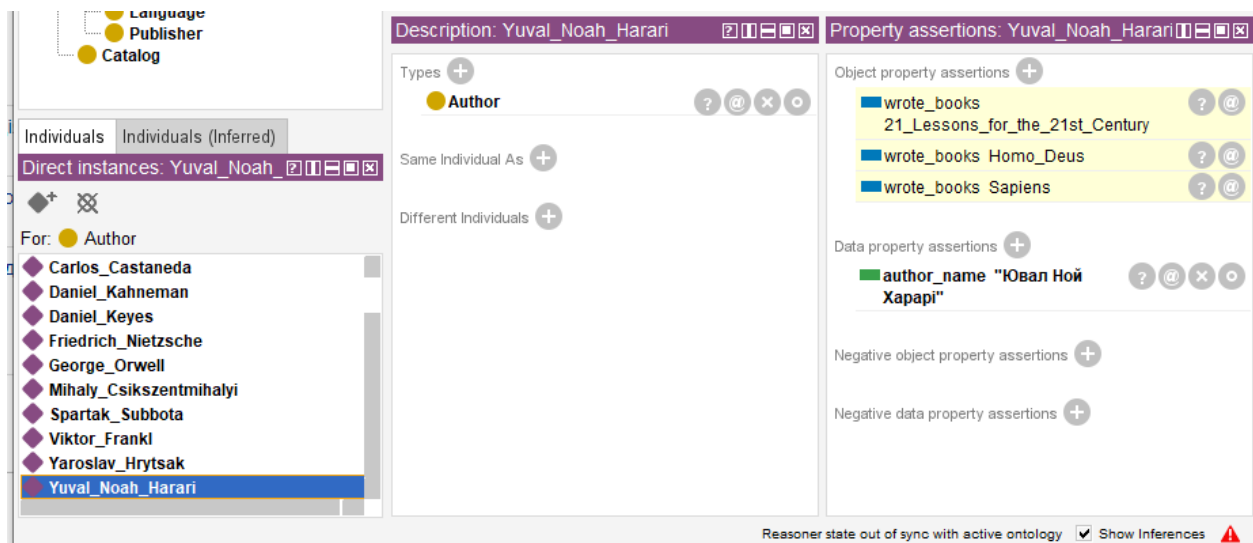


Рисунок 4.14 – Автоматично додані інверсні властивості

Автор «Ювал Ной Харарі»: Цей індивід представляє письменника, який є автором кількох книг у бібліотеці. Reasoner, на основі правил, автоматично створює список всіх книжок цього автора, які доступні в бібліотеці (рис. 4.15).

Каталог «Нон-фікшн українською»: Цей індивід представляє каталог, що зберігає список нон-фікшн книг українською. За допомогою правила `Ukrainian_NonFiction` (рис 4.12) всі нонфікшн книги українською автоматично додаються до цього каталогу (див. рис. 4.15).

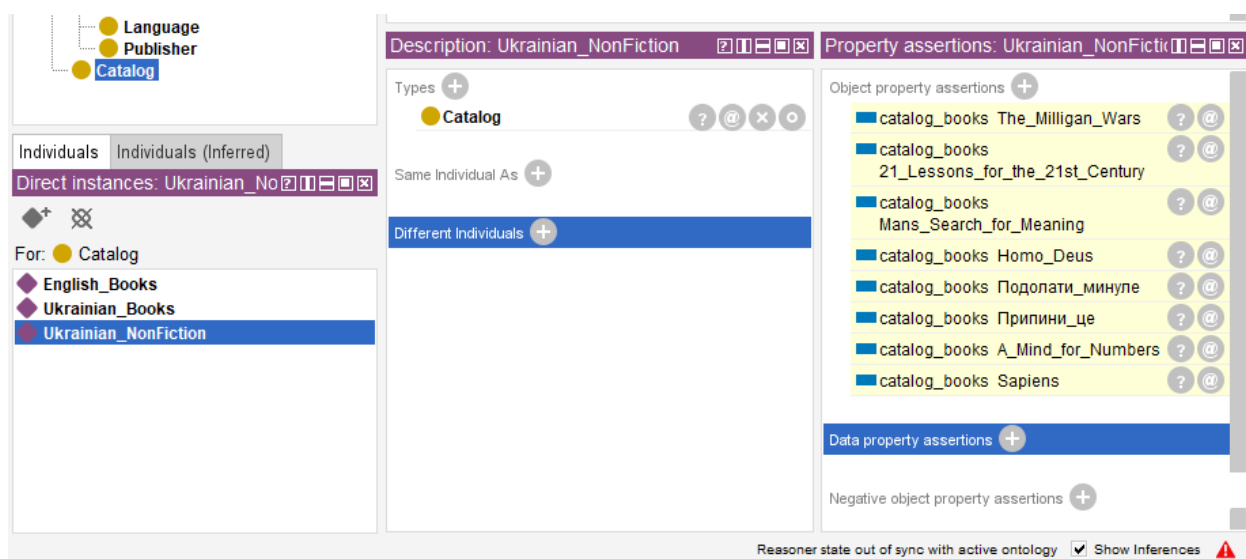


Рисунок 4.15 – Автоматично додані книги за допомогою правила

Ці приклади демонструють, як індивіди створюються в онтології, а також як правила використовуються для автоматичного виведення нових властивостей або оновлення існуючих. Цей підхід дозволяє ефективно керувати структурованими даними та автоматизувати процеси управління бібліотечним каталогом.

4.3 Тестування онтології

Тестування онтологічної моделі полягає в перевірці правильності та відповідності властивостей, класів та відносин між об'єктами в онтології. Добре побудована онтологія повинна точно відображати відносини між об'єктами та адекватно реагувати на запити або взаємодії. Тестування проходить через ряд кроків, таких як перевірка синтаксису, внутрішньої узгодженості, коректності роботи правил та відповідності результатів запитів.

Одним з методів тестування онтології є створення та виконання SPARQL-запитів, що відображають типові сценарії використання моделі. Застосування SPARQL-запитів дозволяє перевірити, наскільки ефективно і точно онтологія може відповісти на різноманітні запити чи вимоги користувачів, а також допомагає виявити потенційні недоліки або проблеми в онтологічній моделі [27].

Для отримання максимальної користі від етапу тестування, рекомендується створити цілеспрямований набір запитів, що протестують різні аспекти видавничої справи, з використанням різних ресурсів та відносин між об'єктами онтології.

Ітеративний процес тестування може сприяти удосконаленню онтологічної моделі, також може допомогти зрозуміти зміни та модифікації, які повинні бути внесені для більш точного відображення реального світу, поліпшення корисності та працездатності системи.

Тестування включає перевірку роботи моделі за допомогою запитів SPARQL. Застосування SPARQL-запитів допомагає перевірити, як добре онтологічна модель може відповісти на найпоширеніші сценарії використання.

На таблиці 4.1 представлені запити, що були використані у процесі тестування онтологічної моделі.

Таблиця 4.1 – SPARQL-запити для тестування онтологічної моделі

Назва запити	Запит	Результат
Books of Yuval Noah Harari	SELECT ?book WHERE { ?book onto:author onto:Yuval_Noah_Harari . }	Homo_Deus, Sapiens, 21_Lessons_for_the_21st_Century
Number of book of authors	SELECT ?author (COUNT(?book) AS ?count) WHERE { ?book onto:author ?author . } GROUP BY ?author	Barbary_Oakley - 1, George_Orwell - 1, Yuval_Noah_Harari - 3, Carlos_Castaneda - 4, ...
Authors that have more than 1 book	SELECT ?author WHERE { ?book onto:author ?author . } GROUP BY ?author HAVING (COUNT(?book) > 1)	Yuval_Noah_Harari, Carlos_Castaneda
Fiction books in English	SELECT ?book WHERE { ?book onto:language onto:English . ?book rdf:type onto:FictionBook . }	Animal_Farm
Psychology books	SELECT ?book WHERE { ?book onto:genre onto:Psychology . } }	A_Mind_for_Numbers, Thinking_Fast_and_Slow, Припини_це, Mans_Search_for_Meaning, Flow, The Milligan Wars
Number of books in each format	SELECT ?format (COUNT(?book) AS ?count) WHERE { ?book onto:format ?format . } GROUP BY ?format	HardcoverBook - 7, PaperbackBook - 7, Ebook - 3

Ці SPARQL-запити допомагають визначити структурну та семантичну коректність онтології, крім того, відповіді на запити дозволяють глибше оцінити її придатність для різних випадків використання.

4.4 Висновок до розділу 4

Цей розділ є центральною частиною проекту, оскільки в ньому розглядається етап реалізації вже розробленої онтологічної моделі, що представляє собою відображення різноманітних аспектів бібліотечного середовища.

Основне завдання на цьому етапі полягало в створенні відповідних класів та властивостей, які б дозволяли відображати структуру та відносини, що існують між об'єктами в даному домені. З цією метою було створено чимало класів, кожен з яких представляв різні аспекти бібліотеки, зокрема книги, автори, жанри, видавництва, формати книг тощо. При створенні цих класів

було важливо врахувати всі складнощі, що можуть виникнути в індивідуальних атрибутах або відносинах з іншими класами.

Після створення класів, основна увага була приділена розробці конкретних індивідів - це екземпляри класів, які репрезентують реальні об'єкти в світі, такі як конкретні книги або автори. Важливим етапом було створення цілісної онтологічної структури, яка враховувала б всі складнощі, пов'язані з відносинами та властивостями елементів.

Після реалізації моделі, було проведено її детальне тестування за допомогою спеціально розроблених SPARQL-запитів. Цей крок був важливим для перевірки правильності та відповідності моделі конкретним вимогам до домену.

Отже, реалізація онтологічної моделі була етапом, що дозволив нам впевнитись в ефективності і гнучкості розробленої моделі. З одного боку, вона має тверду основу, що відображає реальний світ. З іншого - вона представляє собою гнучку конструкцію, здатну адаптуватися до різноманітних змін, що можуть виникнути в результаті подальшого розвитку та масштабування даного проекту. Така міцна і водночас гнучка онтологічна модель стане надійною основою для покращення бібліотечного сервісу і надання користувачам більш швидкого та ефективного доступу до необхідних матеріалів.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Науково-технічна розробка може бути прийнята та успішно впроваджена, якщо вона відповідає вимогам сучасності в напрямку науково-технічного прогресу та враховує економічні аспекти. Тому необхідно оцінювати економічну ефективність отриманих результатів науково-дослідної роботи.

Магістерська кваліфікаційна робота з розробки та дослідження за темою «Інформаційна технологія онтологічного моделювання бази знань з організації бібліотеки» відноситься до науково-технічних робіт, які орієнтовані на виведення на ринок (або рішення про виведення науково-технічної розробки на ринок може бути прийнято у процесі проведення самої роботи), тобто коли відбувається так звана комерціалізація науково-технічної розробки. Цей напрямок визначається як пріоритетний, оскільки розроблені результати можуть бути використані різними зацікавленими сторонами, приносячи економічні вигоди. Однак для здійснення цього процесу необхідно знайти потенційного інвестора, який був би зацікавлений у втіленні цього проекту, і переконати його у виправданості вкладання інвестицій в даний проект.

Для цього визначені наступні етапи виконання робіт:

1. Проведено комерційний аудит науково-технічної розробки, що включає в себе визначення науково-технічного рівня та комерційного потенціалу.
2. Розраховані витрати на реалізацію науково-технічної розробки.
3. Проведено розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки в разі її впровадження та комерціалізації потенційним інвестором, а також обґрунтовано економічну доцільність комерціалізації для інвестора.

5.1 Проведення комерційного та технологічного аудиту науково-технічної розробки

Метою проведення комерційного і технологічного аудиту дослідження за темою «Інформаційна технологія онтологічного моделювання бази знань з організації бібліотеки» є оцінювання науково-технічного рівня та рівня комерційного потенціалу розробки, створеної в результаті науково-технічної діяльності.

Оцінювання науково-технічного рівня розробки та її комерційного потенціалу рекомендується здійснювати із застосуванням 5-ти бальної системи оцінювання за 12-ма критеріями, наведеними в табл. 4.1 [28].

Таблиця 4.1 – Рекомендовані критерії оцінювання науково-технічного рівня і комерційного потенціалу розробки та бальна оцінка

Бали (за 5-ти бальною шкалою)					
	0	1	2	3	4
Технічна здійсненність концепції					
1	Достовірність концепції не підтверджена	Концепція підтверджена експертними висновками	Концепція підтверджена розрахунками	Концепція перевірена на практиці	Перевірено працездатність продукту в реальних
Ринкові переваги (недоліки)					
2	Багато аналогів на малому ринку	Мало аналогів на малому ринку	Кілька аналогів на великому ринку	Один аналог на великому ринку	Продукт не має аналогів на великому
3	Ціна продукту значно вища за ціни аналогів	Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів	Ціна продукту приблизно дорівнює цінам аналогів	Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів	Ціна продукту значно нижче за ціни аналогів
4	Технічні та споживчі властивості продукту значно гірші, ніж в	Технічні та споживчі властивості продукту трохи гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту на рівні аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи кращі, ніж в	Технічні та споживчі властивості продукту значно кращі,
5	Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати на рівні експлуатаційних витрат аналогів	Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в аналогів

Продовження таблиці 4.1

Бали (за 5-ти бальною шкалою)					
	0	1	2	3	4
Ринкові перспективи					
6	Ринок малий і не має позитивної динаміки	Ринок малий, але має позитивну динаміку	Середній ринок з позитивною динамікою	Великий стабільний ринок	Великий ринок з позитивною динамікою
7	Активна конкуренція великих компаній на	Активна конкуренція	Помірна конкуренція	Незначна конкуренція	Конкуренція немає
Практична здійсненність					
8	Відсутні фахівці як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї	Необхідно наймати фахівців або витратити значні кошти та час на навчання наявних фахівців	Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення їх штату	Необхідне незначне навчання фахівців	Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї
9	Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні. Джерела фінансування ідеї відсутні	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування відсутні	Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Не потребує додаткового фінансування
10	Необхідна розробка нових матеріалів	Потрібні матеріали, що використовуються у військово-промисловому комплексі	Потрібні дорогі матеріали	Потрібні досяжні та дешеві матеріали	Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та давно використовуються у
11	Термін реалізації ідеї більший за 10 років	Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності інвестицій більше 10-ти років	Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності інвестицій більше 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій від 3-х до 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій менше 3-х років
12	Необхідна розробка регламентних документів та отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту	Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту, що вимагає значних коштів та часу	Процедура отримання дозвільних документів для виробництва та реалізації продукту вимагає незначних коштів та часу	Необхідно тільки повідомлення відповідним органам про виробництво та реалізацію продукту	Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту

Результати оцінювання науково-технічного рівня та комерційного потенціалу науково-технічної розробки потрібно звести до таблиці.

Таблиця 4.2 – Результати оцінювання науково-технічного рівня і комерційного потенціалу розробки експертами

Критерії	Експерт (ПІБ, посада)		
	Денисюк В. О., к.т.н. доц. каф. КН, ВНТУ	Сілагін О. В., к.т.н. доц. каф. КН, ВНТУ	Озеранський В. С., к.т.н. доц. каф. КН, ВНТУ
	Бали:		
1. Технічна здійсненність концепції	3	3	3
2. Ринкові переваги (наявність аналогів)	4	4	4
3. Ринкові переваги (ціна продукту)	4	3	4
4. Ринкові переваги (технічні властивості)	3	3	2
5. Ринкові переваги (експлуатаційні витрати)	3	3	4
6. Ринкові перспективи (розмір ринку)	2	2	1
7. Ринкові перспективи (конкуренція)	3	3	3
8. Практична здійсненність (наявність фахівців)	2	2	3
9. Практична здійсненність (наявність фінансів)	1	1	1
10. Практична здійсненність (необхідність нових матеріалів)	4	4	4
11. Практична здійсненність (термін реалізації)	3	3	4
12. Практична здійсненність (розробка документів)	4	4	4
Сума балів	СБ ₁ =36	СБ ₂ =35	СБ ₃ =37
Середньоарифметична сума балів $СБ_c$	$\overline{СБ} = \frac{\sum_1^3 СБ_i}{3} = \frac{36 + 35 + 37}{3} = 36$		

За результатами розрахунків, наведених в таблиці 4.2, зробимо висновок щодо науково-технічного рівня і рівня комерційного потенціалу розробки. При цьому використаємо рекомендації, наведені в табл. 4.3 [28].

Таблиця 4.3 – Науково-технічні рівні та комерційні потенціали розробки

Середньоарифметична сума балів СБ розрахована на основі висновків експертів	Науково-технічний рівень та комерційний потенціал розробки
41...48	Високий
31...40	Вище середнього
21...30	Середній
11...20	Нижче середнього
0...10	Низький

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки за темою «Інформаційна технологія онтологічного моделювання бази знань з організації бібліотеки» становить 36 балів, що, відповідно до таблиці 4.3, свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки вище середнього).

Результатом роботи є онтологічна модель бази знань з організації бібліотеки та реалізація моделі за допомогою середовища Protégé.

Хто може користуватись цими результатами? Власники бібліотек: приватних, шкільних, вишів, муніципальних.

Шляхи реалізації розробки "Інформаційна технологія онтологічного моделювання бази знань для організації бібліотеки" можуть включати наступні етапи та застосування:

Реалізація на рівні окремих бібліотек: Розроблене онтологічне рішення може бути реалізоване у бібліотеках місцевого значення, які прагнуть оновити чи модернізувати свої існуючі класифікаційні системи. Це дозволить оптимізувати процеси пошуку, доступу та каталогізації матеріалів, які складаються з різноманітних та міждисциплінарних ресурсів.

Застосування у рамках комплексних бібліотечних мереж: Онтологічне рішення може стати частиною ширшої інфраструктури, яка включає бібліотечні мережі на регіональному або національному рівні. Це дозволить стандартизувати класифікацію та організацію документів у різних бібліотеках, полегшуючи навігацію та пошук інформації для користувачів.

Диверсифікація клієнтської бази: Розроблене онтологічне рішення буде корисним для різних категорій користувачів, таких як студенти, вчителі, науковці та інші фахівці. Це полегшить доступ до потрібної інформації для виконання навчальних, наукових чи практичних завдань.

Комерційна реалізація: Розробники можуть запропонувати своє онтологічне рішення для організації бібліотек на комерційному ринку як окремий програмний продукт чи служба. Це дозволить здобути додаткові доходи та просувати інноваційну технологію серед різних груп цільових користувачів.

Успішна реалізація онтологічної моделі бази знань для організації бібліотек має потенціал покращити роботу бібліотек, забезпечуючи сучасні, гнучкі та ефективні рішення для управління ресурсами, розширюючи можливості дослідження та доступ до знань для різних категорій користувачів.

В якості аналога для розробки було обрано "Класифікацію Десяткового Ділення Дьюї (DDC)".

Основні недоліки аналога DDC:

- Негнучкість у врахуванні нових предметних галузей та інтердисциплінарних матеріалів;
- Залежність від встановленої ієрархічної структури, що може ускладнювати адаптацію до нових інформаційних ресурсів;
- Вбудовані культурні упередження, що можуть впливати на класифікацію;
- Складність управління та оновлення схеми класифікації.

У розробці "Інформаційна технологія онтологічного моделювання бази знань з організації бібліотеки" дані проблеми вирішуються наступним чином:

- Більш гнучка структура онтологічного моделювання, яка забезпечує ефективне представлення знань відповідно до розвитку сучасних галузей та інтердисциплінарних матеріалів;

- Семантичне представлення знань та відносин між ресурсами, яке дозволяє користувачам краще зрозуміти інформаційні ресурси та полегшує їх пошук;
- Використання стандартів для онтологічного моделювання, зокрема RDF, RDFS, OWL, і SKOS, що сприяє сумісності з існуючими бібліотечними системами.

Таким чином, система онтологічного моделювання бази знань випереджає аналог DDC за рядом параметрів, таких як гнучкість, семантичне представлення знань, сумісність зі стандартами, що в свою чергу можуть поліпшити якість організації та доступу до інформаційних ресурсів у бібліотеках.

5.2 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи

Витрати, пов'язані з проведенням науково-дослідної роботи на тему «Інформаційна технологія онтологічного моделювання бази знань з організації бібліотеки», під час планування, обліку і калькулювання собівартості науково-дослідної роботи групуємо за відповідними статтями.

5.2.1 Витрати на оплату праці

До статті «Витрати на оплату праці» належать витрати на виплату основної та додаткової заробітної плати керівникам відділів, лабораторій, секторів і груп, науковим, інженерно-технічним працівникам, конструкторам, технологам, креслярам, копіювальникам, лаборантам, робітникам, студентам, аспірантам та іншим працівникам, безпосередньо зайнятим виконанням конкретної теми, обчисленої за посадовими окладами, відрядними розцінками, тарифними ставками згідно з чинними в організаціях системами оплати праці.

Основна заробітна плата дослідників

Витрати на основну заробітну плату дослідників (Z_o) розраховуємо у відповідності до посадових окладів працівників, за формулою [28]:

$$Z_o = \sum_{i=1}^k \frac{M_{ni} \cdot t_i}{T_p}, \quad (4.1)$$

де k – кількість посад дослідників залучених до процесу досліджень;

M_{ni} – місячний посадовий оклад конкретного дослідника, грн;

t_i – число днів роботи конкретного дослідника, дн.;

T_p – середнє число робочих днів в місяці, $T_p=21$ дні.

$$Z_o = 20000 \cdot 5 / 21 = 4545 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 4.4 – Витрати на заробітну плату дослідників

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн	Оплата за робочий день, грн	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн
Керівник проекту	20000	909,1	5	4545
Інженер-програміст	50000	2272,7	20	45455
Дата аналітик	40000	1818,2	20	36364
Всього				86364

Основна заробітна плата робітників

Витрати на основну заробітну плату робітників (Z_p) за відповідними найменуваннями робіт НДР на тему «Інформаційна технологія онтологічного моделювання бази знань з організації бібліотеки» розраховуємо за формулою:

$$Z_p = \sum_{i=1}^n C_i \cdot t_i, \quad (4.2)$$

де C_i – погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, за виконану відповідну роботу, грн/год;

t_i – час роботи робітника при виконанні визначеної роботи, год.

Погодинну тарифну ставку робітника відповідного розряду C_i можна визначити за формулою:

$$C_i = \frac{M_M \cdot K_i \cdot K_c}{T_p \cdot t_{зм}}, \quad (4.3)$$

де M_M – розмір прожиткового мінімуму працездатної особи, або мінімальної місячної заробітної плати (в залежності від діючого законодавства), прийmemo $M_M=6500$ грн;

K_i – коефіцієнт міжкваліфікаційного співвідношення для встановлення тарифної ставки робітнику відповідного розряду (табл. Б.2, додаток Б) [28];

K_c – мінімальний коефіцієнт співвідношень місячних тарифних ставок робітників першого розряду з нормальними умовами праці виробничих об'єднань і підприємств до законодавчо встановленого розміру мінімальної заробітної плати.

T_p – середнє число робочих днів в місяці, приблизно $T_p = 22$ дн;

$t_{зм}$ – тривалість зміни, год.

$$C_1 = 6500,00 \cdot 1 \cdot 1,65 / (22 \cdot 8) = 62,8 \text{ грн.}$$

$$Z_{p1} = 62,8 \cdot 16 = 609,1 \text{ грн.}$$

Таблиця 4.5 – Величина витрат на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт	Тривалість роботи, год	Розряд роботи	Погодинна тарифна ставка, грн	Величина оплати на робітника грн
1. Аналіз вимог та формулювання специфікацій	16	1	62,8	1005,0
2. Онтологічне моделювання та проектування бази знань	32	3	84,8	2713,5
3. Розробка програмного коду та системної архітектури	30	5	106,8	3203,4
4. Тестування та оптимізація розробленого рішення	40	3	84,8	3391,9
Всього				10313,8

Додаткова заробітна плата дослідників та робітників

Додаткову заробітну плату розраховуємо як 10 ... 12% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$Z_{\text{дод}} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{\text{дод}}}{100\%}, \quad (4.4)$$

де $H_{\text{дод}}$ – норма нарахування додаткової заробітної плати. Прийmemo 11%.

$$Z_{\text{дод}} = (86364 + 10313,8) \cdot 11 / 100\% = 10634,52 \text{ грн.}$$

5.2.2 Відрахування на соціальні заходи

Нарахування на заробітну плату дослідників та робітників розраховуємо як 22% від суми основної та додаткової заробітної плати дослідників і робітників за формулою:

$$Z_n = (Z_o + Z_p + Z_{\text{доо}}) \cdot \frac{H_{zn}}{100\%} \quad (4.5)$$

де H_{zn} – норма нарахування на заробітну плату. Приймаємо 22%.

$$Z_n = (86364 + 10313,8 + 10634,52) \cdot 22 / 100\% = 23608,63 \text{ грн.}$$

5.2.3 Сировина та матеріали

До статті «Сировина та матеріали» належать витрати на сировину, основні та допоміжні матеріали, інструменти, пристрої та інші засоби і предмети праці, які придбані у сторонніх підприємств, установ і організацій та витрачені на проведення досліджень за темою «Інформаційна технологія онтологічного моделювання бази знань з організації бібліотеки».

Витрати на матеріали (M), у вартісному вираженні розраховуються окремо по кожному виду матеріалів за формулою:

$$M = \sum_{j=1}^n H_j \cdot C_j \cdot K_j - \sum_{j=1}^n B_j \cdot C_{\text{в}j}, \quad (4.5)$$

де H_j – норма витрат матеріалу j -го найменування, кг;

n – кількість видів матеріалів;

C_j – вартість матеріалу j -го найменування, грн/кг;

K_j – коефіцієнт транспортних витрат, ($K_j = 1,1 \dots 1,15$);

B_j – маса відходів j -го найменування, кг;

$C_{\text{в}j}$ – вартість відходів j -го найменування, грн/кг.

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 4.6 – Витрати на матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Ціна за 1 кг, грн	Норма витрат, кг	Вартість витраченого матеріалу, грн
Папір для записів FAXE 70 A5-250	200	1	200
Органайзер офісний OFFICE 100	220	1	220
Диск оптичний OPTIMA CD	15,5	2	31
Flesh-пам'ять GOODRAM 64 C10A	420	1	420
Всього			871
З врахуванням коефіцієнта транспортування			958,1

5.2.4 Розрахунок витрат на комплектуючі

Витрати на комплектуючі (K_6), які використовують при проведенні НДР на тему «Інформаційна технологія онтологічного моделювання бази знань з організації бібліотеки» відсутні.

5.2.5 Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт

До статті «Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт» належать витрати на виготовлення та придбання спецустаткування необхідного для проведення досліджень, також витрати на їх проектування, виготовлення, транспортування, монтаж та встановлення.

Балансову вартість спецустаткування розраховуємо за формулою:

$$B_{\text{спец}} = \sum_{i=1}^k C_i \cdot C_{\text{пр.}i} \cdot K_i, \quad (4.6)$$

де C_i – ціна придбання одиниці спецустаткування даного виду, марки, грн;

$C_{\text{пр.}i}$ – кількість одиниць устаткування відповідного найменування, які придбані для проведення досліджень, шт.;

K_i – коефіцієнт, що враховує доставку, монтаж, налагодження устаткування тощо, ($K_i = 1,10 \dots 1,12$);

k – кількість найменувань устаткування.

$$B_{\text{снел}} = 44000 \cdot 3 \cdot 1,11 = 145200 \text{ грн.}$$

Отримані результати зведемо до таблиці:

Таблиця 4.7 – Витрати на придбання спецустаткування по кожному виду

Найменування устаткування	Кількість, шт	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
Apple MacBook Air 2022	3	44000	145200
Всього			145200

5.2.6 Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт

До статті «Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт» належать витрати на розробку та придбання спеціальних програмних засобів і програмного забезпечення, (програм, алгоритмів, баз даних) необхідних для проведення досліджень, також витрати на їх проектування, формування та встановлення.

Балансову вартість програмного забезпечення розраховуємо за формулою:

$$B_{\text{прг}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{инрг}} \cdot C_{\text{прг.}i} \cdot K_i, \quad (4.7)$$

де $C_{\text{инрг}}$ – ціна придбання одиниці програмного засобу даного виду, грн;

$C_{\text{прг.}i}$ – кількість одиниць програмного забезпечення відповідного найменування, які придбані для проведення досліджень, шт.;

K_i – коефіцієнт, що враховує інсталяцію, налагодження програмного засобу тощо, ($K_i = 1,10 \dots 1,12$);

k – кількість найменувань програмних засобів.

Оскільки в роботі використовувалися безкоштовні програмні засоби, тому дані витрати не враховані.

5.2.7 Амортизація обладнання, програмних засобів та приміщень

В спрощеному вигляді амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання, приміщень та програмному забезпеченню тощо, розраховуємо з використанням прямолінійного методу амортизації за формулою:

$$A_{обл} = \frac{Ц_{б}}{T_{е}} \cdot \frac{t_{вик}}{12}, \quad (4.8)$$

де $Ц_{б}$ – балансова вартість обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, які використовувались для проведення досліджень, грн;

$t_{вик}$ – термін використання обладнання, програмних засобів, приміщень під час досліджень, місяців;

$T_{е}$ – строк корисного використання обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, років.

$$A_{обл} = (45000 \cdot 1) / (2 \cdot 12) = 1875 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 4.10 – Амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн	Строк корисного використання, років	Термін використання обладнання, місяців	Амортизаційні відрахування, грн
Комп'ютер	45000	2	1	1875,00
Принтер	3000	2	1	125,00
Приміщення лабораторії	250000	20	1	1041,67
Всього				3041,67

5.2.8 Паливо та енергія для науково-виробничих цілей

Витрати на силову електроенергію (B_e) розраховуємо за формулою:

$$B_e = \sum_{i=1}^n \frac{W_{yi} \cdot t_i \cdot C_e \cdot K_{eni}}{\eta_i}, \quad (4.9)$$

де W_{yi} – встановлена потужність обладнання на визначеному етапі розробки, кВт;

t_i – тривалість роботи обладнання на етапі дослідження, год;

C_e – вартість 1 кВт-години електроенергії, грн; (вартість електроенергії визначається за даними енергопостачальної компанії), прийmemo $C_e = 7,5$ грн;

K_{eni} – коефіцієнт, що враховує використання потужності, $K_{eni} < 1$;

η_i – коефіцієнт корисної дії обладнання, $\eta_i < 1$.

$$B_e = 0,25 \cdot 240,0 \cdot 7,5 \cdot 0,5 / 0,8 = 281,25 \text{ грн.}$$

5.2.9 Службові відрядження

До статті «Службові відрядження» дослідної роботи на тему «Інформаційна технологія онтологічного моделювання бази знань з організації бібліотеки» належать витрати на відрядження штатних працівників, працівників організацій, які працюють за договорами цивільно-правового характеру, аспірантів, зайнятих розробленням досліджень, відрядження, пов'язані з проведенням випробувань машин та приладів, а також витрати на відрядження на наукові з'їзди, конференції, наради, пов'язані з виконанням конкретних досліджень.

Витрати за статтею «Службові відрядження» розраховуємо як 20...25% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{ce} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{ce}}{100\%}, \quad (4.10)$$

де H_{ce} – норма нарахування за статтею «Службові відрядження», прийmemo $H_{ce} = 20\%$.

$$B_{ce} = (86364 + 10313,8) \cdot 20 / 100\% = 19335,39 \text{ грн.}$$

5.2.10 Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації

Витрати за статтею «Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації» відсутні.

5.2.11 Інші витрати

До статті «Інші витрати» належать витрати, які не знайшли відображення у зазначених статтях витрат і можуть бути віднесені безпосередньо на собівартість досліджень за прямими ознаками.

Витрати за статтею «Інші витрати» розраховуємо як 50...100% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$I_{ie} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{ie}}{100\%}, \quad (4.11)$$

де H_{ie} – норма нарахування за статтею «Інші витрати», прийmemo $H_{ie} = 50\%$.

$$I_{ie} = (86364 + 10313,8) \cdot 50 / 100\% = 48338,72 \text{ грн.}$$

5.2.12 Накладні (загально виробничі) витрати

До статті «Накладні (загально виробничі) витрати» належать: витрати, пов'язані з управлінням організацією; витрати на винахідництво та раціоналізацію; витрати на підготовку (перепідготовку) та навчання кадрів; витрати, пов'язані з набором робочої сили; витрати на оплату послуг банків; витрати, пов'язані з освоєнням виробництва продукції; витрати на науково-технічну інформацію та рекламу та ін.

Витрати за статтею «Накладні (загально виробничі) витрати» розраховуємо як 100...150% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{нзв} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{нзв}}{100\%}, \quad (4.12)$$

де $H_{нзв}$ – норма нарахування за статтею «Накладні (загально виробничі) витрати», прийmemo $H_{нзв} = 100\%$.

$$B_{нзв} = (86364 + 10313,8) \cdot 100 / 100\% = 96677,45 \text{ грн.}$$

Витрати на проведення науково-дослідної роботи на тему «Інформаційна технологія онтологічного моделювання бази знань з організації бібліотеки». розраховуємо як суму всіх попередніх статей витрат за формулою:

$$B_{заг} = Z_o + Z_p + Z_{дод} + Z_n + M + K_e + B_{спец} + B_{прз} + A_{обл} + B_e + B_{св} + B_{сп} + I_e + B_{нзв}. \quad (4.13)$$

$$B_{заг} = 86364 + 10313,8 + 10634,52 + 23608,63 + 958,1 + 145200 + 3041,67 + 281,25 + 19335,39 + 48338,72 + 96677,45 = 234058,01 \text{ грн.}$$

Загальні витрати ZB на завершення науково-дослідної (науково-технічної) роботи та оформлення її результатів розраховується за формулою:

$$3B = \frac{B_{\text{заг}}}{\eta}, \quad (4.13)$$

де η - коефіцієнт, який характеризує етап (стадію) виконання науково-дослідної роботи, прийmemo $\eta=0,4$.

$$3B = 234058,01 / 0,4 = 1148183,2 \text{ грн.}$$

5.3 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки при її можливій комерціалізації потенційним інвестором

В ринкових умовах узагальнюючим позитивним результатом, що його може отримати потенційний інвестор від можливого впровадження результатів цієї чи іншої науково-технічної розробки, є збільшення у потенційного інвестора величини чистого прибутку.

Результати дослідження проведені за темою «Інформаційна технологія онтологічного моделювання бази знань з організації бібліотеки» передбачають комерціалізацію протягом 3-х років реалізації на ринку.

В цьому випадку основу майбутнього економічного ефекту будуть формувати:

ΔN – збільшення кількості споживачів яким надається відповідна інформаційна послуга у періоди часу, що аналізуються;

N – кількість споживачів яким надавалась відповідна інформаційна послуга у році до впровадження результатів нової науково-технічної розробки, прийmemo 1 особа

C_o – вартість послуги у році до впровадження інформаційної системи, прийmemo 50000,00 грн;

$\pm \Delta C_o$ – зміна вартості послуги від впровадження результатів, прийmemo зростання на 1000,00 грн.

Можливе збільшення чистого прибутку у потенційного інвестора $\Delta\Pi_i$ для кожного із 3-х років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, розраховуємо за формулою [28]:

$$\Delta\Pi_i = (\pm\Delta C_o \cdot N + C_o \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{\mathcal{G}}{100}\right), \quad (4.14)$$

де λ – коефіцієнт, який враховує сплату потенційним інвестором податку на додану вартість. У 2021 році ставка податку на додану вартість складає 20%, а коефіцієнт $\lambda = 0,8333$;

ρ – коефіцієнт, який враховує рентабельність інноваційного продукту).
Прийmemo $\rho = 40\%$;

\mathcal{G} – ставка податку на прибуток, який має сплачувати потенційний інвестор, у 2023 році $\mathcal{G} = 18\%$;

Збільшення чистого прибутку 1-го року:

$$\Delta\Pi_1 = (1 \cdot 1000 + 50000 \cdot 200) \cdot 0,83 \cdot 0,4 \cdot (1 - 0,18/100\%) = 1742601,1 \text{ грн.}$$

Збільшення чистого прибутку 2-го року:

$$\Delta\Pi_2 = (1 \cdot 1000 + 50000 \cdot (200 + 150)) \cdot 0,83 \cdot 0,4 \cdot (1 - 0,18/100\%) = 3050253 \text{ грн.}$$

Збільшення чистого прибутку 3-го року:

$$\Delta\Pi_3 = (1 \cdot 1000 + 50000 \cdot (200 + 150 + 100)) \cdot 0,83 \cdot 0,4 \cdot (1 - 0,18/100\%) = 3921468,2 \text{ грн.}$$

Приведена вартість збільшення всіх чистих прибутків $\Pi\Pi$, що їх може отримати потенційний інвестор від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки:

$$ППП = \sum_{i=1}^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1+\tau)^i}, \quad (4.15)$$

де $\Delta\Pi_i$ – збільшення чистого прибутку у кожному з років, протягом яких виявляються результати впровадження науково-технічної розробки, грн;

T – період часу, протягом якого очікується отримання позитивних результатів від впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, роки;

τ – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні, $\tau=18\%$;

t – період часу (в роках) від моменту початку впровадження науково-технічної розробки до моменту отримання потенційним інвестором додаткових чистих прибутків у цьому році.

$$\begin{aligned} ППП &= 1742601,1 / (1+0,18)^1 + 3050253 / (1+0,18)^2 + 3921468,2 / (1+0,18)^3 = \\ &= 5850322,23 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Величина початкових інвестицій PV , які потенційний інвестор має вкласти для впровадження і комерціалізації науково-технічної розробки:

$$PV = k_{инв} \cdot 3B, \quad (4.16)$$

де $k_{инв}$ – коефіцієнт, що враховує витрати інвестора на впровадження науково-технічної розробки та її комерціалізацію, приймаємо $k_{инв}=2$;

$3B$ – загальні витрати на проведення науково-технічної розробки та оформлення її результатів, приймаємо 1148183,2 грн.

$$PV = k_{инв} \cdot 3B = 2 \cdot 1148183,2 = 2296366,4 \text{ грн.}$$

Абсолютний економічний ефект E_{abc} для потенційного інвестора від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки становитиме:

$$E_{abc} = ПП - PV \quad (4.17)$$

де $ПП$ – приведена вартість зростання всіх чистих прибутків від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, 5850322,23 грн;

PV – теперішня вартість початкових інвестицій, 2296366,4 грн.

$$E_{abc} = ПП - PV = 5850322,23 - 2296366,4 = 3553955,83 \text{ грн.}$$

Внутрішня економічна дохідність інвестицій E_e , які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки:

$$E_e = T_{жс} \sqrt[3]{1 + \frac{E_{abc}}{PV}} - 1, \quad (4.18)$$

де E_{abc} – абсолютний економічний ефект вкладених інвестицій, грн;

PV – теперішня вартість початкових інвестицій, грн;

$T_{жс}$ – життєвий цикл науково-технічної розробки, тобто час від початку її розробки до закінчення отримання позитивних результатів від її впровадження, 3 роки.

$$E_e = T_{жс} \sqrt[3]{1 + \frac{E_{abc}}{PV}} - 1 = (1 + 3553955,83 / 2296366,4)^{1/3} - 1 = 0,6.$$

Мінімальна внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій τ_{min} :

$$\tau_{min} = d + f, \quad (4.19)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2023 році в Україні $d = 0,1$;

f – показник, що характеризує ризикованість вкладення інвестицій, прийmemo 0,25.

$\tau_{min} = 0,1 + 0,25 = 0,35 < 0,6$ свідчить про те, що внутрішня економічна дохідність інвестицій E_g , які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки вища мінімальної внутрішньої дохідності. Тобто інвестувати в науково-дослідну роботу за темою «Інформаційна технологія онтологічного моделювання бази знань з організації бібліотеки» доцільно.

Період окупності інвестицій $T_{ок}$ які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_g}, \quad (4.20)$$

де E_g – внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій.

$$T_{ок} = 1 / 0,6 = 1,7 \text{ р.}$$

$T_{ок} < 3$ -х років, що свідчить про комерційну привабливість науково-технічної розробки і може спонукати потенційного інвестора профінансувати впровадження даної розробки та виведення її на ринок.

5.4 Висновок до розділу 5

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки за темою «Інформаційна технологія онтологічного моделювання бази знань з організації бібліотеки» становить 36,0 балів, що, свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки вище середнього).

Також термін окупності становить 1,7 р., що менше 3-х років, що свідчить про комерційну привабливість науково-технічної розробки і може спонукати потенційного інвестора профінансувати впровадження даної розробки та виведення її на ринок.

Отже можна зробити висновок про доцільність проведення науково-дослідної роботи за темою «Інформаційна технологія онтологічного моделювання бази знань з організації бібліотеки»

ВИСНОВКИ

Дослідження присвячене створенню онтологічної моделі для організації бібліотек, спрямованої на вирішення викликів, пов'язаних із дослідницькою діяльністю, доступом до інформації та управлінням ресурсами, а також адаптації до стрімкого зростання обсягу даних та глобальної тенденції до цифровізації ресурсів. У роботі було оцінено переваги онтологічної моделі в порівнянні з традиційними системами класифікації та каталогізації, розглянуто теоретичні аспекти онтологічного моделювання та наведено приклади практичного застосування такого підходу.

Основна мета була досягнута шляхом знаходження оптимального способу реалізації онтологічної моделі для структурування й представлення знань у бібліотечному середовищі. Зокрема, було наведено приклади моделювання класів, властивостей та відносин між ними в рамках розробленої програмної системи.

Результати дослідження можуть мати практичне значення для створення покращених навігаційних інструментів, удосконалення пошукових методів та надання більш ефективних користувацьких послуг організації бібліотек.

Отримані результати також мають перспективу використання для інтеграції існуючих ресурсів та систем, забезпечуючи співпрацю та обмін знаннями між різними бібліотечними середовищами. Розроблена онтологічна модель припускає її можливу адаптацію до систем зберігання, індексації та каталогізації інформаційних ресурсів, що сприятиме виділенню суттєвих відмінностей й спільних рис різних бібліотечних систем та розв'язуванню специфічних завдань для різних груп користувачів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. V.O. Denysiuk, O.O. Andriianov. *Ontology for Library Organization. Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2024)*. Вінницький національний технічний університет. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024/paper/viewFile/19394/16150>.
2. Chan, L. M. *Dewey Decimal Classification: History and Current Status*. Encyclopedia of Library and Information Sciences. Taylor & Francis, 2007.
3. OCLC. *Dewey Decimal Classification (DDC)*. URL: <https://www.oclc.org/en/dewey.html> (Дата звернення: 05.10.2023).
4. Library of Congress. *Library of Congress Classification (LCC)*. URL: <https://www.loc.gov/catdir/cpso/lcco/> (Дата звернення: 03.09.2023).
5. RDA Toolkit. *Resource Description and Access (RDA)*. URL: <https://www.rdatoolkit.org/> (Дата звернення: 07.10.2023).
6. Hodge, G. *Systems of Knowledge Organization for Digital Libraries: Beyond Traditional Authority Files*. *Journal of Digital Information*, 2000.
7. T. R. *Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing*. *International Journal of Human-Computer Studies*, 1995.
8. Uschold, M., & Gruninger, M. *Ontologies: Principles, methods and applications*. *Knowledge Engineering Review*, 1996.
9. Arp, R., Smith, B., & Spear, A. D. *Building Ontologies with Basic Formal Ontology*. *MIT Press*, 2015.
10. Noy, N. F., & McGuinness, D. L. *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*. *Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880*, 2001.
11. Maedche, A., & Staab, S. *Ontology Learning for the Semantic Web*. *Kluwer Academic Publishers*, 2002.

12. Chakrabarty, S., & Roy, S. Personalized Information Recommender Using Framework for Ontology Alignment Among Digital Libraries. *Desidoc Journal of Library & Information Technology*, 2016.
13. Hodge, G. Information Resources and Library Science. Encyclopedia of Library and Information Sciences. Taylor & Francis, 2019.
14. Brusilovsky, P., & Milla, E. Ontology-based User Modeling for Web-based Information Systems. *International Journal of Human-Computer Studies*, 2002.
15. Gruber, T. R. A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, 1993.
16. Guarino, N. Formal Ontology and Information Systems. Proceedings of the 1st International Conference on Formal Ontology in Information Systems (FOIS). *IOS Press*, 1998.
17. Studer, R., Benjamins, V. R., & Fensel, D. Knowledge Engineering: Principles and Methods. *Data & Knowledge Engineering*, 1998.
18. Gruninger, M., & Fox, M. S. Methodology for the Design and Evaluation of Ontologies. Proceedings of the Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing. Montreal, Canada, 1995.
19. Noy, N. F., & Musen, M. A. The PROMPT Suite: Interactive Tools for Ontology Merging and Mapping. *International Journal of Human-Computer Studies*, 2003.
20. Sure, Y., & Studer, R. On-To-Knowledge Methodology. *Ontology Management*. Springer, 2002.
21. Gangemi, A., Catenacci, C., Ciaramita, M., & Lehmann, J. Modelling Ontology Evaluation and Validation. Proceedings of the 4th International Semantic Web Conference (ISWC). Springer, 2005.
22. Hoehndorf, R., et al. The role of ontologies in biological and biomedical research: a functional perspective. *Briefings in bioinformatics*, 2015.
23. Arp, R., Smith, B., & Spear, A. D. Building Ontologies with Basic Formal Ontology. *MIT Press*, 2015.

24. Tudorache, T., Nyulas, C., & Musen, M. A. WebProtégé: A collaborative ontology editor and knowledge acquisition tool for the web. *Semantic Web*, 2013. URL: <https://webprotege.stanford.edu/> (Дата звернення: 10.10.2023).
25. Lohmann, S., Negru, S., Haag, F., Ertl, T., & Stuckenschmidt, H. WebVOWL: Web-based Visualization of Ontologies. *International Semantic Web Conference*. Springer, Cham, 2015. URL: <http://vowl.visualdataweb.org/webvowl.html> (Дата звернення: 01.09.2023).
26. Gangemi, A., Presutti, V., & Reforgiato Recupero, D. Ontology design patterns for semantic web content. *Handbook on Ontologies*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012.
27. Harris S., Seaborne A., Prud'hommeaux E. SPARQL 1.1 Query Language. *W3C*. URL: <https://www.w3.org/TR/sparql11-query> (Дата звернення: 25.10.2023).
28. Методичні вказівки до виконання економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт / Уклад. : В. О. Козловський, О. Й. Лесько, В. В. Кавецький. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 42 с.

Додаток А (обов'язковий)

**Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових
запозичень**

Назва роботи: Інформаційна технологія онтологічного моделювання бази знань з організації бібліотеки

Тип роботи: _____ магістерська кваліфікаційна робота _____
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра комп'ютерних наук, ФІІТА
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 99,65% Схожість 0,35%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи  Андріянов О.О.

Керівник роботи  Денисюк В.О.

Опис прийнятого рішення

Магістерську кваліфікаційну роботу допущено до захисту

Особа, відповідальна за перевірку  Озеранський В.С.

Додаток Б

Лістинг програми

```

@prefix : <http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/> .
@prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> .
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
@prefix xml: <http://www.w3.org/XML/1998/namespace> .
@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> .
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
@prefix swrl: <http://www.w3.org/2003/11/swrl#> .
@prefix swrla: <http://swrl.stanford.edu/ontologies/3.3/swrla.owl#> .
@prefix swrlb: <http://www.w3.org/2003/11/swrlb#> .
@base <http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/> .

<http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2>
rdf:type owl:Ontology .

#####
# Annotation properties
#####

### http://swrl.stanford.edu/ontologies/3.3/swrla.owl#isRuleEnabled
swrla:isRuleEnabled rdf:type owl:AnnotationProperty .

#####
# Object Properties
#####

### http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/author
:author rdf:type owl:ObjectProperty ;
        owl:equivalentProperty [ owl:inverseOf :wrote_books
                                   ] ;
        rdfs:subPropertyOf owl:topObjectProperty ;
        rdfs:domain :Book ;
        rdfs:range :Author .

### http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/books
:books rdf:type owl:ObjectProperty ;
        rdfs:domain :BookInfo ;
        rdfs:range :Book .

### http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/books_in_format
:books_in_format rdf:type owl:ObjectProperty ;
                 owl:inverseOf :format ;
                 rdfs:domain :Format ;
                 rdfs:range :Book .

### http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/books_in_genre
:books_in_genre rdf:type owl:ObjectProperty ;

```

```

owl:inverseOf :genre ;
rdfs:domain :Genre ;
rdfs:range :Book .

```

```

###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/books_in_language
:books_in_language rdf:type owl:ObjectProperty ;
                  owl:inverseOf :language ;
                  rdfs:domain :Language ;
                  rdfs:range :Book .

```

```

###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/catalog
:catalog rdf:type owl:ObjectProperty ;
         rdfs:subPropertyOf owl:topObjectProperty ;
         owl:inverseOf :catalog_books ;
         rdfs:domain :Book ;
         rdfs:range :Catalog .

```

```

###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/catalog_books
:catalog_books rdf:type owl:ObjectProperty ;
              rdfs:domain :Catalog ;
              rdfs:range :Book .

```

```

###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/format
:format rdf:type owl:ObjectProperty ;
        rdfs:subPropertyOf owl:topObjectProperty ;
        rdf:type owl:FunctionalProperty ;
        rdfs:domain :Book ;
        rdfs:range :Format .

```

```

###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/genre
:genre rdf:type owl:ObjectProperty ;
       rdfs:subPropertyOf owl:topObjectProperty ;
       rdfs:domain :Book ;
       rdfs:range :Genre .

```

```

###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/language
:language rdf:type owl:ObjectProperty ;
          rdfs:subPropertyOf owl:topObjectProperty ;
          rdf:type owl:FunctionalProperty ;
          rdfs:domain :Book ;
          rdfs:range :Language .

```

```

###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/published_books
:published_books rdf:type owl:ObjectProperty ;
                owl:inverseOf :publisher ;
                rdfs:domain :Publisher ;
                rdfs:range :Book .

```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/publisher
:publisher rdf:type owl:ObjectProperty ;
           rdfs:subPropertyOf owl:topObjectProperty ;
           rdf:type owl:FunctionalProperty ;
           rdfs:domain :Book ;
           rdfs:range :Publisher .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/wrote_books
:wrote_books rdf:type owl:ObjectProperty ;
            rdfs:domain :Author ;
            rdfs:range :Book .
```

```
#####
#   Data properties
#####
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/author_name
:author_name rdf:type owl:DatatypeProperty ,
              owl:FunctionalProperty ;
            rdfs:domain :Author ;
            rdfs:range xsd:string .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/format_name
:format_name rdf:type owl:DatatypeProperty ,
                  owl:FunctionalProperty ;
            rdfs:domain :Format ;
            rdfs:range xsd:string .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/genre_name
:genre_name rdf:type owl:DatatypeProperty ,
                 owl:FunctionalProperty ;
            rdfs:domain :Genre ;
            rdfs:range xsd:string .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/language_name
:language_name rdf:type owl:DatatypeProperty ,
                   owl:FunctionalProperty ;
              rdfs:domain :Language ;
              rdfs:range xsd:string .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/publication_date
:publication_date rdf:type owl:DatatypeProperty ,
                   owl:FunctionalProperty ;
                 rdfs:domain :Book ;
                 rdfs:range xsd:string .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/publisher_name
:publisher_name rdf:type owl:DatatypeProperty ,
                  owl:FunctionalProperty ;
                rdfs:domain :Publisher ;
                rdfs:range xsd:string .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/title
:title rdf:type owl:DatatypeProperty ,
          owl:FunctionalProperty ;
        rdfs:domain :Book ;
        rdfs:range xsd:string .
```

```
#####
```

```
#   Classes
```

```
#####
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Author
:Author rdf:type owl:Class ;
         rdfs:subClassOf :BookInfo ;
         owl:disjointWith :Book ,
                            :Catalog ,
                            :Format ,
                            :Genre ,
                            :Language ,
                            :Publisher .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Book
:Book rdf:type owl:Class ;
       owl:disjointWith :Catalog ,
                          :Format ,
                          :Genre ,
                          :Language ,
                          :Publisher .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/BookInfo
:BookInfo rdf:type owl:Class .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Catalog
:Catalog rdf:type owl:Class ;
          owl:disjointWith :Format ,
                              :Genre ,
                              :Language ,
                              :Publisher .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/FictionBook
:FictionBook rdf:type owl:Class ;
             rdfs:subClassOf :Book ;
             owl:disjointWith :NonFictionBook .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Format
:Format rdf:type owl:Class ;
      rdfs:subClassOf :BookInfo ;
      owl:disjointWith :Genre ,
                        :Language ,
                        :Publisher .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Genre
:Genre rdf:type owl:Class ;
      rdfs:subClassOf :BookInfo ;
      owl:disjointWith :Language ,
                        :Publisher .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/HinduScripture
:HinduScripture rdf:type owl:Class ;
      rdfs:subClassOf :Book .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Language
:Language rdf:type owl:Class ;
      rdfs:subClassOf :BookInfo ;
      owl:disjointWith :Publisher .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/NonFictionBook
:NonFictionBook rdf:type owl:Class ;
      rdfs:subClassOf :Book .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/PhilosophyBook
:PhilosophyBook rdf:type owl:Class ;
      rdfs:subClassOf :Book .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Publisher
:Publisher rdf:type owl:Class ;
      rdfs:subClassOf :BookInfo .
```

```
#####
#   Individuals
#####
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2#21_Lessons_for_the_21st_Century
<http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2#21_Lessons_for_the_21st_Century> rdf:type owl:NamedIndividual ,
:NonFictionBook ;
:author :Yuval_Noah_Harari ;
```

:format :HardcoverBook ;

:genre :Philosophy ;

:language :Ukrainian ;

:publisher :BOOKCHEF ;

:title "21 урок для 21 століття" .

http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/AST

:AST rdf:type owl:NamedIndividual ,

:Publisher ;

:publisher_name "ACT" .

http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/A_C_Bhaktivedanta_Swami_Prabhupada

:A_C_Bhaktivedanta_Swami_Prabhupada rdf:type owl:NamedIndividual ,

:Author .

http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/A_Mind_for_Numbers

:A_Mind_for_Numbers rdf:type owl:NamedIndividual ,

:NonFictionBook ;

:author :Barbara_Oakley ;

:format :HardcoverBook ;

:genre :Personal_development ,

:Psychology ,

:Science ;

:language :Ukrainian ;

:publisher :Nash_Format .

http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/A_Separate_Reality

:A_Separate_Reality rdf:type owl:NamedIndividual ,

:FictionBook ,

:NonFictionBook ;

:author :Carlos_Castaneda ;

:format :Ebook ;

:genre :Anthropology ,

:Esoterics ,

:Ethnography ,

:Shamanism ;

:language :Russian ;

:publisher :PublisherA ;

:title "Отдельная реальность" .

http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Also_sprach_Zarathustra

:Also_sprach_Zarathustra rdf:type owl:NamedIndividual ,

:PhilosophyBook ;

:author :Friedrich_Nietzsche ;

:format :PaperbackBook ;

:genre :Philosophy ;

:language :Ukrainian ;

```

:publisher :Bohdan ;
:title "Also sprach Zarathustra" .

```

```

###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/Animal_Farm
:Animal_Farm rdf:type owl:NamedIndividual ,
              :FictionBook ;
              :author :George_Orwell ;
              :format :PaperbackBook ;
              :genre :Romance ;
              :language :English ;
              :publisher :Vintage ;
              :title "Колгосп тварин" .

```

```

###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/Anthropology
:Anthropology rdf:type owl:NamedIndividual ,
                :Genre .

```

```

###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/BOOKCHEF
:BOOKCHEF rdf:type owl:NamedIndividual ,
            :Publisher .

```

```

###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/Barbara_Oakley
:Barbara_Oakley rdf:type owl:NamedIndividual ,
                 :Author .

```

```

###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/Bhagavad_Gita
:Bhagavad_Gita rdf:type owl:NamedIndividual ,
                :HinduScripture ;
                :author :A_C_Bhaktivedanta_Swami_Prabhupada ;
                :format :HardcoverBook ;
                :language :Sanskrit ;
                :publisher :The_Bhaktivedanta_Book_Trust ;
                :publication_date "1968" ;
                :title "Bhagavad-gītā As It Is" .

```

```

###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/Bohdan
:Bohdan rdf:type owl:NamedIndividual ,
         :Publisher ;
         :publisher_name "Bohdan" .

```

```

###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/Carlos_Castaneda
:Carlos_Castaneda rdf:type owl:NamedIndividual ,
                  :Author .

```

```

###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/Daniel_Kahneman
:Daniel_Kahneman rdf:type owl:NamedIndividual ,

```


:Author .

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Daniel_Keyes
:Daniel_Keyes rdf:type owl:NamedIndividual ,
                :Author .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Ebook
:Ebook rdf:type owl:NamedIndividual ,
         :Format .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/English
:English rdf:type owl:NamedIndividual ,
          :Language .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/English_Books
:English_Books rdf:type owl:NamedIndividual ,
                :Catalog .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Esoterics
:Esoterics rdf:type owl:NamedIndividual ,
            :Genre .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Ethnography
:Ethnography rdf:type owl:NamedIndividual ,
              :Genre .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Flow
:Flow rdf:type owl:NamedIndividual ,
        :NonFictionBook ;
       :author :Mihaly_Csikszentmihalyi ;
       :format :PaperbackBook ;
       :genre :Psychology ,
              :Self_help ;
       :language :Russian ;
       :publisher :Harper_Perennial ;
       :title "Flow: The Psychology of Optimal Experience" .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Friedrich_Nietzsche
:Friedrich_Nietzsche rdf:type owl:NamedIndividual ,
                     :Author .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/George_Orwell
:George_Orwell rdf:type owl:NamedIndividual ,
                :Author ;
```

:author_name "Джордж Орвел" .

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/HardcoverBook
:HardcoverBook rdf:type owl:NamedIndividual ,
                :Format .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Harper_Perennial
:Harper_Perennial rdf:type owl:NamedIndividual ,
                  :Publisher ;
                  :publisher_name "Harper Perennial" .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/History
:History rdf:type owl:NamedIndividual ,
          :Genre .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Homo_Deus
:Homo_Deus rdf:type owl:NamedIndividual ,
            :NonFictionBook ;
            :author :Yuval_Noah_Harari ;
            :format :HardcoverBook ;
            :genre :Anthropology ,
                  :History ,
                  :Philosophy ,
                  :Science ;
            :language :Ukrainian ;
            :publisher :BOOKCHEF ;
            :title "Номо Deus. За лаштунками майбутнього" .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Journey_to_Ixtlan
:Journey_to_Ixtlan rdf:type owl:NamedIndividual ,
                   :FictionBook ;
                   :author :Carlos_Castaneda ;
                   :format :PaperbackBook ;
                   :genre :Esoterics ;
                   :language :Ukrainian ;
                   :publisher :Terra_Incognita ;
                   :publication_date "2019-01-01T00:00:00" ;
                   :title "Подорож в Ікстлан" .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/KSD
:KSD rdf:type owl:NamedIndividual ,
      :Publisher ;
      :publisher_name "KSD" .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Knyholav
:Knyholav rdf:type owl:NamedIndividual ,
           :Publisher ;
           :publisher_name "Книголав" .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/Krajina_Mriy
:Krajina_Mriy rdf:type owl:NamedIndividual ,
              :Publisher ;
              :publisher_name "Країна Мрій" .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/Mans_Search_for_Meaning
:Mans_Search_for_Meaning rdf:type owl:NamedIndividual ,
                          :NonFictionBook ;
                          :author :Viktor_Frankl ;
                          :format :HardcoverBook ;
                          :genre :Philosophy ,
                                :Psychology ;
                          :language :Ukrainian ;
                          :publisher :Krajina_Mriy .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/Mihaly_Csikszentmihalyi
:Mihaly_Csikszentmihalyi rdf:type owl:NamedIndividual ,
                          :Author .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/Nash_Format
:Nash_Format rdf:type owl:NamedIndividual ,
              :Publisher ;
              :publisher_name "Наш формат" .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/PaperbackBook
:PaperbackBook rdf:type owl:NamedIndividual ,
                 :Format .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/Personal_development
:Personal_development rdf:type owl:NamedIndividual ,
                       :Genre .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/Philosophy
:Philosophy rdf:type owl:NamedIndividual ,
             :Genre .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/Psychology
:Psychology rdf:type owl:NamedIndividual ,
            :Genre .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/PublisherA
:PublisherA rdf:type owl:NamedIndividual ,
            :Publisher ;
```

:publisher_name "Bohdan" .

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Romance
:Romance rdf:type owl:NamedIndividual ,
          :Genre .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Russian
:Russian rdf:type owl:NamedIndividual ,
          :Language .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Sanskrit
:Sanskrit rdf:type owl:NamedIndividual ,
          :Language .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Sapiens
:Sapiens rdf:type owl:NamedIndividual ,
          :NonFictionBook ;
:author :Yuval_Noah_Harari ;
:format :HardcoverBook ;
:genre :Anthropology ,
       :History ,
       :Science ;
:language :Ukrainian ;
:publisher :BOOKCHEF ;
:title "Sapiens. Людина Розумна" .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Science
:Science rdf:type owl:NamedIndividual ,
          :Genre .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Self_help
:Self_help rdf:type owl:NamedIndividual ,
          :Genre .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Shamanism
:Shamanism rdf:type owl:NamedIndividual ,
          :Genre .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Spartak_Subbota
:Spartak_Subbota rdf:type owl:NamedIndividual ,
                 :Author ;
:author_name "Спартак Суббота" .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Tales_of_Power
```

```
:Tales_of_Power rdf:type owl:NamedIndividual ,
                :FictionBook ;
:author :Carlos_Castaneda ;
:format :Ebook ;
:genre :Anthropology ,
       :Esoterics ,
       :Ethnography ,
       :Shamanism ;
:language :Russian ;
:publisher :PublisherA ;
:title "Сказания о Силе" .
```

```
### http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Teachings_of_Don_Juan
```

```
:Teachings_of_Don_Juan rdf:type owl:NamedIndividual ,
                        :FictionBook ;
:author :Carlos_Castaneda ;
:format :Ebook ;
:genre :Anthropology ,
       :Esoterics ,
       :Ethnography ,
       :Shamanism ;
:language :Russian ;
:publisher :PublisherA ;
:title "Учения Дона Хуана: Путь знания якути" .
```

```
### http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Terra_Incognita
```

```
:Terra_Incognita rdf:type owl:NamedIndividual ,
                  :Publisher ;
:publisher_name "Terra Incognita" .
```

```
### http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/The_Bhaktivedanta_Book_Trust
```

```
:The_Bhaktivedanta_Book_Trust rdf:type owl:NamedIndividual ,
                                :Publisher ;
:publisher_name "The Bhaktivedanta Book Trust" .
```

```
### http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/The_Milligan_Wars
```

```
:The_Milligan_Wars rdf:type owl:NamedIndividual ,
                    :NonFictionBook ;
:author :Daniel_Keyes ;
:format :PaperbackBook ;
:genre :Psychology ,
       :True_crime ;
:language :Ukrainian ;
:publisher :KSD ;
:title "Війни Міллігана" .
```

```
### http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Thinking_Fast_and_Slow
```

```
:Thinking_Fast_and_Slow rdf:type owl:NamedIndividual ,
                          :NonFictionBook ;
:author :Daniel_Kahneman ;
:format :HardcoverBook ;
:genre :Psychology ,
```

```

        :Science ;
        :language :Russian ;
        :publisher :AST ;
        :title "Думай медленно... Решай быстро" .

```

```

###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/True_crime
:True_crime rdf:type owl:NamedIndividual ,
           :Genre .

```

```

###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/Ukrainian
:Ukrainian rdf:type owl:NamedIndividual ,
           :Language .

```

```

###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/Ukrainian_Books
:Ukrainian_Books rdf:type owl:NamedIndividual ,
           :Catalog .

```

```

###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/Ukrainian_NonFiction
:Ukrainian_NonFiction rdf:type owl:NamedIndividual ,
           :Catalog .

```

```

###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/Vihola
:Vihola rdf:type owl:NamedIndividual ,
           :Publisher .

```

```

###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/Viktor_Frankl
:Viktor_Frankl rdf:type owl:NamedIndividual ,
           :Author .

```

```

###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/Vintage
:Vintage rdf:type owl:NamedIndividual ,
           :Publisher ;
           :publisher_name "Vintage" .

```

```

###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/Yaroslav_Hrytsak
:Yaroslav_Hrytsak rdf:type owl:NamedIndividual ,
           :Author .

```

```

###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-
ontology-2/Yuval_Noah_Harari
:Yuval_Noah_Harari rdf:type owl:NamedIndividual ,
           :Author ;
           :author_name "Ювал Ной Харари" .

```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Подолати_минуле
:Подолати_минуле rdf:type owl:NamedIndividual ,
                  :NonFictionBook ;
                  :author :Yaroslav_Hrytsak ;
                  :format :PaperbackBook ;
                  :genre :History ;
                  :language :Ukrainian ;
                  :publisher :Knyholav .
```

```
###      http://www.semanticweb.org/oleksandr_andriianov/ontologies/2023/3/untitled-ontology-2/Припини_це
:Припини_це rdf:type owl:NamedIndividual ,
             :NonFictionBook ;
             :author :Spartak_Subbota ;
             :format :PaperbackBook ;
             :genre :Psychology ;
             :language :Ukrainian ;
             :publisher :Vihola ;
             :title "Припини це. Як розпізнати насильство та протидіяти йому" .
```

```
#####
# Rules
#####
```

```
:book rdf:type swrl:Variable .
```

```
[ swrla:isEnabled "true"^^xsd:boolean ;
  rdfs:comment "" ;
  rdfs:label "Ukrainian_NonFiction" ;
  rdf:type swrl:Imp ;
  swrl:body [ rdf:type swrl:AtomList ;
              rdf:first [ rdf:type swrl:ClassAtom ;
                          swrl:classPredicate :NonFictionBook ;
                          swrl:argument1 :book
                        ] ;
              rdf:rest [ rdf:type swrl:AtomList ;
                        rdf:first [ rdf:type swrl:IndividualPropertyAtom ;
                                    swrl:propertyPredicate :language ;
                                    swrl:argument1 :book ;
                                    swrl:argument2 :Ukrainian
                                  ] ;
                        rdf:rest rdf:nil
                      ]
            ] ;
  swrl:head [ rdf:type swrl:AtomList ;
              rdf:first [ rdf:type swrl:IndividualPropertyAtom ;
                          swrl:propertyPredicate :catalog ;
                          swrl:argument1 :book ;
                          swrl:argument2 :Ukrainian_NonFiction
                        ] ;
              rdf:rest rdf:nil
            ]
  ] .
```

```
[ swrla:isEnabled "true"^^xsd:boolean ;
  rdfs:comment "" ;
  rdfs:label "EnglishBook" ;
  rdf:type swrl:Imp ;
  swrl:body [ rdf:type swrl:AtomList ;
```

```

    rdf:first [ rdf:type swrl:ClassAtom ;
                swrl:classPredicate :Book ;
                swrl:argument1 :book
              ] ;
    rdf:rest [ rdf:type swrl:AtomList ;
              rdf:first [ rdf:type swrl:IndividualPropertyAtom ;
                          swrl:propertyPredicate :language ;
                          swrl:argument1 :book ;
                          swrl:argument2 :English
                        ] ;
              rdf:rest rdf:nil
            ]
  ] ;
  swrl:head [ rdf:type swrl:AtomList ;
             rdf:first [ rdf:type swrl:IndividualPropertyAtom ;
                         swrl:propertyPredicate :catalog ;
                         swrl:argument1 :book ;
                         swrl:argument2 :English_Books
                       ] ;
             rdf:rest rdf:nil
           ]
] .

```

```


[ swrla:isEnabled "true"^^xsd:boolean ;
  rdfs:comment "" ;
  rdfs:label "UkrainianBook" ;
  rdf:type swrl:Imp ;
  swrl:body [ rdf:type swrl:AtomList ;
             rdf:first [ rdf:type swrl:ClassAtom ;
                         swrl:classPredicate :Book ;
                         swrl:argument1 :book
                       ] ;
             rdf:rest [ rdf:type swrl:AtomList ;
                       rdf:first [ rdf:type swrl:IndividualPropertyAtom ;
                                   swrl:propertyPredicate :language ;
                                   swrl:argument1 :book ;
                                   swrl:argument2 :Ukrainian
                                 ] ;
                       rdf:rest rdf:nil
                     ]
           ] ;
  swrl:head [ rdf:type swrl:AtomList ;
             rdf:first [ rdf:type swrl:IndividualPropertyAtom ;
                         swrl:propertyPredicate :catalog ;
                         swrl:argument1 :book ;
                         swrl:argument2 :Ukrainian_Books
                       ] ;
             rdf:rest rdf:nil
           ]
] .

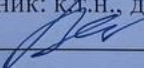
```


Додаток В (обов'язковий)
Ілюстративна частина

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОНТОЛОГІЧНОГО
МОДЕЛЮВАННЯ БАЗИ ЗНАНЬ З ОРГАНІЗАЦІЇ БІБЛІОТЕКИ

Виконав: студент 2-го курсу,
групи 2КН-22м
спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

 Андріанов О.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент каф. КН
 Денисюк В.О.
(прізвище та ініціали)

« 07 » 12 2023 р.

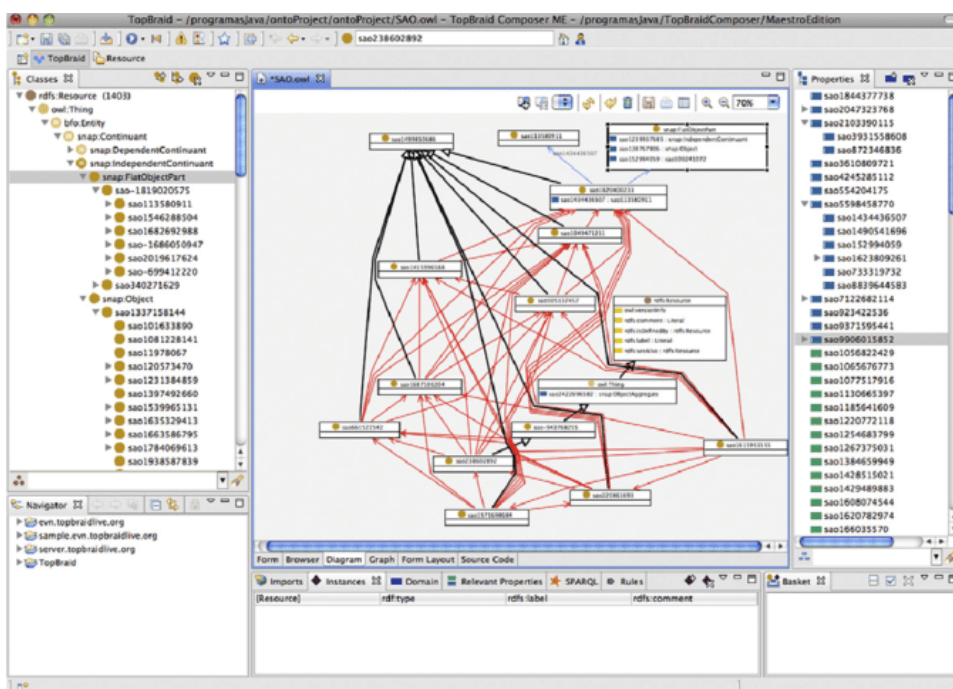


Рисунок В.1 – Графічний користувацький інтерфейс TopBraid Composer

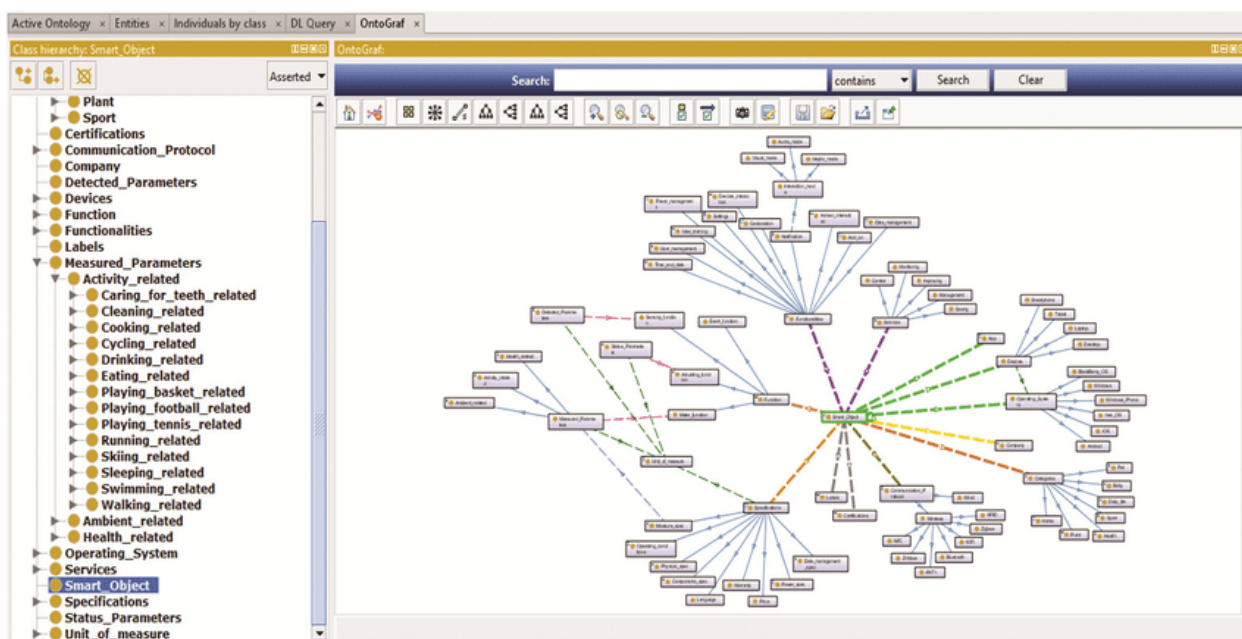


Рисунок В.2 – Графічний користувацький інтерфейс Protégé

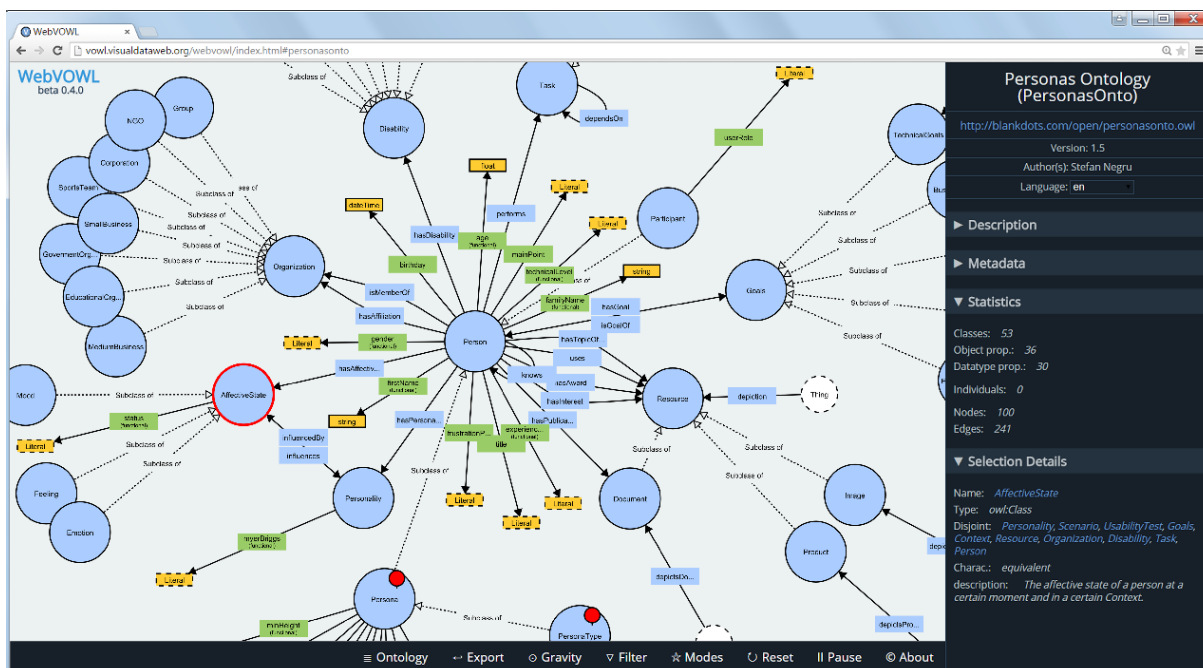


Рисунок В.3 – Графічний користувацький інтерфейс WebVOWL

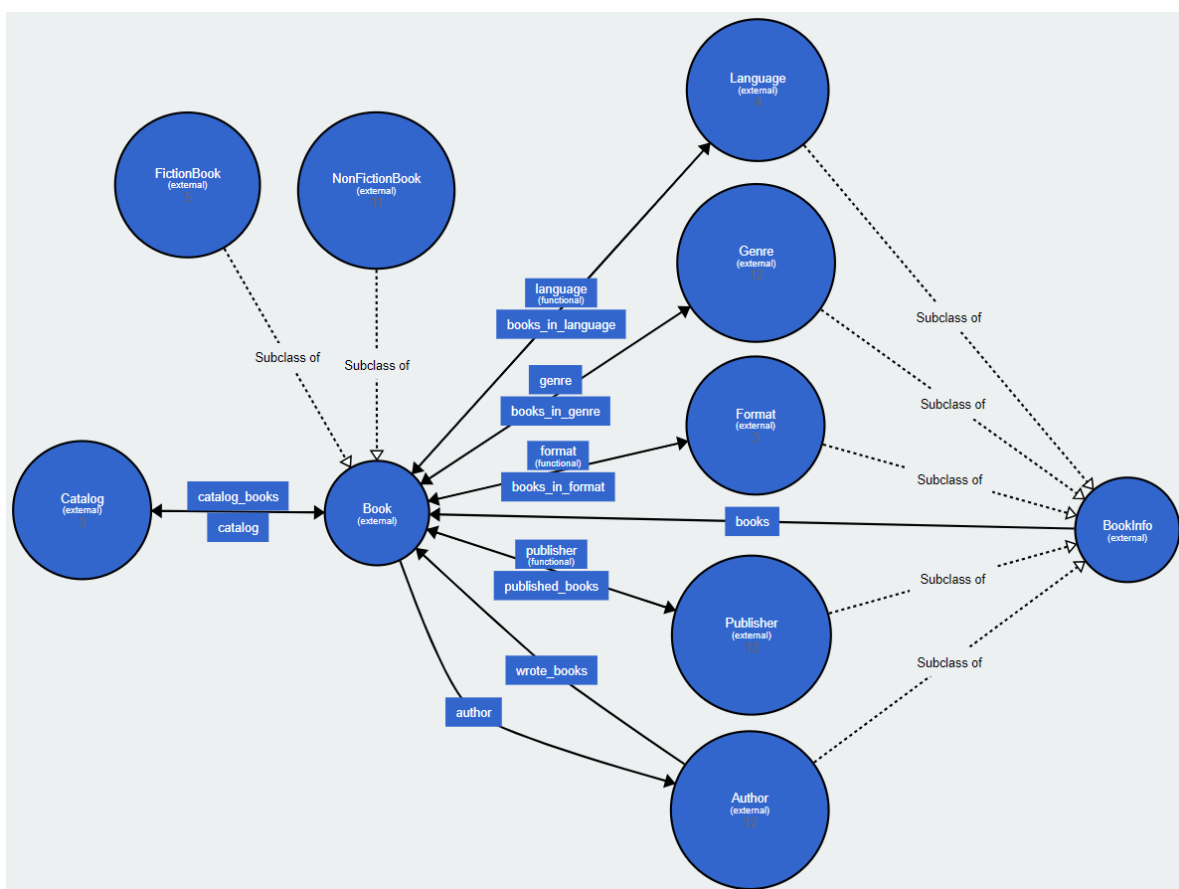


Рисунок В.4 – Граф онтології

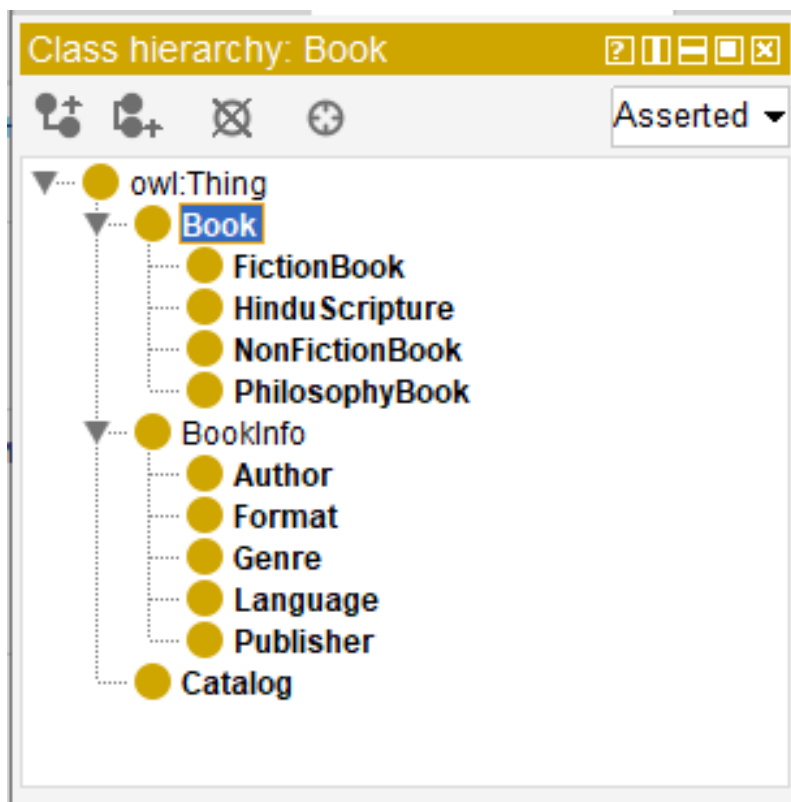


Рисунок В.5 – Класи у Protégé

Object property hierarchy: author

- owl:topObjectProperty
 - author
 - books_in_format
 - books_in_genre
 - books_in_language
 - catalog
 - catalog_books
 - format
 - genre
 - language
 - published_books
 - publisher
 - wrote_books

Char: author

Description: author

- Equivalent To
- SubProperty Of
 - owl:topObjectProperty
- Inverse Of
 - wrote_books
- Domains (Intersection)
 - Book
- Ranges (Intersection)
 - Author
- Disjoint With
- SuperProperty Of (Chain)

Рисунок В.6 – Приклад, властивостей інверсованих одна від одної

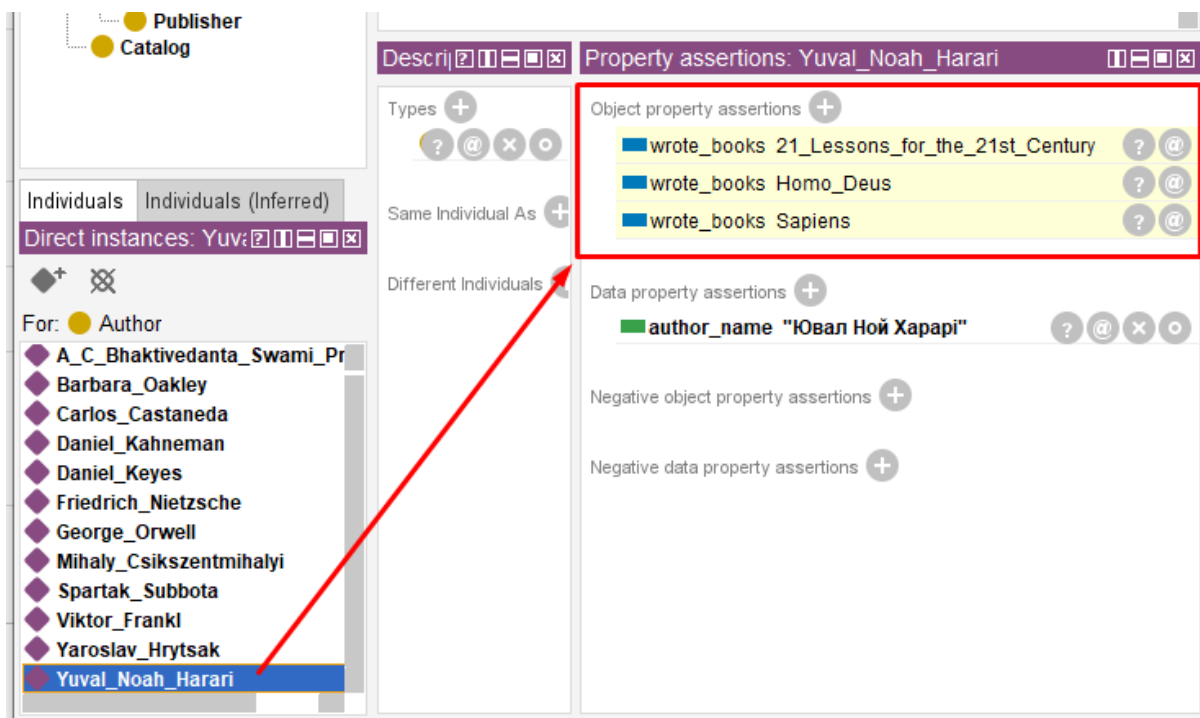


Рисунок В.7 – Приклад автоматичного додавання книжки до списку книжок автора

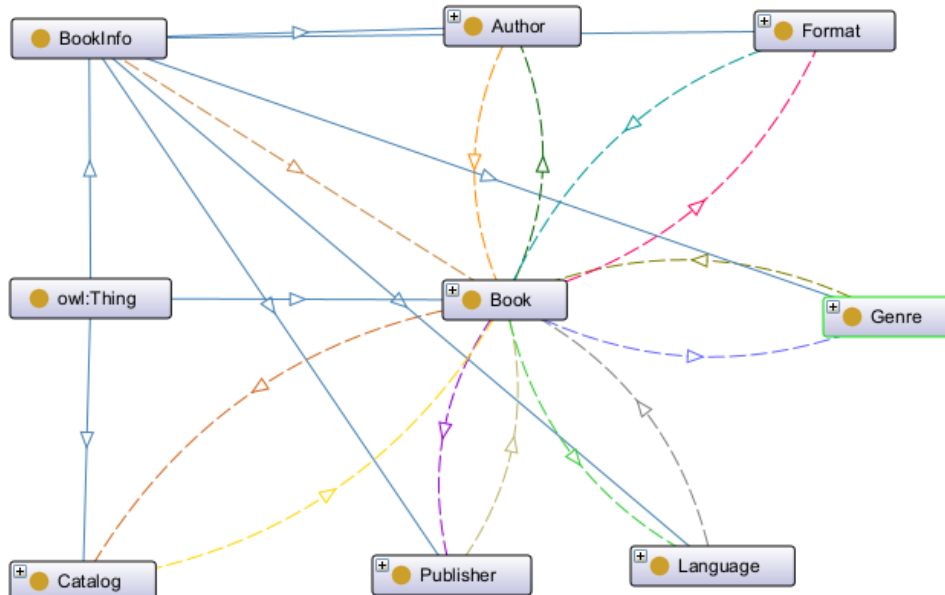


Рисунок В.8 – Граф онтології

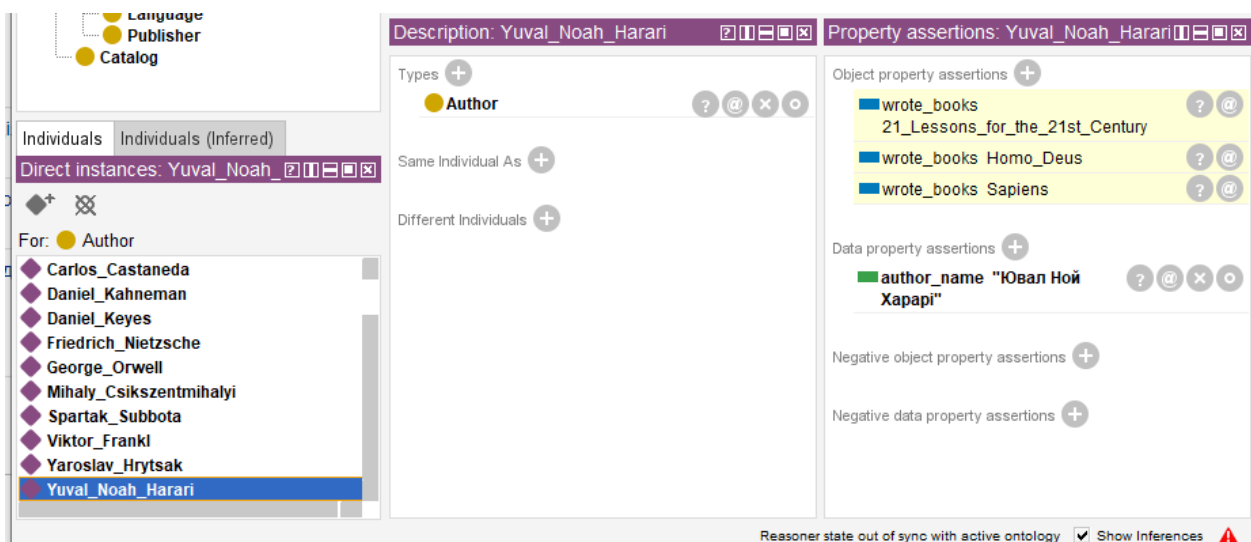


Рисунок В.9 – Автоматично додані інверсні властивості

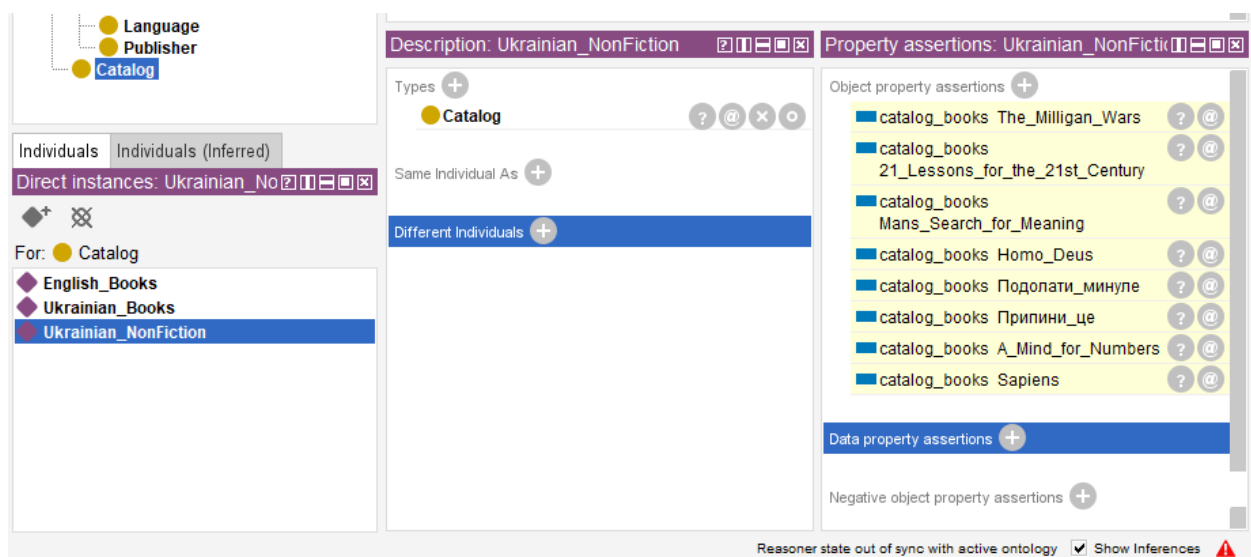


Рисунок В.10 – Автоматично додані книги за допомогою правила

**Додаток Г (Довідниковий)
Акт впровадження**

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "УКРТЕПЛО ГРУП"

21000, Україна, Вінницька область, м. Вінниця, вул. 600-річчя, 17 В,
IBAN 73 325365 000002600901750952, в ПАТ "КРЕДОБАНК",
Код ЄДРПОУ 40523572

Затверджую
директор
ТОВ "УКРТЕПЛО ГРУП"
Петренко Денис Вікторович

25 листопада 2023 р.

АКТ

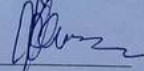
впровадження результатів магістерської кваліфікаційної роботи
Андріянова Олександра Олександровича на тему:
«Інформаційна технологія онтологічного моделювання бази знань
з організації бібліотеки»

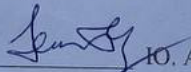
Комісія у складі директора Д. В. Петренка, заступника директора з питань обліку готової продукції С. С. Кісельова та заступника директора з питань бухгалтерського обліку ТОВ "УКРТЕПЛО ГРУП" Ю. А. Іваненка вирішила: розроблене О. О. Андріяновим програмне, алгоритмічне та математичне забезпечення може бути прийнято для використання при виконанні робіт, що пов'язані з обробкою, систематизацією та каталогізацією інформації, яка пов'язана з діяльністю ТОВ "УКРТЕПЛО ГРУП".

Таким чином, актуальність та практична цінність роботи О. О. Андріянова не викликає сумнівів. Наукова новизна запропонованих та розроблених моделей та алгоритмів онтологічного моделювання бази знань з організації бібліотеки також можна визнати достатньо високою, оскільки ні в сучасній літературі, ні в відомих математичних та програмних системах обчислень немає готових засобів для розв'язання таких задач.

Голова комісії:
директор  Д. В. Петренко.

Члени комісії:

заступник директора
з питань обліку готової продукції  С. С. Кісельов,

заступник директора
з питань бухгалтерського обліку  Ю. А. Іваненко