

УДК 004:78.08

О.В. Сілагін, Є.О. Сілагін, В.О. Денисюк, А.В. Денисюк

## РОЗРОБКА ОНТОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ БАЗИ ЗНАНЬ «БІБЛІОТЕКА» НА БАЗІ СЕРЕДОВИЩА PROTÉGÉ

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

**Анотація.** Сучасний розвиток суспільства, підвищення ступеня і темпів інтеграції досягнень інформаційних технологій у сферу життєдіяльності людини традиційні підходи до побудови інформаційних систем перестають бути ефективними або стають надто громіздкими. Розробка та використання систем, заснованих на знаннях є одним із шляхів вирішення цієї проблеми. Матеріал роботи присвячено онтологічному моделюванню нової предметної галузі «Бібліотека». Онтологія розглядається в контексті обміну знаннями. Створена онтологічна модель бази знань «Бібліотека» є досить сучасною та актуальною на сьогодні. Розроблена онтологічна модель бази знань у цій галузі може бути реалізована на тематичних веб-ресурсах і значно полегшить семантичний пошук інформації в межах предметної області у порівнянні з існуючими. Термінологічний словник із цієї предметної галузі визначається за допомогою поняття терміносистеми. Здійснено аналіз можливостей середовища розробки онтологій Protégé для моделювання конкретної предметної області «Бібліотека». Обрано базовий принцип моделювання онтологій у вигляді семантичної мережі. Запропонована мережа має можливість розширити та поглибити знання про предметну сферу «Бібліотека». Використання середовища Protégé для реалізації онтологічної моделі бази знань дозволило використати переваги та особливості створеної моделі «Бібліотека», як: структурованість, повнота, рефлексивність, функціональність, транзитивність, достовірність та узгодженість інформації. Обрано та використано критерій оцінки коректності онтологічної моделі бази знань. Проведено тестування розробленої онтологічної бази знань і підтверджено досить високий рівень її коректності в процесі інформаційного пошуку. Середній показник (Average) за метрикою SUM, визначений для всіх користувачів, дорівнює 83,25%, що є прийнятним показником онтологічної бази знань. При використанні класичної реляційної моделі організації бази даних для реалізації бази даних «Бібліотека», середня метрика SUM для 10 користувачів становить 75,26%. Розглянуто приклад розробленої онтології в Protégé, наведено графічне зображення базового графу онтологічної моделі бази знань «Бібліотека», модель включає 10 класів і підкласів, для кожного класу і підкласу визначено 2 властивості-відносини та до 10 властивостей-даних, наведено приклад класів онтологічної моделі «Бібліотека», наведено приклад «властивості-відносини» онтологічної моделі «Бібліотека», наведено приклад «властивості-дані» онтологічної моделі «Бібліотека». Визначено можливі напрями подальшого розвитку онтологічної моделі «Бібліотека».

**Ключові слова:** онтологічна модель, бібліотека, семантичний пошук, база даних, Protégé.

**Abstract.** Modern development of society, increasing the degree and pace of integration of information technology achievements into the sphere of human life, traditional approaches to the construction of information systems cease to be effective or become too cumbersome. The development and use of knowledge-based systems is one way to solve this problem. The material of the work is devoted to the ontological modeling of the new subject area «Library». Ontology is considered in the context of knowledge sharing. The created ontological model of the «Library» knowledge base is quite modern and relevant today. The developed ontological model of the knowledge base in this field can be implemented on thematic web resources and will significantly facilitate the semantic search of information within the subject area in comparison with the existing ones. The terminological dictionary of this subject area is defined using the term system. An analysis of the capabilities of the Protégé ontology development environment for modeling the specific subject area «Library» was carried out. The basic principle of ontology modeling in the form of a semantic network was chosen. The proposed network has the opportunity to expand and deepen knowledge about the subject area «Library». Using the Protégé environment for the implementation of the ontological model of the knowledge base made it possible to use the advantages and features of the created «Library» model, such as: structuredness, completeness, reflexivity, functionality, transitivity, reliability and consistency of information. The criterion for assessing the correctness of the ontological model of the knowledge base was selected and used. Testing of the developed ontological knowledge base was conducted and a fairly high level of its correctness in the process of information search was confirmed. The average indicator (Average) according to the SUM metric, determined for all users, is equal to 83.25%, which is an acceptable indicator of the ontological knowledge base. When using the classic relational model of database organization to implement the «Library» database, the average SUM metric for 10 users is 75.26%. An example of the developed ontology in Protégé is considered, a graphical representation of the basic graph of the ontological model of the «Library» knowledge base is given, the model includes 10 classes and subclasses, 2 properties-relations and up to 10 properties-data are defined for each class and subclass, an example of the classes of the ontological model is given «Library», an example of the "property-relations" of the ontological model «Library» is given, an example of the "property-data" of the ontological model «Library» is given. Possible directions of further development of the ontological model «Library» have been determined.

**Keywords:** ontological model, library, semantic search, database, Protégé.

**DOI:** <https://doi.org/10.31649/1999-9941-2023-58-3-12-21>.

### Вступ

Розвиток сучасних інформаційних систем, що засновані на знаннях, зумовлюють та підтримуються сучасним науково-технічним процесом. Отже, важливим чинником стає підвищення продуктивності інформаційних систем. Одним із перспективним та актуальним напрямків розв'язку цієї задачі є розробка онтологічних інформаційних систем на основі баз знань. Об'єктом дослідження є розробка онтологічної системи, що базуються на знаннях.

### Актуальність

Тематика статті присвячена створенню онтологічної моделі бази знань «Бібліотека», яка є доволі актуальною на сьогоднішній день. Розроблена онтологічна модель бази знань цього напрямку має та може бути впроваджена на тематичних веб-ресурсах і значно полегшувати семантичний пошук інформації в межах предметної області. Дана тематика також чудово використовується для проведення дослідження можливостей редактору онтологій Protégé. Розробка онтологічної моделі бази знань

«Бібліотека» на базі середовища Protégé дозволяє провести дослідження можливостей редактору онтологій, зробити висновки про доцільність розширення функціональності середовища проектування або встановлення додаткових плагінів у майбутньому в разі необхідності

### Мета дослідження

Метою дослідження є збільшення повноти та коректності семантичного пошуку інформації користувачами за рахунок створення нової онтологічної моделі бази знань "бібліотека" на базі середовища Protégé. Зазначена мета досягається створенням нової онтологічної моделі бази знань з виконанням таких основних завдань дослідження: дослідити предметну область для створення онтологічної моделі бази знань; створити базову графічну модель семантичної мережі; реалізувати онтологічну модель бази знань сучасними програмними засобами; провести тестування коректності пошуку інформації в реалізованій онтологічній базі знань; розглянути можливості розширення та перспективи розвитку онтологічної моделі бази знань.

Матеріали та методи дослідження. На початку розробки онтологічної моделі бази знань «Бібліотека» на базі середовища Protégé необхідно побудувати термінологічний словник для предметної області «Бібліотека». Наступним етапом створення онтологічної моделі бази знань «Бібліотека» є створення базової графічної моделі семантичної мережі у вигляді фрагменту семантичної мережі. Необхідним етапом побудови онтологічної моделі «Бібліотека» є наступний крок, а саме її реалізація засобами сучасного програмного забезпечення - засобами Protégé (вільний, відкритий редактор онтологій і фреймворк для побудови бази знань); також на цьому етапі треба зафіксувати ключові концепти і терми, закодувати їх. Завершальний етап присвячено проведенню тестування коректності пошуку інформації в реалізованій засобами Protégé онтологічній базі знань та оцінці коректності пошуку за допомогою метрики Single Usability Metrics (єдиний юзабіліті-показник, який об'єднує стандартизовані показники продуктивності, ефективності та відповідної задовільності використання в єдину оцінку).

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Онтологія у комп'ютерній лінгвістиці визначається як «специфікація концептуалізації» (Том Грубер, 1992р.) [1, 2]. Розглядається онтологія у контексті обміну знаннями. Таким чином, можна визначити онтологію як опис (формальна специфікація програми) відносин і концепцій, які можуть існувати для агента або множини (спільноти) агентів. Таке поняття відповідає використанню онтології як набору визначень концепцій та є більш загальним. Завдання онтології полягає у забезпеченні обміну знаннями та їх повторного використання. Отже онтологія - це специфікація, яка використовується для прийняття онтологічних зобов'язань, набір визначень формальної лексики. Це не єдиний спосіб задати концептуалізацію, він має деякі позитивні властивості для обміну знаннями між програмним забезпеченням (наприклад, семантика, незалежна від читача та контексту). Практично, онтологічне зобов'язання - це угода використовувати словниковий запас (тобто ставити запити та робити твердження) у спосіб, який є послідовним (але не повним) щодо теорії онтології.

Множина формально представлених знань базується на концептуалізації: об'єкти, концепції та інші сутності, які, як передбачається, існують у певній області інтересу, і відносини, які існують між ними. Концептуалізація становить собою спрощений, абстрактний погляд на реальний об'єкт, який представляється з метою використання. Кожній системі, заснованій на знаннях, базі знань або агенту на рівні знань властива відповідна явна чи неявна концептуалізація.

Під поняттям «онтологія» розуміють явну специфікацію концептуалізації. Для систем штучного інтелекту «існує те, що можна представити». Коли знання про предметну область представлено в декларативному формалізмі, набір об'єктів, які можуть бути представлені, називається всесвітом дискурсу. Саме такий набір об'єктів і зв'язки між ними, які можна описати, відображаються в репрезентативному словнику, за допомогою якого програма, заснована на знаннях, представляє знання. Отже, у контексті штучного інтелекту можливо описати онтологію програми, визначивши набір репрезентативних термінів. У такій онтології визначення пов'язують назви сутностей у всесвіті дискурсу (наприклад, класи, відносини, функції чи інші об'єкти) із зрозумілим для людини текстом, який описує, що означають назви, та формальними аксіомами, які обмежують інтерпретацію та добре сформоване використання цих термінів. Формально онтологія - це твердження логічної теорії.[1]. Загальні онтології використовуються для опису онтологічних зобов'язань для набору агентів, щоб вони могли спілкуватися про область дискурсу, причому, не обов'язково оперуючи глобальною теорією. Якщо спостережувані дії агента узгоджуються з визначеннями в онтології, тоді агент може використовувати онтологію. Ідея онтологічних зобов'язань заснована на знаннях перспективних рівнів. Цілком слушно визначити рівень знань рівнем опису знань агента, який не залежить від представлення на рівні символів, який використовується всередині агента. Знання приписують агентам шляхом спостереження за їхніми діями; агент щось «знає», якщо він діє так, ніби володіє інформацією, і діє раціонально для досягнення своїх

цілей. Такі «дії» агентів (також сервери баз знань і системи, засновані на знаннях) можна побачити через функціональний інтерфейс «скажи та запитай», яким клієнт взаємодіє з агентом, подає запити (запитує) та формулює логічні твердження (розповідає).

Загальна онтологія визначає словниковий запас, за допомогою якого агенти обмінюються запитом та твердженнями. Онтологічні зобов'язання - це домовленості щодо використання спільного словникового запасу узгодженим і послідовним чином. Агенти, які мають спільний словниковий запас, не повинні спільно використовувати базу знань; кожен знає те, чого не знає інший, і агент, який займається онтологією, не зобов'язаний відповідати на всі запити, які можуть бути сформульовані в спільному словнику. Прихильність до загальної онтології є гарантією узгодженості, але не повноти щодо запитів і тверджень, що використовують словниковий запас, який визначений в онтології. Онтології часто ототожнюють з таксономічними ієрархіями класів, але визначенням класів і відношенням підрахунку, але онтології не обов'язково обмежуються цими формами. Онтології також не обмежуються консервативними визначеннями, тобто визначеннями в традиційному логічному розумінні, які лише вводять термінологію і не додають жодних знань про світ. Щоб визначити концептуалізацію, необхідно сформулювати аксіоми, які обмежують можливі інтерпретації визначених термінів.

Відомі такі розширені визначення онтології за Губертом: експліцитна специфікація концептуалізації, де як концептуалізація виступає опис безлічі об'єктів предметної області та зв'язків між ними; формальна специфікація концептуалізації, що розділяється, яка має місце в деякому контексті предметної області; база знань, що описує факти, які передбачаються завжди істинними в рамках певного суспільства на основі загальноприйнятого сенсу словника, що використовується; знання, формально представлені на основі концептуалізації (формально онтологія складається з термінів, організованих у таксономію, їх визначень та атрибутів, а також пов'язаних з ними аксіом та правил виведення).

Поняття онтології знань набуло важливого практичного значення останнім часом у сферах штучного інтелекту, управління знаннями та розробки складних спеціалізованих інформаційних ресурсів. Для спеціалістів з різних сфер є необхідним структурування знань у межах предметної області їх дослідження. Детальна формалізація знань має на меті побудову концептуальної схеми предметної області. Така схема будується на основі двох базових термінів, а саме набору понять та інформації про дані поняття [1,2]. Більшість сучасних автоматизованих систем успішно реалізується побудовою детальних карт набору понять. Більш складним завданням є правильна подача усієї можливої інформації про поняття. Властивості об'єктів, відношення між ними, обмеження усіх відомих видів (з урахуванням типу даних та обмежень на взаємодію певних об'єктів між собою), аксіоми – це значимі блоки інформації. Protégé – це редактор онтологій [3]. Представляє собою один із найпотужніших засобів формалізації знань, який може реалізовувати більшість взаємодій об'єктів. Крім того, Protégé є системою з можливістю розширення функціональності, що дозволяє доповнюватися та розвиватися.

### **Виклад основного матеріалу**

Відправним кроком при створенні онтологічної моделі бази знань «Бібліотека» є побудова термінологічного словника для предметної області «Бібліотека». Терміносистема представляє собою систематизовану сукупність термінів певної предметної області, яка створюється експертами на основі теорії та має такі властивості: відкритість, системність, повнота, динамічність, несуперечливість та відносна стабільність [4]. При наявності декількох теорій в одній предметній області можуть існувати множина терміносистем. У процесі розвитку онтології необхідно розвивати кожен з них окремо, але основа повинна бути єдиною (спільною). Змістом першого кроку є створення структурованої мінімальної таблиці з основними дефініціями майбутньої онтології. Для цього необхідно врахувати основні поняття, відокремити їх від другорядних та обрати найбільш яскраві приклади певних термінів у вигляді класів і створити їх ієрархію. Ієрархія доповнюється по мірі поглиблення і розширення онтології. Базис ієрархії повинен дати достатнє уявлення про структуру предметної області користувачеві або розробнику, яким би нескінченно малим не був його набір знань у даному напрямку. Особливість обраної предметної області полягає у тому, що вона торкається як внутрішніх до країни так і зовнішніх видань, як використання у читальному залі бібліотеки так і користування абонементом.

Статус бібліотек, правові та організаційні засади діяльності бібліотек і бібліотечної справи в Україні, доступ до інформації, знань, залучення до цінностей національної та світової культури, науки та освіти, що зберігаються в бібліотеках гарантується законодавством України [5]. Стандарти з інформації, бібліографії, бібліотечної та видавничої справи відображені у відповідних документах [6].

Крім того, з урахуванням міжнародних, національних стандартів та видавничої практики можна виокремити деякі основні види видавничої продукції за такими узагальненими ознаками [7].

1. Періодичність випуску в світ тих чи інших видів видань. Одні з них виходять одноразово (книги, брошури), інші мають заздалегідь визначену кількість назв протягом певного проміжку часу — року, кварталу, місяця чи тижня (альманахи, журнали, газети).
2. Характер інформації. Йдеться про ряд ознак, за якими визначаються стилеві й лексичні особливості творення текстів залежно від функціонального призначення — наукові, офіційні, виробничі, навчальні, довідкові, літературно-художні.
3. Форма знаків, якими фіксується та передається інформація. Це можуть бути текстові (буквені), нотні чи картографічні знаки.
4. Матеріальна конструкція, або зовнішня будова видань. Скажімо, книга, брошура, журнал, газета, незважаючи на свої, відмінні від інших, розміри, обсяги, мають немало спільних ознак у побудові: відповідно задруковані і скріплені або вставлені у певному порядку шпальти, які можна гортати, складати, певні захисні чи розпізнавальні елементи цих шпальт тощо. Зовсім інша конструкція в електронного видання, де інформація фіксується на електронних носіях.
5. Мовна ознака. Видання може бути оригінальним, випущеним державною або іншою мовою; у перекладі з будь-якої іноземної мови; з паралельним текстом двома або кількома мовами.
6. Повторність випуску. За цими ознаками можна визначити видання, які випускаються вперше, або різні варіанти перевидань (доповнених, виправлених і перероблених тощо).
7. Формат. Важливо розрізнити малоформатні, мініатюрні видання стандартних форматів. Кількість сторінок нерідко є принциповою у віднесенні того чи іншого видання до певного виду. Так, видання обсягом від 1 до 4 сторінок — це листівка, обсягом від 4 до 48 сторінок — брошура, а обсягом понад 48 сторінок — книга.

У таблиці 1 надано базовий набір знань та уявлень для подальшого розуміння предметної області «Бібліотека».

Важливим наступним кроком створення онтологічної системи «Бібліотека» є створення базової графічної моделі семантичної мережі. Розглянемо цей крок створення на фрагменті семантичної мережі. Після виявлення ключових концептів доцільним є побудувати ієрархії предметної області, в корені якої буде знаходитись терміносистема, а у вузлах – номенклатура. За модель представлення знань номенклатури використовуємо семантичну мережу знаків-фреймів.

Семантичну мережу побудуємо з використанням об'єднання знаків-фреймів  $\Phi_i$  (1):

$$S = U_i \Phi_j, \quad (1)$$

де  $S$  - семантична мережа.

Вважаємо, що загалом сформовано множину термінів  $Term$ . Також вважаємо, що потужність множини  $\Phi = \{\Phi_j\}$  більша потужності множини  $Term$ . На рисунку 1 надане графічне зображення фрагменту семантичної мережі  $S$  для побудови онтології «Бібліотека». У семантичній мережі дугам відповідає значення «це-є» («is-a»).

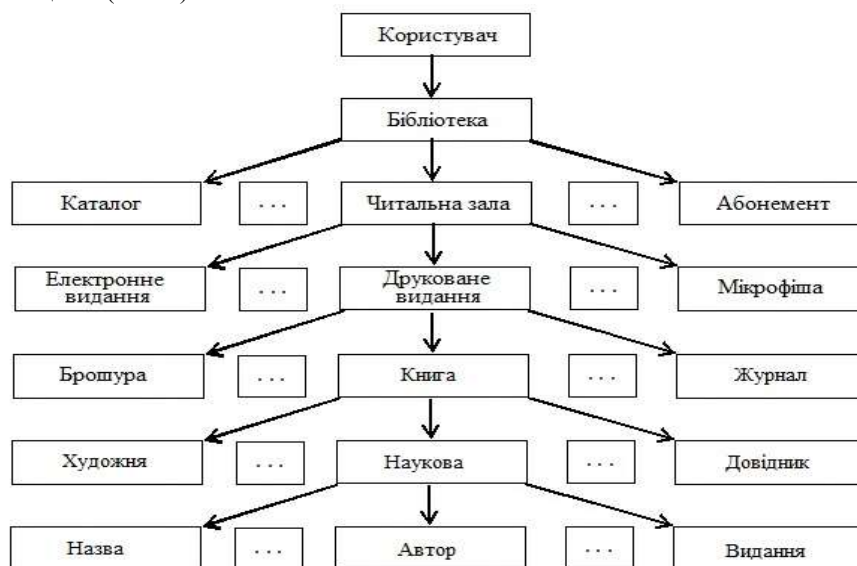


Рисунок 1- Фрагмент семантичної мережі для побудови онтології «Бібліотека»

Наступним кроком проведемо кодування базису онтології «Бібліотека». Починати треба із налаштування ієрархії класів та підкласів, потім надати їм властивості відношень та властивості даних

(визначити усі необхідні типи даних зі списку, а також за потреби створити нові), потім переходимо до створення окремих індивідів у межах кожного класу.

Таблиця 1 - Мінімальний термінологічний словник для уявлення про наповнення онтології «Бібліотека»

Термін	Дефініція	Приклади властивостей відношення	Приклади властивостей даних	Тип даних	Приклади індивідів
Користувач бібліотеки	тематика ресурсу або необхідної інформації	визначає, отримує, користується, надає, платить, повертає	ім'я (прізвище, по батькові), вік, паспорт (номер, серія), пільги	String (можливо Real)	гість, звичайний користувач, науковець, студент
Працівник бібліотеки	визначає та забезпечує доступ до наявних ресурсів бібліотеки	надає читальний зал до кінця дня, надає доступ до використання комп'ютера	посада, повноваження, пріоритет доступу	String	асистент, бібліотекар, оператор, керівник секції
Ресурс бібліотеки	тематика, область знань, спеціалізація, носій ресурсу, місце публікації, автор	мати відповідну тематику або їх набір, мати місце видання, мати основидля формування особливостей та зручностей користування	періодичність випуску в світ тих чи інших видів видань; характер інформації; форма знаків, якими фіксується та передається інформація; матеріальна конструкція, або зовнішня будова видань; мовна ознака; повторність випуску; формат.	String	газета, журнал, книга, діафільм, диск, комп'ютер, флешносій
Сервіс бібліотеки	обирається вперше, повторно, постійно	мати властивість бути невідомим, мати властивість бути відомим, мати властивість бути широковідомим	не обирати, можливо обрати, обрати ресурс	String (можливо Boolean)	консультація, алфавітний показчик, предметний показчик, читальна зала, використання ресурсів
Тематика ресурсу (бібліотеки)	відношення до різних галузей знання, мистецтва тощо	мати відповідний рейтинг серед групи користувачів	не цікаво, цікаво	String	художня, наукова, науково-популярна, образотворча, музична, комбінована
Популярність ресурсу	як часто такими ресурсами цікавляться та користуються	мати відповідний рейтинг серед користувачів	не цікаво, цікаво	Boolean (можливо String)	видання «мертвою» мовою, видання з великою кількістю неточностей та помилок
Вік користувача	фізичний вік користувача бібліотекою	мати відповідну кількість років за віком	немовля (з дорослим), діти, підлітки, середній вік, зрілий вік	integer (можливо Real, String)	до 10 років, 10-20 років, 20-40 років, більше 40 років, конкретне значення віку

## Продовження таблиці 1

Спеціалізація ресурсу	додатковий час на підготовку користувача (може бути пов'язаним із фізичною, психологічною та інтелектуальною підготовками користувача, оволодінням ним специфічними навичками та знаннями)	мати спеціальну підготовку за окремими видами інформаційних технологій, мати спеціальну підготовку за декількома мовами спілкування, мати підготовку на рівні початківця у галузях знань, мати наукову ступінь, мати відповідну кваліфікацію за областями знань	користувач спроможний, неспроможний до користування ресурсом бібліотеки	String (можливо Boolean)	школярі, абітурієнти, студенти, викладачі, науковці
Спеціальне обладнання для використання ресурсу	обладнання, спорядження	мати специфічні параметри для виконання особливих дій	засоби зчитування інформації	String (можливо Boolean)	комп'ютер, офісне обладнання, зчитувач діафільмів
Об'єми матеріалу ресурсу	параметри ресурсу, які визначають можливість або зручність користувачеві узяти із собою до читального залу чи на винос (у фізичних параметрах, параметрах об'єму для електронних носіїв)	мати фізичні розміри та параметри, мати кількість обумовлених екземплярів	великий дозволений розмір або вага, недостатній об'єм носіїв	integer (можливо Real)	один чи декілька екземплярів носія, об'єм у розмірах пам'яті електронних носіїв, вага у 10 кг
Строки використання ресурсом	часові параметри використання ресурсу	мати обмежені часові рамки	достатній час, лімітований час, можливий часовий діапазон, частина доби для використання	integer (можливо Real)	хвилини, години, тиждень, 12 діб, місяць, рік або з початкової дати до наступної дати за календарем
Вартість використання ресурсу	орієнтовна чи точна вартість, безоплатно	мати обмежені вартісні рамки	дешево, дорого	Real	100 умовних грошових одиниць за певний строк, 100 умовних грошових одиниць за день використання
Способи оплати за використання ресурсу	повна, по частинам, часткова оплата, пільги, знижки, безоплатно	мати прийнятні для користувача умови оплати	накопичувальна система знижок та пільг, знижка для постійних клієнтів	String (можливо Boolean)	оплата карткою, оплата кешем,

Надалі проведемо *побудову онтологічної моделі бази знань «Бібліотека» засобами Protégé*. Під час розробки онтології «Бібліотека» необхідно врахувати реалізацію пошуку індивідів за певними критеріями. Для цього зручно використовувати Class Expression Editor, як інструмент для написання виразів у межах певного класу.

Protégé має потужний засіб для створення запитів на пошук інформації, а саме - вбудований конструктор мови запитів SPARQL [8]. Основними видами таких запитів є: SELECT, CONSTRUCT, ASK, та DESCRIBE. SELECT запит – це найбільш поширений із даних різновидів запитів. Результати виведення запиту подаються у зручному для користувача табличному вигляді. є однією з ознак правильності побудови онтології. Однією із ознак правильності побудови онтології є коректність

виведення запитів. Інструмент Ontograf у Protégé дає можливість вивести онтологію у найбільш зрозумілому, наочному та простому вигляді графічного відображення семантику предметної області.

Побудовано онтологічну модель «Бібліотека» у середовищі Protégé. Модель включає 10 класів і підкласів. Для кожного класу і підкласу визначено 2 властивості-відносини та від 2-х до 10-и властивостей-даних. Приклад класів онтологічної моделі «Бібліотека» приведено на рисунку 2. Приклад «властивості-відносини» онтологічної моделі «Бібліотека» приведено на рисунку 3. Приклад «властивості-дані» онтологічної моделі «Бібліотека» приведено на рисунку 4. Детальний граф онтологічної моделі «Бібліотека» приведено на рисунку 5.

Оцінювання коректності семантичного пошуку інформації в онтологічній базі знань «Бібліотека». Існує визначення оцінки онтології у контексті технологій сумісного використання знань [9], згідно якого критеріями можуть виступати вимоги до специфікації, питання компетенції, і / або реальний світ. За для більш повного охоплення оцінки онтології обрано метрику Single Usability Metrics (SUM) [10] (2):

$$S = \frac{SM_{completion} + SM_{satisfaction} + SM_{times} + SM_{errors}}{4}, \quad (2)$$

де *Completion* - булеве значення і позначає досягнення мети здобуття інформації користувачем, *Satisfaction* - рівень задоволення від структуризації інформації у даній онтології, *Errors* - показує виникнення певних суперечливостей або інших помилок при отриманні інформації, *Times* - показує середню кількість запитів для отримання тієї чи іншої інформації. Для визначення коректності пошуку інформації онтологічна база знань була надана 10 користувачам, кожен з яких реалізував 10 запитів у реалізованій онтологічній базі знань. У таблиці 2 наведено результати опитування за даною метрикою.

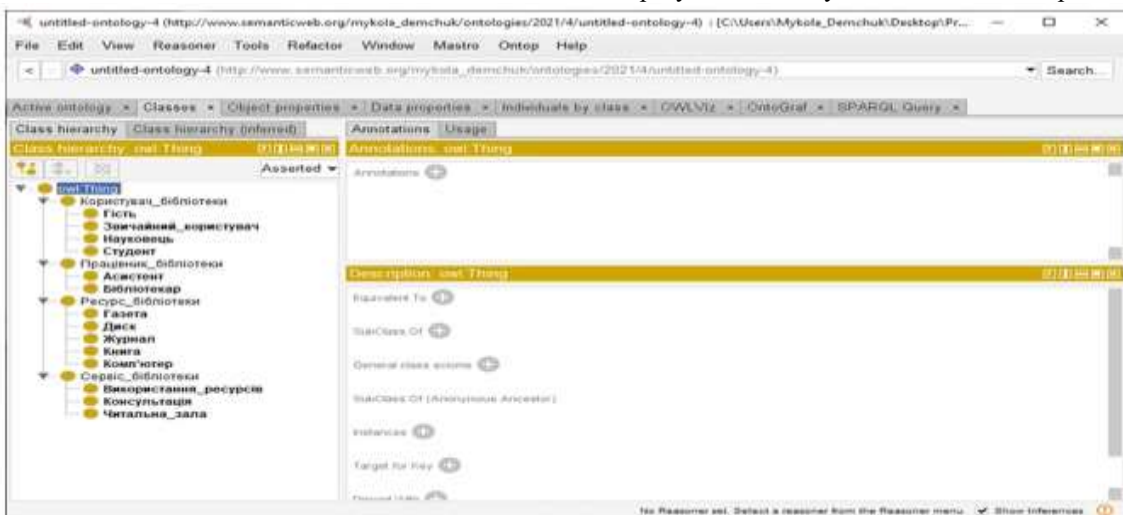


Рисунок 2 - Класи онтологічної моделі «Бібліотека»

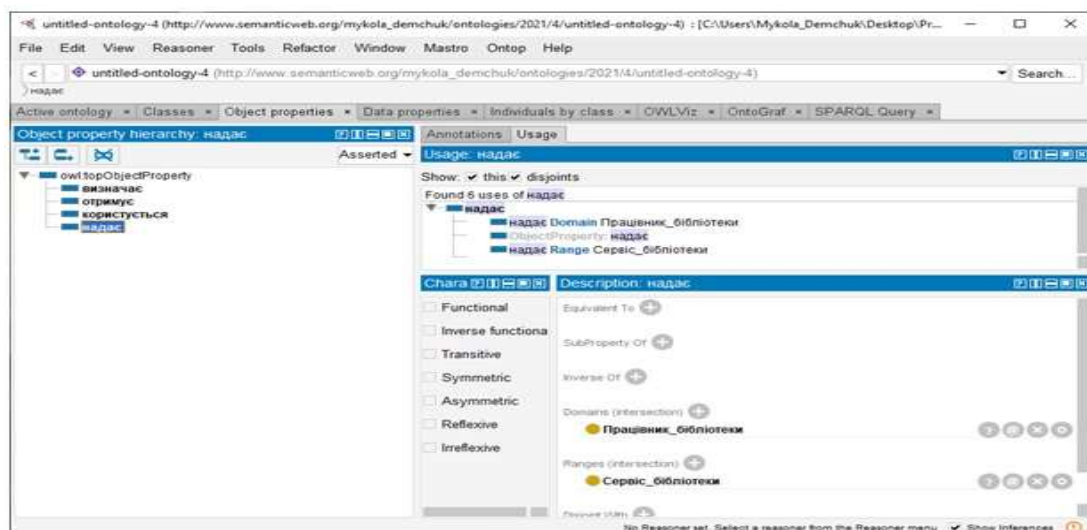


Рисунок 3 - Властивості-відносини онтологічної моделі «Бібліотека»

Середній показник (Average) по всім користувачам, визначений за метрикою SUM, дорівнює значенню 83,25%. Таке значення становить прийнятний показник для онтологічної бази знань. Якщо реалізувати класичну реляційну модель організації баз даних для реалізації бази даних «Бібліотека», середній показник за метрикою SUM по 10 користувачам дорівнює значенню 75,26%.

Обговорення результатів дослідження. Для прикладу розробки онтологічної моделі бази знань «Бібліотека» на базі середовища Protégé, у отриманій онтологічній моделі «Бібліотека» було визначено для кожного класу 2-5 індивідів, для кожного індивіда задано 2-5 властивості-відносини/властивості-данні.

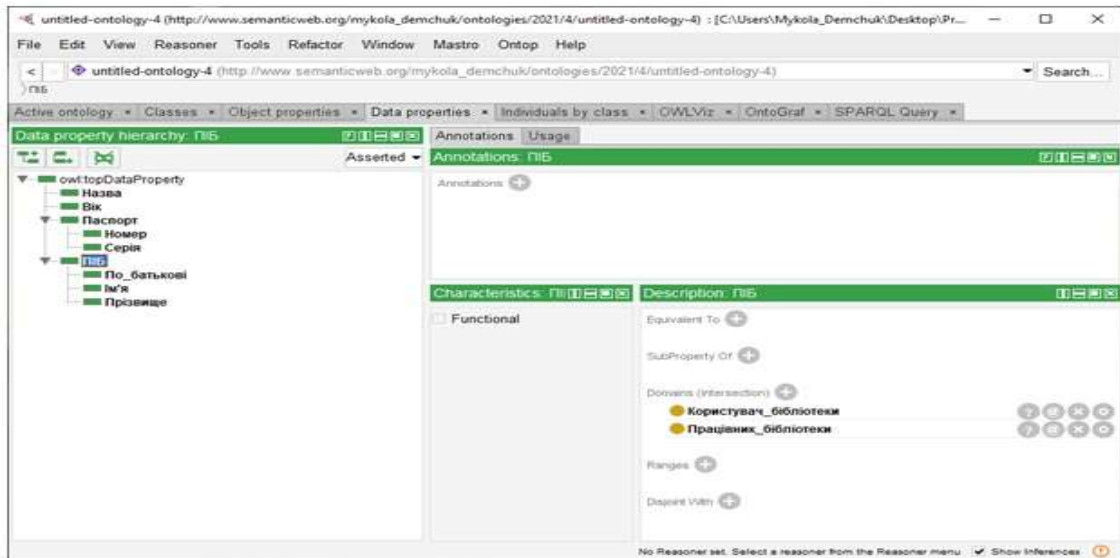


Рисунок 4 - Приклад «властивості-дані» онтологічної моделі «Бібліотека»

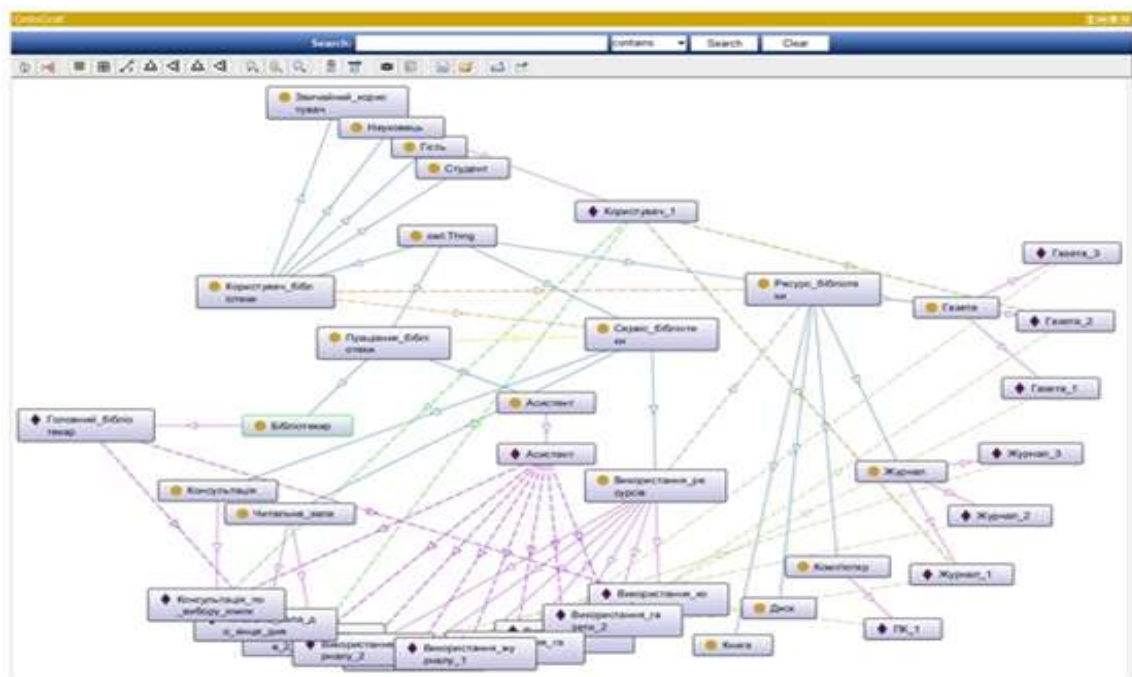


Рисунок 5 - Детальний граф онтологічної моделі «Бібліотека»

Створено 7 SPARQL-запитів та проведено тестування онтологічної моделі в Protégé за допомогою SPARQL-запитів. Наукова новизна отриманих результатів дослідження полягає у тому, що вперше розроблено онтологічну модель бази знань «Бібліотека»; розроблена онтологія предметної області «Бібліотека», яка реалізована у вигляді бази знань; отримано прийнятний результат тестування реалізованої бази знань та виконана метрична оцінка коректності семантичного пошуку. Практична



значущість результатів дослідження підтверджена більшою прийнятністю запропонованої онтологічної моделі у порівнянні з традиційною. Для перспективних досліджень є цікавим та новим розглянути інші сфери використання онтологій для збільшення достовірності та прийнятності моделей баз знань.

Таблиця 2 - Результати опитування щодо коректності розробленої онтології «Бібліотека»

User	Completion	Satisfaction	Times	Errors	Average
1	0	4	4	2	68,25%
2	1	5	4	2	79,25%
3	1	4	3	0	93,25%
4	1	5	3	0	87,50%
5	1	5	4	0	96,25%
6	1	5	11	1	70,25%
7	1	5	5	0	90,25%
8	1	5	3	0	100,00%
9	0	4	7	2	63,25%
10	1	5	4	0	84,25%

### Висновки

Досягнута мета дослідження, підвищення коректності семантичного пошуку інформації, за рахунок застосування в реалізації бази знань нової онтологічної моделі «Бібліотека». У порівнянні з реляційною моделлю організації баз даних використання нової онтології дозволяє підняти коректність пошуку на 8%.

### Список літератури

1. Gruber T. R. (1993). A translation approach to portable ontologies. Knowledge Acquisition. № 5(2). 199-220. <https://doi.org/10.1006/knac.1993.1008>
2. Tom Gruber. (2008). Ontology. Entry in the Encyclopedia of Database Systems. Springer-Verlag. <https://tomgruber.org/writing/definition-of-ontology>
3. Protégé. <https://protege.stanford.edu/>
4. Pryntsyryu pobudovy bankiv danykh. [https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fitki/10savchuk\\_organizaciya\\_bazdanih\\_znan/gl\\_14.html](https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fitki/10savchuk_organizaciya_bazdanih_znan/gl_14.html).
5. Закон України «Про бібліотеки і бібліотечну справу». <http://ru.osvita.ua/legislation/law/3198/>
6. Стандарти з інформації, бібліографії, бібліотечної та видавничої справи. <http://www.library.univ.kiev.ua/ukr/about/dstu.html>
7. Видавнича продукція. [https://uk.wikipedia.org/wiki/Видавнича\\_продукція](https://uk.wikipedia.org/wiki/Видавнича_продукція).
8. SPARQL Query Language for RDF. <https://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>
9. Gomez-Perez, N. Juristo, J. Pazos. (1995). Evaluation and assessment of knowledge sharing technology. Towards Very Large Knowledge Bases. 289- 296.
10. Raschet SUM. Podkhod ot Dzhefa Soro. <https://v-shliachkov.medium.com/расчет-сум-подход-от-джефа-соро-c1ecf796f1b2>

Стаття надійшла: 10.09.2023 р.

### References

1. Gruber T. R. (1993). A translation approach to portable ontologies. Knowledge Acquisition. № 5(2). 199-220. <https://doi.org/10.1006/knac.1993.1008>
2. Tom Gruber. (2008). Ontology. Entry in the Encyclopedia of Database Systems. Springer-Verlag. <https://tomgruber.org/writing/definition-of-ontology>
3. Protégé. <https://protege.stanford.edu/>
4. Pryntsyryu pobudovy bankiv danykh. [https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fitki/10savchuk\\_organizaciya\\_bazdanih\\_znan/gl\\_14.html](https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fitki/10savchuk_organizaciya_bazdanih_znan/gl_14.html).
5. The Law of Ukraine "On Libraries and Library Matters". <http://ru.osvita.ua/legislation/law/3198/>
6. Information, bibliography, library and publishing standards. <http://www.library.univ.kiev.ua/ukr/about/dstu.html>
7. Publishing products. [https://uk.wikipedia.org/wiki/Publishing\\_products](https://uk.wikipedia.org/wiki/Publishing_products).
8. SPARQL Query Language for RDF. <https://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>
9. Gomez-Perez, N. Juristo, J. Pazos. (1995). Evaluation and assessment of knowledge sharing technology. Towards Very Large Knowledge Bases. 289- 296.

10. Raschet SUM. Podkhod ot Dzhefa Soro. <https://v-shliachkov.medium.com/расчет-sum-подход-от-джефа-соро-c1ecf796f1b2>

#### Відомості про авторів

**Сілагін Олексій Віталійович** - к.т.н., доцент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

**Silagin Olexiy Vitalyovich** - Ph.D., associate professor of the Department of Computer Sciences, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine

**Сілагін Єгор Олексійович** - асистент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

**Silagin Yehor Olexiyovych** - assistant of the Department of Computer Sciences, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine

**Денисюк Валерій Олександрович** - к.т.н., доцент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

**Denysiuk Valerii Olexandrovich** - Ph.D., associate professor of the Department of Computer Sciences, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine

**Денисюк Алла Василівна** - асистент кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

**Denysiuk Alla Vasylivna** - assistant of the Department of Software, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine

Silagin O. V., Y. Silagin, V. Denysiuk, A. Denysiuk

## DEVELOPMENT OF THE ONTOLOGICAL MODEL OF THE KNOWLEDGE BASE "LIBRARY" BASED ON THE PROTÉGÉ ENVIRONMENT

Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine