

ГЛАЗУНОВА ЛЮДМИЛА

Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
<https://orcid.org/0009-0009-2142-1537>
lvglazun@gmail.com

ПЕРЕКРЕСТОВ ІГОР

Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
<https://orcid.org/0009-0007-3805-8143>
perekrestov.igor@gmail.com

ФОРМАЛЬНИЙ ОПИС ОБЛІКУ РОБОЧОГО ЧАСУ ВИКЛАДАЧА ВНЗ ЗА ДОПОМОГОЮ ОНТОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ

Важливою частиною процесу формалізації знань є представлення ключових понять різних предметних областей за допомогою онтологічної моделі. Онтологічні моделі можуть доповнювати одна одну і створювати єдиний простір визначених понять, таким чином розширюючи термінологічну базу для отримання знань. У межах формалізації процесів діяльності вищих навчальних закладів (ВНЗ) було проаналізовано облік робочого часу викладача, спираючись на його потреби, на вже визначені базові терміни в існуючих онтологіях для ВНЗ, такі як «викладач», «дисципліна», «спеціальність», «види занять», «індивідуальний план викладача» тощо, на додані нові терміни – «робота викладача» і «об'єкт роботи». Всі ці терміни формалізовані в межах предметної області «Облік робочого часу викладача ВНЗ» на основі положення про облік робочого часу викладача ВНЗ.

Розглядаються основні етапи створення онтології, способи їх представлення, описується процес виділення класів, їх властивостей та відносин між ними на основі текстів природної мови. Для отримання знань з текстів природної мови використовується метод подання тверджень у вигляді двомісних предикатів. Для представлення знань у формальному вигляді використовуються безкванторні речення логіки предикатів, а також мова OWL DL. Породження нових знань реалізується за допомогою автоматичних засобів логічного висновку (HermiT) з використанням заздалегідь заданих шаблонів правил виведення мовою SWRL. Для створення онтології та реалізації логічних висновків було застосовано редактор Protégé. Результатом роботи є онтологічна модель, яка дозволяє відповісти на питання викладача, які у нього виникають при створенні документу «Індивідуальний план викладача».

Ключові слова: онтологія, онтологічна модель, база знань, редактор онтології Protegé.

GLAZUNOVA LYUDMYLA, PEREKRESTOV IHOR
State University of Intellectual Technologies and Telecommunications

FORMAL DESCRIPTION OF UNIVERSITY TEACHER WORKING TIME ACCOUNTING USING AN ONTOLOGICAL MODEL

An essential part of the knowledge formalization process is the representation of key concepts from various subject areas through an ontological model. Ontological models can complement each other and create a unified conceptual space, thereby expanding the terminological base for acquiring knowledge. In the framework of formalizing the activity processes of higher educational institutions, the accounting of teacher working time was analyzed based on their needs and the already defined core terms within existing ontologies for higher educational institutions, such as "teacher," "discipline," "specialty," "types of classes," and "individual teacher plan," as well as newly added terms like "teacher's work" and "work object." All these terms are formalized within the subject area of "University Teacher Working Time Accounting" based on the regulation for teacher working time accounting in higher educational institutions.

The main stages of ontology creation, methods of their representation, and the process of identifying classes, their properties, and relationships between them based on natural language texts are discussed. To extract knowledge from natural language texts, the method of representing statements as binary predicates is employed. Knowledge is represented formally through quantifier-free predicate logic statements and OWL DL language. New knowledge generation is achieved using automated logical inference tools (HermiT) with predefined inference rule templates in SWRL. The Protégé editor was used to create the ontology and implement logical inferences. The result is an ontological model that enables teachers to address questions arising while preparing the "Teacher's Individual Plan" document.

Keywords: ontology, ontological model, knowledge base, Protégé ontology editor.

Постановка проблеми та аналіз джерел

Онтології є новими інтелектуальними засобами для пошуку ресурсів у мережі Інтернет, новим методом представлення та обробки знань та запитів до них. Вони здатні точно та ефективно описувати семантику даних для певної предметної області та вирішувати проблему несумісності та протилежності понять. Так, завдяки онтологіям, при зверненні до пошукової системи користувач зможе отримувати у відповідь ресурси, семантично релевантні запиту. Тому онтології набули широке застосування у вирішенні проблем представлення знань та інженерії знань, семантичної інтеграції інформаційних ресурсів, інформаційного пошуку тощо.

Під онтологією розуміється сукупність об'єктів, їх властивостей, відносин та обмежень, що виражають семантику певних ресурсів. Онтологічні моделі можуть специфікувати ПрО, інформаційні ресурси та моделі користувачів. Вони надають такі можливості: декларативного опису знань, структуризації та категоризації областей знань; опис системи понять ПрО на логічному, концептуальному та графічному рівні; управління інформаційними потоками; реалізація запитів; виявлення та аналізу знань ПрО експертами; відображення сенсу в метаданих; формування просторів імен, словників, кваліфікаторів. Онтологія спільно з оригінальним набором екземплярів класів утворює базу знань. Можливість мати більше одного значення для кожної властивості – одна з відмінностей семантичної інформаційної моделі від реляційної.

Формальна онтологічна модель задається безліччю [1]: $O = \{C, R, A\}$, де O - онтологія, C – сукупність класів PrO , R – сукупність відносин між ними, A – набір аксіом (законів та правил, які описують закони та принципи існування класів).

Базовим способом вираження інформації, представленій в онтологічних моделях, є триплет – синтаксична структура, що складається з трьох елементів: суб'єкт, предикат та об'єкт, яка пов'язує два об'єкта (екземплярів класів) деякими відносинами (предикат). Набір триплетів називається RDF – графом. Формат подання онтології задає вид зберігання та спосіб передачі онтологічних описів. Під форматами мають на увазі мови представлення онтології: RDF, OWL, KIF, SCL. Для представлення знань предметної області PrO зазвичай рекомендують використовувати мову OWL, розроблену консорціумом W3C.

Для визначення класів онтології зазвичай проводиться попередній аналіз заданої PrO . У процесі дослідження складається систематизоване представлення знань про PrO , розуміння суті процесів, правил і обмежень. В електронному вигляді формальний опис та подання концептуальної інформації здійснюється за допомогою семантичних технологій [2]. Вони дозволяють передавати інформацію, що міститься в онтологічних моделях, і автоматично обробляти її, зокрема – отримувати логічні висновки виходячи з правил.

Можна виділити такі основні етапи створення онтології:

- декомпозиція – виділення сутностей предметної області, що будуть представлені у моделі;
- класифікація – створення класів, які відповідають групам сутностей;
- побудова ієрархії класів, включення сутностей до класів чи підкласів;
- опис властивостей – визначення слотів та їх допустимих значень;
- створення відносин – присвоєння значень властивостям, створення зв'язків.

На даний момент відомо багато програмних рішень, які дозволяють створювати онтологію різного рівня складності. Найбільш популярними редакторами є Protégé, Ontolingua, WebOnto та ін [5].

Protégé [3] є найбільш популярний редактор онтологій, що вільно розповсюджується. Він підтримує стандарти OWL та RDF [5]. Protégé підтримує стандарт SPARQL, що описує програмний інтерфейс та синтаксис запитів до онтологічних моделей, а також стандарти для запису семантичних моделей, основними з яких є RDF, RDFS та OWL.

Онтологія в Protégé описується мовою OWL і складається з наступних елементів: Class/SubClass - класи та підкласи; Data property – атрибути класів, засновані на елементарних типах даних (рядок, число, дата та ін.); Object property – властивості-показники на об'єкти; Individual - індивідуальний екземпляр класу з ім'ям Name; Domain – це клас, до екземплярів якого застосовується дана властивість, вказує, екземплярам яких класів притаманна ця властивість; Range – це тип значень, які властивість може набувати. Визначає тип значення, що приймається; Type – тип даних.

Таке представлення семантичної моделі визначає спосіб побудови запитів до неї, які реалізовані в мові SPARQL. SPARQL - найбільш популярна серед мов запитів до RDF сховищ онтологій.

Формалізація знань у сфері освіти за допомогою онтологічних моделей різних типів відношень між сутностями (таксономія, семантична) дуже поширена практика для створення інтелектуальних систем в цій галузі, тому що дозволяє забезпечити обмін даними між онтологіями різних типів у процесі функціонування системи, тобто забезпечити інтегральне використання різномірної інформації [2]. Наприклад, структуру ВНЗ може бути описана засобами онтології PrO , з метою визначення загальної термінологічної бази та можливості уточнення понять мета-онтологій, які створюються нині в мережі Інтернет різними мовами. Для опису навчального процесу необхідно використовувати онтології, які забезпечують опис кінцевих результатів дій, виконуваних об'єктами (суб'єктами) предметної області. Наприклад, для опису структур навчальних дисциплін необхідно використовувати спеціалізовані онтології, які передбачають подання будь-якої галузі знань де враховуються спеціальні та специфічні для цих сфер значення (семантика) термінів. Приклади створення онтологічних моделей в галузі освіти різного типу надані в статтях [4-6].

Формулювання цілей статті

Метою даної роботи є створення формального опису обліку робочого часу викладача вищого навчального закладу (ВНЗ) за допомогою онтологічної моделі. Для створення такого формального опису потрібно, спираючись на термінологічну базу, що розроблена в статтях [4-6], доповнити її термінами, які описують облік робочого часу викладача, та створити онтологічну модель для цієї спеціалізованої частини в організаційній та функціональній роботі ВНЗ. Ця модель на основі загальної термінології може бути об'єднана з іншими моделями для ВНЗ. Методика створення онтологічної моделі для PrO «Облік робочого часу викладача ВНЗ» включає в себе деякі правила і принципи розробки тезаурусів і онтології з сфери освіти, які описані в джерелах [4-6], та дороблені у відповідності до специфіки PrO .

До завдань, які має забезпечувати онтологія, належать:

- які види навчальної, методичної, наукової та організаційної діяльності входять у роботу викладача;
- яка кількість годин виділяється на кожний вид діяльності викладача;
- як визначити, що деяка діяльність викладача, належить до певного виду роботи, тобто які є об'єкти діяльності;
- як визначити кількість годин навчального навантаження викладача;
- як запланувати роботу викладачу з урахуванням тих видів робіт, які встановлені в його ВНЗ
- як визначити кількість годин, яку виконав викладач протягом семестру (навчального року).

Виконання дослідження

1. Визначення термінів ПрО.

З використанням редактора Protégé створимо онтологію, для опису ПрО «Обліку робочого часу викладача ВНЗ». Даний етап розробки онтології ПрО передбачає, що вона визначається в глобальних межах таких понять, як освіта, ВНЗ, акредитація ВНЗ, ліцензування ВНЗ та інші, тобто терміни з однаковими назвами, які застосовуються на глобальному рівні і в даній онтології, мають однакові значення. Локальна межа розробки передбачає використання одного положення про облік робочого часу ВНЗ (без відслідковування його змін у часі).

ПрО обмежується задачами користувачів бази знань, в даному випадку це - викладач і завідувач кафедри. Наведемо приклади задач користувачів: викладач бажає знати, які види робіт відносяться до його діяльності; викладач бажає знати, скільки годин він може планувати на певну роботу; викладач бажає запланувати свою роботу на семестр поточного навчального року в межах ставки згідно положенню про облік роботи викладача ВНЗ; викладач бажає зробити звіти з виконання своїх робіт за семестр поточного навчального року; завідувач кафедри бажає знати навантаження викладачів кафедри; завідувач кафедри бажає відслідковувати своєчасність подання звітів викладачами; завідувач кафедри бажає знати кількість наукових публікацій викладачів кафедри різних категорій.

Базові терміни ПрО, які відповідають задачі обліку робочого часу викладача є «Викладач», «Навантаження викладача», «Індивідуальний план», «Дисципліна», «Спеціальність», «Група», «Навчальний рік», «Об'єкти роботи», «Робота викладача».

Найбільш складні поняття – це «Робота викладача» і «Об'єкти роботи». «Робота викладача» включає такі види робіт, як «Навчальна», «Методична», «Наукова», «Організаційна», які в свою чергу складаються з більш детального переліку робіт, наприклад, термін «Наукова» містить такі роботи, як «Публікації», «Науково-організаційна робота», «Науково-інноваційна діяльність», «Здобуття наукового ступеню», в свою чергу, кожна робота цього рівня теж складається з переліку робіт, наприклад, «Публікації» складаються з «Scopus», «Фахові», «Монографія», «Публікація з добувачем», деякі з цих видів теж складаються зі своїх видів робіт.

«Навантаження викладача» являє навчальну роботу викладача, яку він виконує у поточному навчальному році, тобто це частина індивідуального плану, яку створює завідувач кафедри, а не викладач. Тому «Індивідуальний план» представляє набір методичних, наукових, організаційних робіт, які виконує викладач у поточному навчальному році і заповнює самостійно, а планування навчальної роботи викладача еквівалентно навантаженню для цього викладача.

Всі терміни потребують чіткого визначення, такі визначення наведено в [5], крім термінів «Робота викладача» і «Об'єкти роботи». «Робота викладача» - види діяльності викладача, які описані в документі ВНЗ «Положення про облік робочого часу викладача» [7]. «Об'єкти роботи» - артефакти (статті, методичні матеріали, освітні та робочі програми то що), які створює викладач, або діяльність (проведення занять, стажування, участь в керівних освітніх та наукових органах різного рівня то що), що відповідають видам робіт викладача згідно положенню ВНЗ і фіксуються в індивідуальному плані і навантаженні викладача. «Об'єкти роботи» можуть бути пов'язані з різними видами робіт, наприклад, такий об'єкт як «лекції» (Види занять) пов'язано з такими видами робіт - викладання, розробка, оновлення, або «Атестаційна комісія» - пов'язано з видами робіт – захист дипломів, вступні іспити.

2. Повнота визначення ключових понять ПрО та побудова таксономії.

Для точного формального опису предметної області необхідно отримати точні і повні визначення понять, які входять у цю предметну область. Точність визначення понять забезпечується за допомогою формального представлення визначень мовою логіки предикатів першого порядку з подальшим їх відображенням у OWL DL [1]. У [1] для визначення повноти визначення понять використовується повнота щодо заданого контексту, тому що в текстах природної мови поняття, як правило, не мають повних визначень. У цій роботі визначення понять розглядаються в контексті даної ПрО «Обліку робочого часу викладача ВНЗ».

Для ПрО «Обліку робочого часу викладача ВНЗ» загальні знання про облік робочого часу є істинними для усіх викладачів даного ВНЗ. Прикладом такого рода знань є деталізований опис обліку робочого часу викладача [7]. Наприклад, опис одного з пунктів положення про навчальну роботу «6.1 Проведення вступних випробувань на освітню програму (6.1.1 Проведення співбесіди зі вступниками, 1 вступник, 0.25 години кожному членові комісії, кількість членів комісії на потік (групу) вступників – не більше трьох осіб;...)». Так для пункту 6.1.1 загальне знання можливо записати за допомогою одного 3-місного предикату (Робота, Об'єм роботи, Одиниця виміру), який для представлення мовою OWL потрібно представити двома 2х-місними предикатами:

має об'єм годин (Робота, Об'єм роботи)

має одиницю виміру (Робота, Одиниця виміру)

Таким чином, можна виразити пункт 6.1.1 за допомогою предикатів:

має об'єм годин (Співбесіда, 0.25)

має одиницю виміру (Співбесіда, години кожному членові комісії за одного вступника – ГВЧ)

Обмеження на кількість членів комісії, які приймають співбесіду, буде задано при розподілу навантаження.

Наведемо ще один приклад формалізації опису методичної роботи пункт 2.1.1 Розроблення/оновлення освітніх програм та навчальних планів, 1 програма, 70/ 30 год, години розподіляються на всіх членів проектної (робочої) групи. Буде потрібно два 4-місних предикатів (Робота, Нормативний_документ, Об'єм роботи, Одиниця виміру)

має_об'єкт (Робота, Нормативний_документ)

має_об'єм_годин (Робота, Об'єм роботи)

має_оддиницю_виміру (Робота, Одиниця виміру)

Перший (позначимо 2.1.1.1) 3х-місний предикат виражає пункт 2.1.1 за допомогою предикатів:

має_об'єкт (2.1.1.1, Освітня програма)

має_об'єм_годин (2.1.1.1, 70)

має_оддиницю_виміру (2.1.1.1, години розподіляються на всіх членів проектної (робочої) групи - ГРГр)

Другий (позначимо 2.1.1.2) 3х-місний предикат виражає пункт 2.1.1 за допомогою предикатів:

має_об'єкт (2.1.1.2, Освітня програма)

має_об'єм_годин (2.1.1.2, 30)

має_оддиницю_виміру (2.1.1.2, години розподіляються на всіх членів проектної (робочої) групи - ГРГр)

Розглянемо ще один важливий приклад твердження ПрО для побудови онтології, це опис частини індивідуального плану викладача – «Індивідуальний_план створено викладачем Петренко С.В. на навчальний рік 2024, розмір ставки 1, має роботу 2.2.2 (Оновлення навчальних, робочих програм та силабусів навчальних дисциплін), силабус до дисципліни “Б_121 Моделювання та аналіз програмного забезпечення”, 30 годин, термін виконання 1 семестр; має роботу 2.4.4.4 (створення методичних вказівок до практичних занять) до дисципліни “ОБ_121 Конструювання програмного забезпечення”, 30 годин, термін виконання 1 семестр». Це твердження формалізується предикатом (Індивідуальна_робота, Навчальний_рік, Ставка, Об'єкт, Викладач), який реалізується п'ятьма 2х-місними предикатами з урахуванням того, що об'єкт зв'язано з роботою, кількість годин визначається у роботі, термін виконання є властивістю об'єкта:

створено (Індивідуальна_робота, Викладач)

має_навч_рік (Індивідуальна_робота, Навчальний_рік)

ставка (Індивідуальна_робота, decimal)

має_об'єкт (Індивідуальна_робота, Об'єкт_роботи)

створено (інд_план_Петров_24, Петров С.В.)

має_навч_рік (інд_план_Петров_24, 2024)

ставка (інд_план_Петров_24, 1).

Трійки, які представляють Об'єкт_роботи в цьому індивідуальному плані, повторюються:

має_об'єкт (інд_план_Петров_24, Мет_вказ_до_пр_Петров_24)

має_об'єкт (інд_план_Петров_24, силабус_МАПЗ_24)

З цього формалізованого опису можна виділити допоміжні класи - однотипні об'єкти ПрО, за допомогою яких описується робота (Комісія, Робоча група, Об'єм роботи (деяка кількість годин)). Таким чином, можна виявити всі класи онтологічної моделі і за допомогою мови RDFS вказати ієрархічні залежності між ними, тобто створити таксономічну модель. Така модель створена за допомогою Protege і представлена на рис.1.

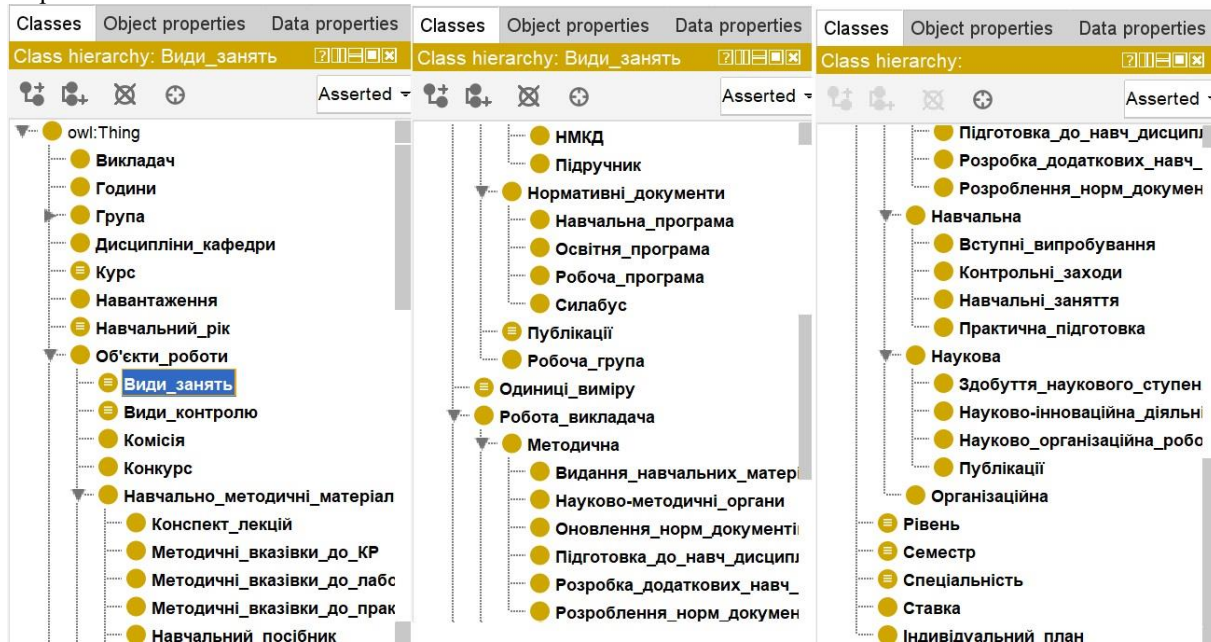


Рис. 1. Таксономія предметної області «Облік робочого часу викладача ВНЗ»

OWL-онтології. SQWRL ґрунтується на SWRL і використовує посилку правила SWRL для специфікації пошукового запиту.

Загальний вигляд формально представляється так [11]:

$$(\&\{P_i(x_1, \dots, x_n) | n \leq 3, P_i \in \sigma_i\}) \rightarrow sqwrl:select(x_1, \dots, x_n),$$

де $\sigma_i = \sigma_m \cup \sigma_r$, σ_m – сигнатури онтології, σ_r – сигнатури SWRL.

Важливо, що SQWRL має доступ до інформації, що виводиться машиною логічного висновку і явно в онтології не зберігається, тобто перед запуском SQWRL-запитів відбувається перевірка всіх правил виведення для отримання нової інформації, і тільки після цього відбувається запит до онтології.

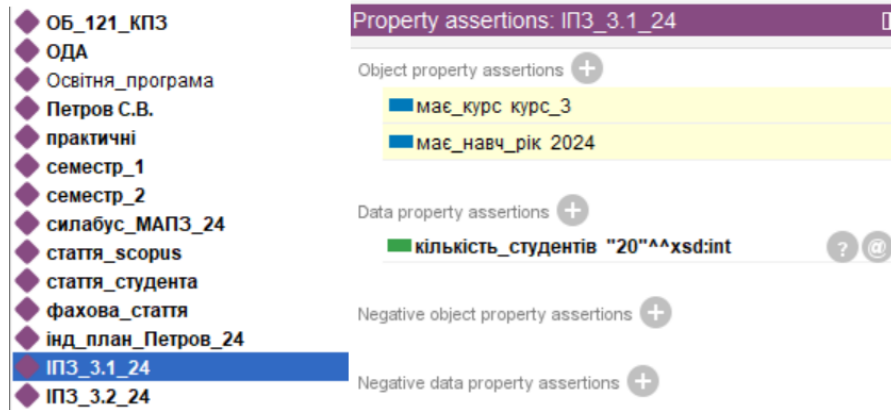


Рис. 3. Робота машини логічного висновку HermiT (додаються властивості зв'язку між індивідами онтології – помаранчевий колір)

Для створення запитів до онтології обліку робочого часу викладача ВНЗ використовуються шаблони, створені на основі основного списку питань та структур. Оператор SQWRL $sqwrl:select(x_1, \dots, x_n)$ може приймати кілька аргументів (зазвичай це змінні) і буде таблицю. У цій таблиці аргументи $sqwrl:select$ використовуються як стовпці. Важливо, що SQWRL має доступ до інформації, що виводиться з правил виведення машиною логічного висновку і явно в онтології не зберігається, тобто перед запуском SQWRL-запитів відбувається перевірка всіх правил виведення для отримання нової інформації, і тільки після цього відбувається запит до онтології.

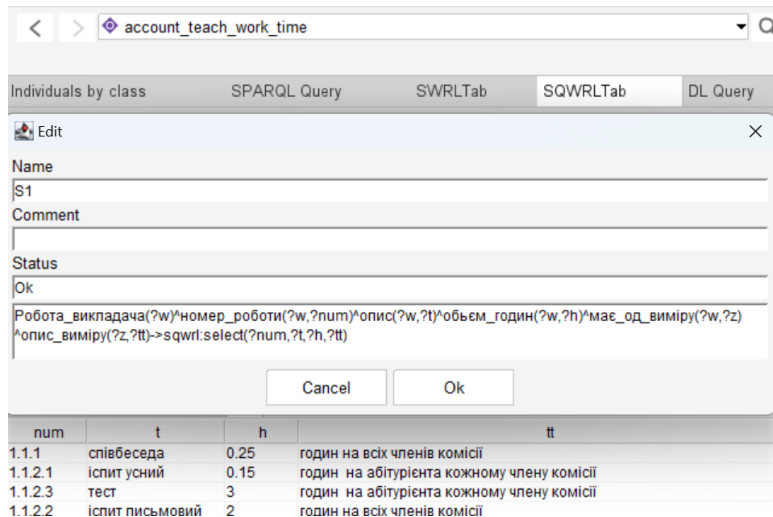


Рис. 4. Створення запиту мовою SQWRL та його виконання

Наведемо приклади деяких запитів згідно завдань до предметної області (рис. 4 демонструє створення та результат другого запиту).

1. Яка кількість годин виділяється на кожний вид діяльності викладача:
`Робота_викладача(?t)^об'єм_годин(?t,?h)^має_од_виміру(?t,?v) ->sqwrl:select(?t,?h,?v)`
2. Як запланувати роботу викладачу з урахуванням тих видів робіт, які встановленні в його ВНЗ:
`Робота_викладача(?w)^номер_роботи(?w,?num)^опис(?w,?t)^объем_годин(?w,?h)^має_од_виміру(?w,?z)^опис_виміру(?z,?tt) ->sqwrl:select(?num,?t,?h,?tt)`
3. Які групи належать до певного навчального року, курсу та спеціальності:
`Група(?gr)^має_спеціальність(?gr,?sp)^має_курс(?gr,?c)^має_навч_рік(?gr,?yr) -> sqwrl:select (?gr,?sp,?c,?yr)`
4. Як визначити заплановану кількість годин навчального навантаження викладача на навчальний рік:

```

Викладач (?tch) ^навантаження_викладача (?t, ?tch) ^має_дисципліну (?t, ?d) ^за
няття (?d, ?h) ^має_групу (?t, ?gr) ^має_навч_рік (?gr, ?yr) ^sqwrl:makeBag (?x, ?
h) ^sqwrl:groupBy (?x, ?tch, ?yr) ^ sqwrl:sum (?sum, ?x) ->
sqwrl:select (?tch, ?sum)

```

Висновки

Розроблена онтологія є основою подальшого побудови бази знань кафедри, як частини ВНЗ. Для цього отримана структура наповнюється екземплярами класів, яка може бути розширена новими класами та зв'язками. Далі онтологія може бути використана у поєднанні іншими онтологічними класами ВНЗ та загальної галузі знань - навчання

Онтологічна модель побудована на основі п'яти рівневої моделі представлення знань. Особлива увага при розробці онтології ПрО приділялася проблемі логічної повноти визначень понять. Формальне подання визначень «Робота викладача», «Навантаження», «Індивідуальний план» та «Об'єкт роботи» надано мовою логіки предикатів першого порядку. Реалізовано відображення формальних визначень понять мовою OWL DL.

Побудовані визначення понять є точними та логічно повними в межах ПрО. Розроблена модель та система логічного висновку породжує знання про види робіт викладача за Положенням ВНЗ та діяльністю викладача, яка пов'язана з цими видами робіт. Ці знання дозволяють створювати важливі документи кафедри – навантаження викладача та індивідуальний план викладача згідно вимог «Положення про облік робочого часу викладача» ВНЗ, та отримувати відповіді на інші питання, які часто виникають в роботі кафедри, виходячи з формалізованого подання потреб викладача.

Література

1. Палагін О.В. Онтологічні методи та засоби обробки предметних знань: монографія/ Палагін О.В., Кривий С.Л., Петренко М.Г. // Луганск: вид-во ВНУ ім. В. Даля, – 2012. – 324 с
2. Чістякова І.С. Інженерія онтологій/ Інженерія програмного забезпечення, – 2014. – № 4 (20). с
3. Protégé : A free, open-source ontology editor and framework for building intelligent systems, – Режим доступу: <https://protege.stanford.edu/> – (дата звернення 8.10.2024)
4. Комп'ютерні онтології та їх використання у навчальному процесі. Теорія і практика. : Монографія / С. О. Довгий, В. Ю. Велічко, Л. С. Глоба, О. Є. Стрижак., Т. І. Андрущенко, С. А. Гальченко, А. В. Гончар, К. Д. Гуляєв, В. М. Кудряк, К. В. Ляшук, О. В. Палагін, М. Г. Петренко, М. А. Попова, В. І. Сидоренко, О. О. Слюсаренко, Д. В. Стус, М. Ю. Терновой. – К. : Інститут обдарованої дитини, – 2013. – 310 с
5. Метешкін К.А. Кібернетична педагогіка: онтологічні інженеринг в навчанні та освіті/ Метешкін К. А., Морозова О. І., Федорченко Л. А., Хайрова Н. Ф. // X. : ХНАГХ, – 2012. – 207 с. (стр.37)
6. Коротенко Г.М. Створення ІТ-орієнтованого онтологічного фреймворку для цілей формування освітніх програм на основі компетентностей/ Коротенко Г.М., Коротенко Л.М., Харь А.Т.// Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна : наук. журн. / засн. Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, – 2017. – № 4 (70). – с. 50-59
7. Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, [Електронний ресурс] : [веб-сайт]. «Положення про планування діяльності та облік робочого часу науково-педагогічного персоналу ВНЗ», – Режим доступу : <https://suitt.edu.ua/wp-content/uploads/2023/05/Polozhennya-pro-planuvannya-ta-oblik-robochoho-chasu-naukovo-pedahohichnykh-ta-pedahohichnykh-pratsivnykiv.pdf> – (дата звернення 8.10.2024)
8. Khala K. A. Sequential Presentation of Method for Integration the OWL DL and SWRL Using Protege-owl API// Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2017), – 2017, – p. 139–144.
9. Glimm B. Hermit: An OWL 2 Reasoner / Glimm B., Horrocks I., Motik B. et al. J// Autom Reasoning – 2014. - 53, – p.245–269.
10. O'Connor M., Das A. SQWRL: a query language for OWL // Proceedings of the 6th International Conference on OWL: Experiences and Directions (OWLED-2009). – 2009. – Vol. 529. – P. 208– 215.
11. Kapustina A. I., Palchunov D. E. The development of ontological model of tariffs and services of mobile operator, based on logically complete definitions of concepts/ Kapustina A. I., Palchunov D. E.// Vestnik NSU Series: Information Technologies, – 2017, – vol. 15, – no. 3, – p. 34–48.

References

1. Palahin O.V. Ontologichni metody ta zasoby obrobky predmetnykh znan': monohrafiya/ Palahin O.V., Kryvyy S.L., Petrenko M.H. // Luhansk: vyd-vo VNU im. V. Dalya, – 2012. – 324 s
2. Chistyakova I.S. Inzheneriya ontolohiy/ Inzheneriya proqramnoho zabezpechennya, № 4 (20) 2014
3. Protégé : A free, open-source ontology editor and framwork for building intelligent systems, – Rezhym dostupu:<https://protege.stanford.edu/> – (data zvernennya 8.10.2024)
4. Komp'yuterni ontolohiyi ta yikh vykorystannya u navchal'nomu protsesi. Teoriya i praktyka. : Monohrafiya / S. O. Dovhyy, V. YU. Velichko, L. S. Hloba, O. YE. Stryzhak., T. I. Andrushchenko, S. A. Hal'chenko, A. V. Honchar, K. D. Hulyayev, V. M. Kudlyak, K. V., Lyashuk, O. V. Palahin, M. H. Petrenko, M. A. Popova, V. I. Sydorenko, O. O. Slyusarenko, D. V. Stus, M. YU. Ternovoy. – K.: Instytut obdarovanoyi dytyny, – 2013. – 310 s
5. Meteshkin K.A. Kibernetichna pedahohika: ontolohichny inzhenerinh v navchanni ta osviti/ Meteshkin K. A., Morozova O. I., Fedorchenko L. A., Khayrova N. F. // KH. : KHNAKH, – 2012. – 207 s. (str.37)

6. Korotenko H.M. Stvorenniya IT-oriyentovanoho ontolohichnoho freymvorku dlya tsiley formuvanyaya osvitych proqram na osnovi kompetentnostey/ Korotenko H.M., Korotenko L.M., Khar' A.T.// Nauka ta prohres transportu. Visnyk Dnipropetrovs'koho natsional'noho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazaryana : nauk. zhurn. / zasn. Dnipropetr. nats. un-t zalizn. transp. im. akad. V. Lazaryana. – Dnipro, – 2017. – № 4 (70). – c. 50-59
7. Derzhavnyy universytet intelektual'nykh tekhnolohiy i zv'yazku, [Elektronnyy resurs] : [veb-sayt]. «Polozhennya pro planuvannya diyal'nosti ta oblik robocheho chasu naukovo-pedahohichnoho personalu VNZ», – Rezhym dostupu: <https://suitt.edu.ua/wp-content/uploads/2023/05/Polozhennya-pro-planuvannya-ta-oblik-robochoho-chasu-naukovo-pedahohichnykh-ta-pedahohichnykh-pratsivnykiv.pdf> – (data zvernennya 8.10.2024)
8. Khala K. A. Sequential Presentation of Method for Integration the OWL DL and SWRL Using Protege-owl API// Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2017), – 2017, – p. 139–144.
9. Glimm B. Hermit: An OWL 2 Reasoner / Glimm B., Horrocks I., Motik B. et al. J// Autom Reasoning – 2014. - 53, – p.245–269.
10. O'Connor M., Das A. SQWRL: a query language for OWL // Proceedings of the 6th International Conference on OWL: Experiences and Directions (OWLED-2009). – 2009. – Vol. 529. – P. 208– 215.
11. Kapustina A. I., Palchunov D. E. The development of ontological model of tariffs and services of mobile operator, based on logically complete definitions of concepts/ Kapustina A. I., Palchunov D. E.// Vestnik NSU Series: Information Technologies, – 2017, – vol. 15, – no. 3, – p. 34–48.