

УДК 004.94:686

РОЗРОБЛЕННЯ ОНТОЛОГІЇ ПРОЄКТУВАННЯ ПІСЛЯДРУКАРСЬКИХ ПРОЦЕСІВ

А. В. Кудряшова

Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна

Розроблено онтологію проєктування післядрукарських процесів, що формалізує опрацьовану інформацію, передбачає оновлення та розширення. Описано основні підходи до створення онтології та основні типи онтологій. Охарактеризовано безкоштовний редактор онтологій з відкритим кодом Protégé 5, розроблений фахівцями Стенфордського університету (США). Виокремлено основні класи, підкласи та екземпляри онтології. Синтезовано ієрархічну класифікацію класів – таксономію. Для означення зв'язків між екземплярами визначені властивості-відношення, а характеристики екземплярів обумовлені властивостями-даними. Наведено фрагмент таксономії понять онтології проєктування післядрукарських процесів, властивостей-відношень, властивостей-даних, екземплярів класів, загальний онтологічний граф класів та екземплярів, загальний онтологічний граф класів та онтологічний граф визначеного класу (на прикладі класу Обсяг). Наведено кілька прикладів запитів до онтології мовою SPARQL: запит «за замовчуванням», запит із застосуванням даних про літерали, запит із застосуванням коментаря.

Ключові слова: проєктування післядрукарських процесів, онтологія, таксономія, властивість-відношення, властивість-дані, клас, екземпляр, граф.

Постановка проблеми. Проєктування післядрукарських процесів передбачає використання великої кількості об'єктів та понять, знання про які важко систематизувати. При цьому відношення між ними також можуть бути не очевидними. Натомість онтологія передбачає формування списку констант, що уможливорює посилення до термінів предметної галузі, обмеження інтерпретації термінів завдяки логічним твердженням, встановлення зв'язків.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На сьогодні відомі публікації, присвячені прогнозуванню якості книжкової продукції на основі досліджень додрукарських, друкарських [1–3] та післядрукарських процесів [4–6], в окремих працях увага приділена розробленню онтологій [7–10]. Однак онтології не широко застосовуються для дослідження поліграфічної галузі, зокрема брошурувально-палітурних процесів.

Мета статті – формування та опис онтології проєктування післядрукарських процесів шляхом виокремлення основних класів, підкласів, екземплярів та знань про них.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для формалізації знань щодо проектування післядрукарських процесів розроблено онтологію. Структура онтології безпосередньо впливає на здатність встановлювати оптимальний розв'язок основної чи побічних задач. Ітеративний підхід до створення полягає у поетапному навчанні (наповненні) онтології з можливістю постійного додавання нових класів та зв'язків між ними. У процесі збільшення моделі виникає необхідність оптимізації шляхом видалення застарілих класів.

Існує декілька основних типів онтологій:

- мета-онтології: для опису загальних понять, що не належать до предметної галузі;
- онтологія предметної галузі: формальний опис та визначення термінологічної бази предметної галузі;
- онтологія конкретної задачі: визначення термінологічної бази поставленої задачі;
- мережеві онтології: для опису результатів дії об'єктів предметної галузі чи задачі.

Основними принципами побудови онтологій є:

- «формальна онтологія», яка містить теорії частин, цілісності, рівності, залежності, узагальнень та передбачає такі принципи побудови, як потреба у розумінні всієї предметної галузі, чіткість ідентифікації, класифікація структури, встановлення ролей;
- скелетна методологія побудови онтології вручну, яка передбачає встановлення мети та меж, побудову онтології, оцінювання, документування, визначення принципів керування попередніми етапами;
- Ontological Design Patterns (ODPs) для визначення структур, термінів, семантики. Загалом побудова моделі складається з кількох етапів:
- нагромадження знань про предметну галузь;
- декомпозиція: розділення досліджуваного процесу на окремі елементи, які стануть основою моделі;
- ідентифікація елементів;
- класифікація: визначення класів та елементів, що до них належать (ієрархія класів);
- опис властивостей;
- присвоєння значень властивостей;
- створення зв'язків;
- розширення та конкретизація онтології;
- перевірка;
- впровадження онтології [11].

Для розроблення онтології проектування післядрукарських процесів використано безкоштовний редактор онтологій з відкритим кодом Protégé 5, розроблений фахівцями Стенфордського університету (США). Первинною метою Protégé є усунення проблем при побудові інтелектуальних систем. Програма надає можливість збереження онтологій у найпоширеніших форматах: OWL, RDF, XML, HTML.

Опис предметної галузі здійснюється за допомогою класів – основних структурних одиниць онтологічної моделі, які можуть містити інші класи та/або екземпляри. Класи – це загальні поняття, колекції, набори об'єктів (рис. 1). Екземпляри виступають суб'єктами (рис. 2). Зв'язок між екземпляром і класом, до якого він належить, задається предикатом *rdf: type*. Класи в онтології організовуються у таксономію (ієрархічну класифікацію). Так, для прикладу, *Обкладинка* та *Палітурка* є підкласами класу *Вид_покрівельного_матеріалу*, який є підкласом *Конструкційні_особливості*: *Вид_покрівельного_матеріалу SubClassOf Конструкційні_особливості*, *Конструкційні_особливості SubClassOf Проектування_післядрукарських_процесів*. Властивості-відношення (рис. 3) визначають існуючі зв'язки між екземплярами, наприклад: *Значний_обсяг Визначає Комплектування_підбиранням*. Властивості-дані (рис. 4) визначають конкретні характеристики екземплярів певних класів, наприклад, для екземпляра *Малий_обсяг* класу *Обсяг* – *Кількість_сторінок 64*.

Не менш важливим для опису є глосарій та тезаурус. Оформлені належним чином онтологічні словники сприяють полегшенню подальшого процесу створення онтології [10].

Для запису завжди істинних тверджень використовують аксіоми. Редактор Protégé 5 дозволяє використання таких аксіом: аксіоми класів (*SubClassOf*, *EquivalentClasses*, *DisjointClasses* та ін.), аксіоми властивостей об'єкта (*SubObjectPropertyOf*, *EquivalentObjectProperties*, *InverseObjectProperties*, *FunctionalObjectProperty* та ін.), аксіоми властивостей даних (*SubObjectPropertyOf*, *EquivalentDataProperties*, *DisjointDataProperties* та ін.), індивідуальні аксіоми (*ClassAssertion*, *ObjectPropertyAssertion*, *DataPropertyAssertion*, *NegativeObjectPropertyAssertion* та ін.), аксіоми анотації (*AnnotationAssertion*, *SubAnnotationPropertyOf*, *AnnotationPropertyDomain*, *AnnotationPropertyRange*) [12].

Онтологічна модель може бути представлена у вигляді онтологічного графа, вершинами якого є компоненти предметної галузі, а дуги вказують на напрями відношень між концептами (рис. 5–7) [11].



Рис. 1. Фрагмент таксономії понять онтології проектування післядрукарських процесів

- ◆ Періодичні_видання
- ◆ Пластмасова_плівка
- ◆ Повторне_видання
- ◆ Позошитне
- ◆ Позошитне_на_марлі
- ◆ Покращеного_типу
- ◆ Полівидання
- ◆ Полівінілацетатний_клей
- ◆ Популярне_видання
- ◆ Портативне_видання
- ◆ Прикантовані
- ◆ Приклейки
- ◆ Продовжувані_видання
- ◆ Підбиранням
- ◆ Рекламне_видання
- ◆ Релігійне_видання
- ◆ Середній_обсяг
- ◆ Середній_термін
- ◆ Середній_формат
- ◆ Серіальні_видання
- ◆ Серійне_видання
- ◆ Серія
- ◆ Синтетичні_нитки
- ◆ Синтетичні_полімерні_плівки
- ◆ Сканвініл
- ◆ Складені
- ◆ Скріплення_термонитками
- ◆ Суспільно-політичне_видання
- ◆ Суцільнопаперові
- ◆ Сінтоніт
- ◆ Тевін
- ◆ Текстові_видання
- ◆ Термоклей
- ◆ Термонитки
- ◆ Тип_1
- ◆ Тип_2
- ◆ Тип_3
- ◆ Тип_4
- ◆ Тип_5
- ◆ Тип_6
- ◆ Тип_7
- ◆ Тип_8
- ◆ Тип_9

Рис. 2. Екземпляри класів (фрагмент)

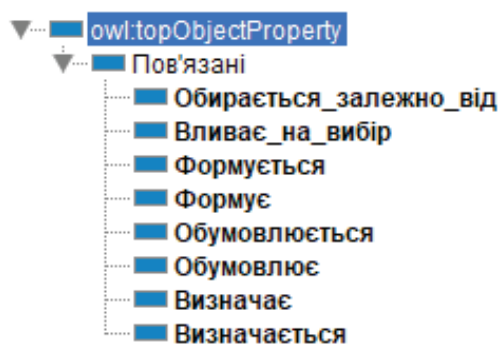


Рис. 3. Властивості-відношення

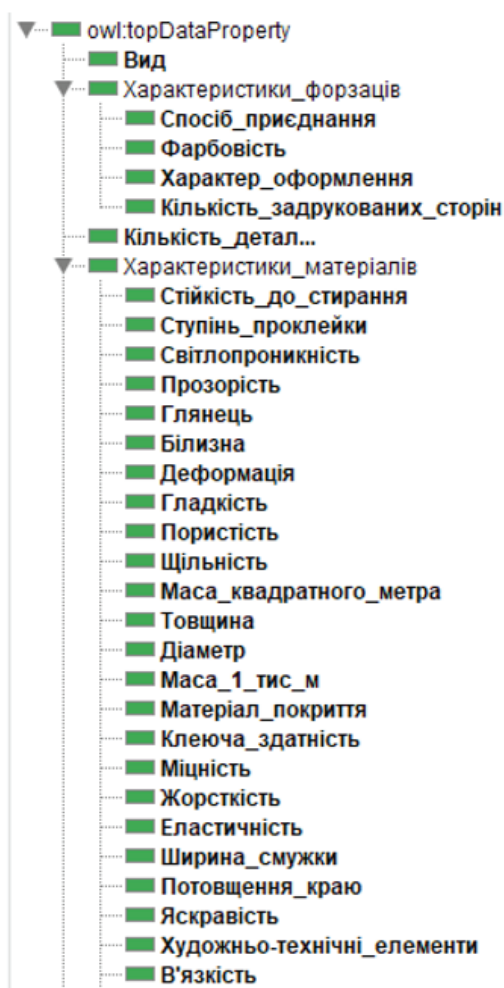


Рис. 4. Властивості-дані (фрагмент)

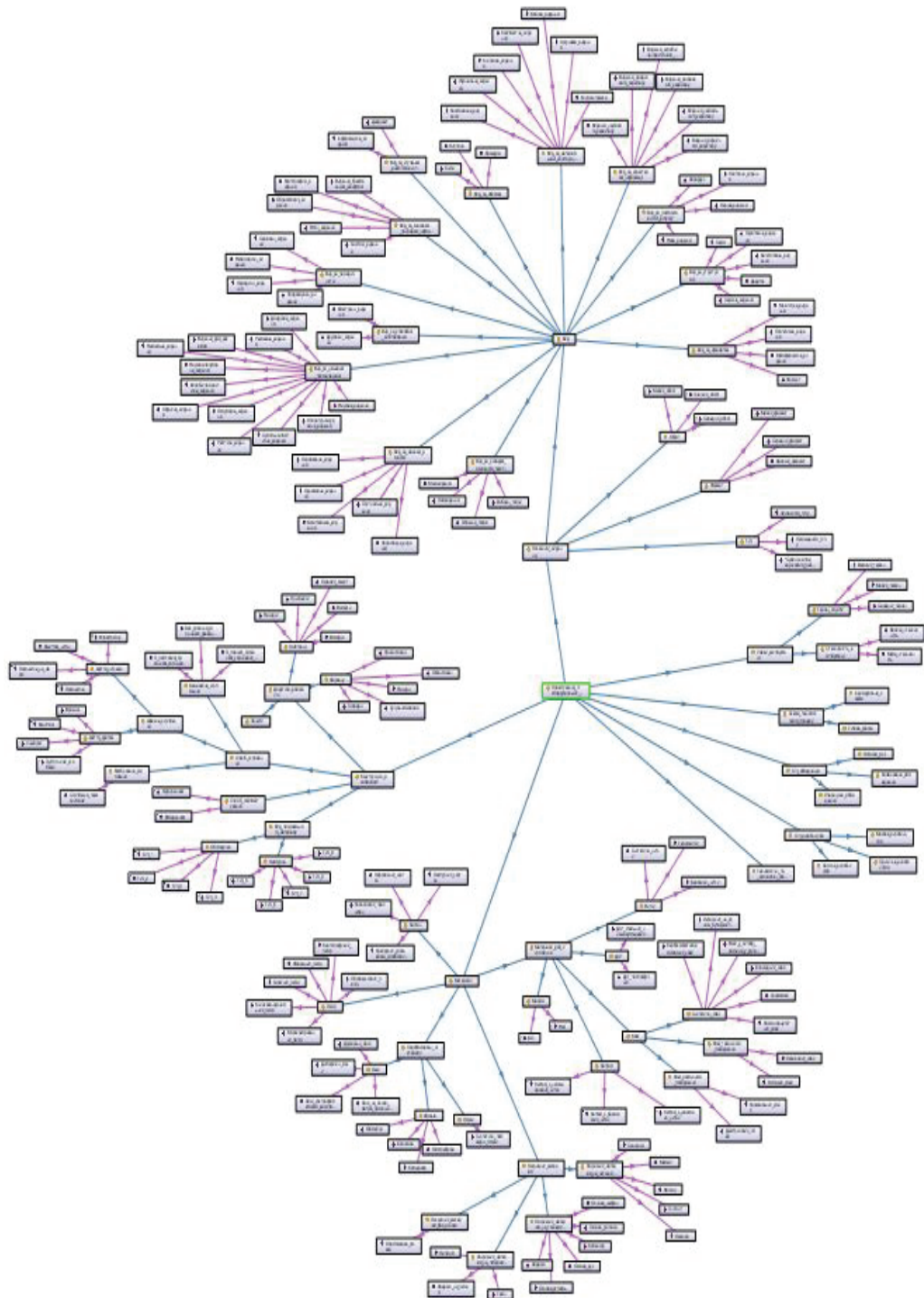


Рис. 5. Загальний онтологічний граф класів та екземплярів

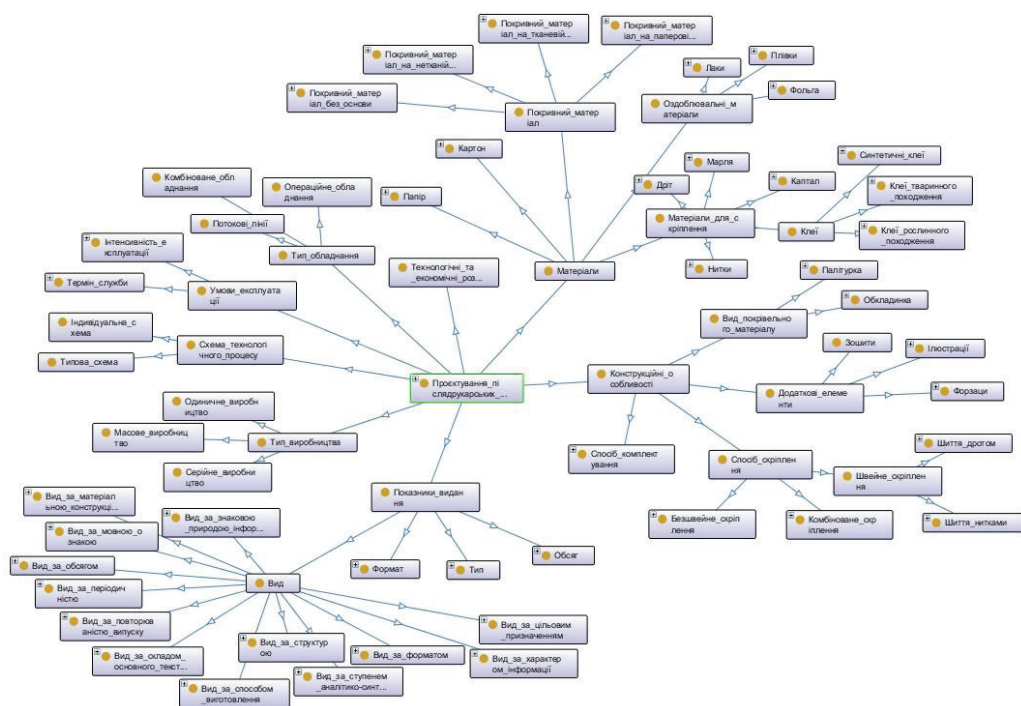
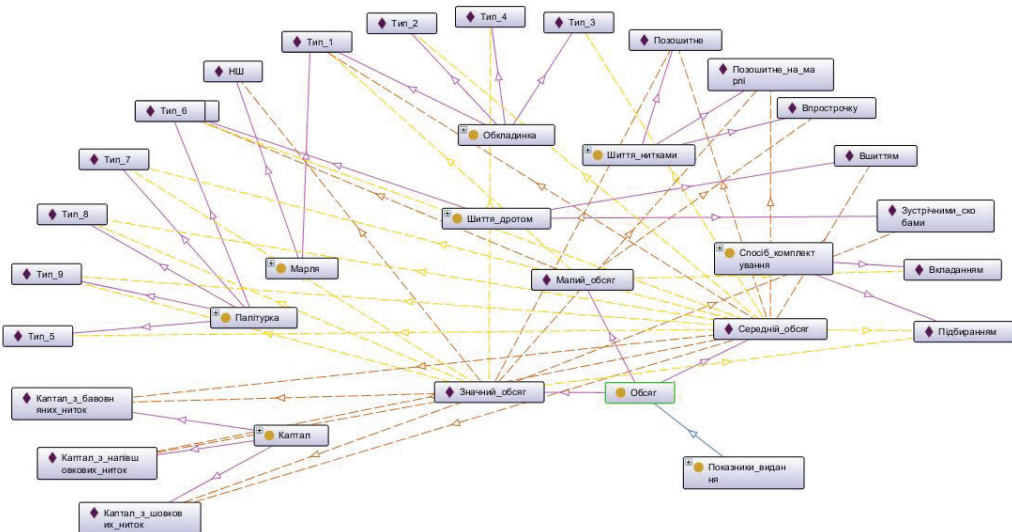


Рис. 6. Загальний онтологічний граф класів

Рис. 7. Онтологічний граф визначеного класу (на прикладі класу *Обсяг*)*

* Пунктирна лінія помаранчевого кольору візуалізує властивість-відношення *Визначає*. Пунктирна лінія червоного кольору візуалізує властивість-відношення *Обумовлює*.

Protocol and RDF Query Language (SPARQL) – одна з найпопулярніших мов запитів до даних, представлених за моделлю RDF. SPARQL є однією з технологій семантичної мережі та рекомендацією консорціуму W3C.

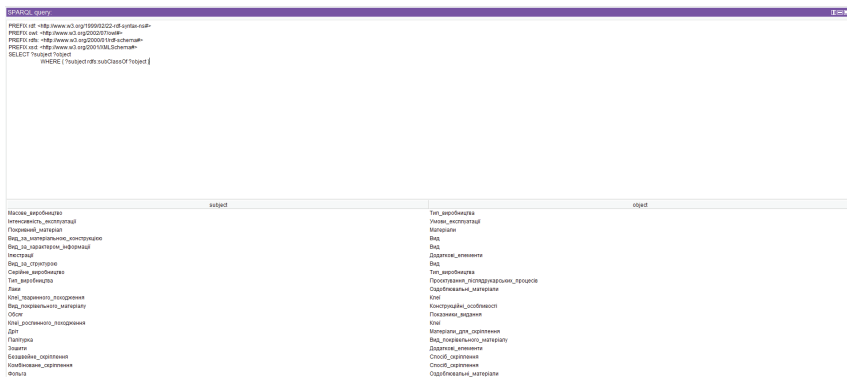
Розрізняють чотири основних типи запитів до даних:

- запит «за замовчуванням»;
- запит із застосуванням даних про літерали;
- запит на основі даних про екземпляри;
- запит на основі властивостей класів [55].

Наведемо кілька прикладів запитів до онтології мовою SPARQL:

```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
SELECT ?subject ?object
WHERE { ?subject rdfs:subClassOf ?object }
```

Повертає належність суб'єктів до об'єктів (рис. 8).

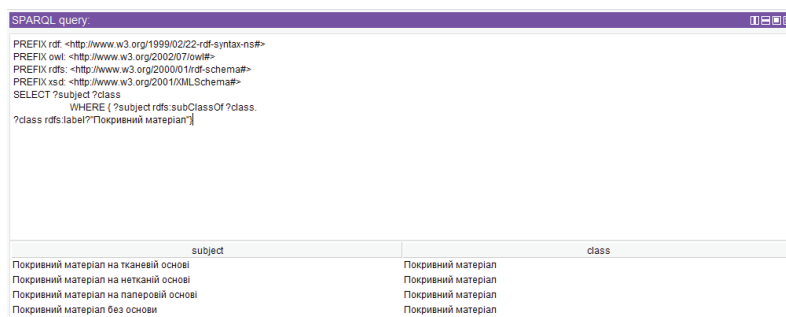


subject	object
Насича_деревина	Тип_деревина
Інтенсивність_інтенсивності	Інтенсивність_інтенсивності
Покривний_матеріал	Матеріал
Вид_на_загальному_макеті	Вид
Вид_на_загальному_макеті	Вид
Матеріал	Додаток_матеріал
Вид_на_загальному_макеті	Вид
Середня_деревина	Тип_деревина
Тип_деревина	Покривний_матеріал_поверх
Лист	Середня_деревина
Клас_матеріалу_матеріалу	Клас
Вид_матеріалу_матеріалу	Матеріал_матеріалу
Об'єкт	Матеріал_матеріалу
Вид_матеріалу_матеріалу	Клас
Діаг	Матеріал_матеріалу
Покривний	Вид_матеріалу_матеріалу
Загальне	Додаток_матеріал
Базовий_матеріал	Середня_деревина
Комбінований_матеріал	Середня_деревина
Матеріал	Середня_деревина

Рис. 8. SPARQL-запит «за замовчуванням»

```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
SELECT ?subject ?class
WHERE { ?subject rdfs:subClassOf ?class.
?class rdfs:label? »Покривний матеріал« }
```

Повертає нащадків класу, до якого застосована властивість анотації rdfs:label «Покривний матеріал» (рис. 9).



SPARQL query

```

PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
SELECT ?subject ?class
WHERE { ?subject rdfs:subClassOf ?class.
?class rdfs:label?"Покривний матеріал"}
```

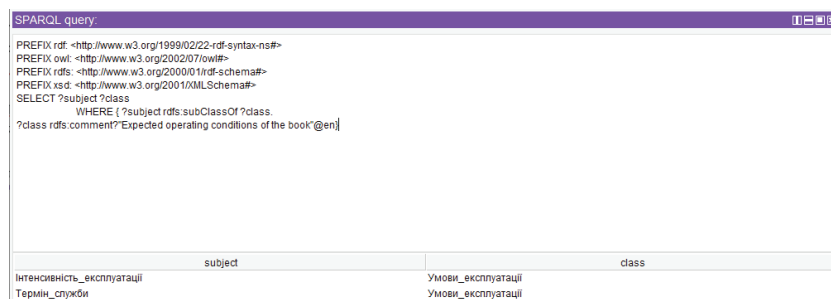
subject	class
Покривний матеріал на тканевій основі	Покривний матеріал
Покривний матеріал на нетканій основі	Покривний матеріал
Покривний матеріал на паперовій основі	Покривний матеріал
Покривний матеріал без основи	Покривний матеріал

Рис. 9. SPARQL-запит із застосуванням даних про літерали

```

PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
SELECT ?subject ?class
WHERE { ?subject rdfs:subClassOf ?class.
?class rdfs:comment?"Expected operating conditions of the book"@en}
```

Повертає нащадків класу, до якого застосована властивість анотації *rdfs:comment* «Expected operating conditions of the book»@en (рис. 10).



SPARQL query

```

PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
SELECT ?subject ?class
WHERE { ?subject rdfs:subClassOf ?class.
?class rdfs:comment?"Expected operating conditions of the book"@en}
```

subject	class
Інтенсивність експлуатації	Умови експлуатації
Термін служби	Умови експлуатації

Рис. 10. SPARQL-запит із застосуванням коментаря

Висновки. У процесі дослідження сформовано ієрархію класів проектування післядрукарських процесів; визначено екземпляри класів; означено зв'язки між екземплярами, тобто запроєктовано властивості-відношення для екземплярів; наведено характеристики екземплярів – властивості-дані.

Визначення понятійного апарату проектування післядрукарського опрацювання книжкових видань, формування зв'язків та їх теоретичне означення є первинною ланкою для розроблення інформаційної системи прогностичного оцінювання якості. Основною перевагою онтології є можливість подальшої оптимізації та навчання для розв'язання поставлених завдань. Важливим етапом є формування запитів до онтології мовою SPARQL, виконання яких свідчить про адекватність сформованих тверджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сеньківський В. М., Козак Р. О. Автоматизоване проектування книжкових видань: монографія. Львів : УАД, 2008. 200 с.
2. Сеньківський В. М., Кудряшова А. В., Козак Р. О. Інформаційна технологія формування якості редакційно-видавничого процесу : монографія. Львів : УАД, 2019. 272 с.
3. Інформаційні технології формування якості книжкових видань : монографія / Піх І. В., Дурняк Б. В., Сеньківський В. М., Голубник Т. С. Львів : УАД, 2017. 308 с.
4. Маїк В. З. Технологія брошурувально-палітурних процесів : підруч. / за заг. ред. д-ра техн. наук, проф. Е. Т. Лазаренка. Львів : УАД, 2011. 488 с.
5. Кудряшова А. В. Багатофакторний вибір альтернативних варіантів проектування післядрукарських процесів на основі лінійного згортання критеріїв. *Поліграфія і видавнича справа*. 2019. № 2 (78). С. 45–50.
6. Кудряшова А. В., Литовченко Н. М. Формування інтегрального показника якості процесу структурування видання. *Поліграфія і видавнича справа*. 2018. № 1. С. 82–89.
7. Говорущенко Т. О., Поморова О. В. Метод оцінки достатності інформації для визначення складності та якості програмного забезпечення на основі порівняльного аналізу онтологій. *Радіoeлектронні і комп'ютерні системи*. 2016. № 6 (80). С. 59–68.
8. Досин Д. Г., Даревич Р. Р., Шутяк Н. В. Розробка онтології матеріалознавства засобами Protégé-OWL. *Искусственный интеллект*. 2008. С. 70–82.
9. Литвин В. В., Даревич Р. Р., Досин Д. Г. Використання адаптивних онтологій в інтелектуальних системах прийняття рішень. *Відбір і обробка інформації*. 2009. Вип. 31 (107). С. 118–126.
10. Темникова Е. А., Асламова В. С., Берестнева О. Г. Онтологическое моделирование предметной области учреждения дополнительного профессионального образования. *Онтология проектирования*. Том 5. № 4 (18). 2015. С. 369–386. URL: http://www.ontology-of-designing.ru/article/2015_4%2818%29/2_%D0%A2emnikova.pdf (дата звернення: 18.10.2021).
11. Литвин В. В. Технології менеджменту знань : навч. посіб. Львів : Видавництво «Львівська політехніка», 2010. 260 с.
12. Ontology Metrics. Protégé 5 Documentation. URL: <http://protegeproject.github.io/protege/views/ontology-metrics/> (дата звернення: 18.10.2021).

REFERENCES

1. Senkivskiy, V. M., & Kozak, R. O. (2008). Avtomatyzovane proektuvannia knyzhkovykh vydan. Lviv : UAD (in Ukrainian).
2. Senkivskiy, V. M., Kudriashova, A. V., & Kozak, R. O. (2019). Informatsiina tekhnolohiia formuvannia yakosti redaktsiino-vydavnychoho protsesu. Lviv : UAD (in Ukrainian).
3. Pikh, I. V., Durniak, B. V., Senkivskiy, V. M., & Holubnyk, T. S. (2017). Informatsiini tekhnolohii formuvannia yakosti knyzhkovykh vydan. Lviv : UAD (in Ukrainian).
4. Maik, V. Z. (2011). Tekhnolohiia broshuruvalno-paliturnykh protsesiv / za zah. red. d-ra tekhn. nauk, prof. E. T. Lazarenka. Lviv : UAD (in Ukrainian).
5. Kudriashova, A. V. (2019). Bahatofaktornyi vybir alternatyvnykh variantiv proektuvannia pislidrukarskykh protsesiv na osnovi liniinoho zghortannia kryteriiv: Polihrafiia i vydavnycha sprava, 2 (78), 45–50 (in Ukrainian).

6. Kudriashova, A. V., & Lytovchenko, N. M. (2018). Formuvannia intehralnogo pokaznyka yakosti protsesu strukturuvannia vydannia: Polihrafiia i vydavnycha sprava, 1, 82–89 (in Ukrainian).
7. Hovorushchenko, T. O., & Pomorova, O. V. (2016). Metod otsinky dostatnosti informatsii dlia vyznachennia skladnosti ta yakosti prohramnogo zabezpechennia na osnovi porivnialnoho analizu ontolohii: Radioelektronni i komp'uterni systemy, 6 (80), 59–68 (in Ukrainian).
8. Dosyn, D. H., Darevych, R. R., & Shutiak, N. V. (2008). Rozrobka ontolohii materialoznavstva zasobamy Protégé-OWL: Iskusstvennyj intellekt, 70–82 (in Ukrainian).
9. Lytvyn, V. V., Darevych, R. R., & Dosyn, D. H. (2009). Vykorystannia adaptivnykh ontolohii v intelektualnykh systemakh pryiniattia rishen: Vidbir i obrobka informatsii, 31 (107), 118–126 (in Ukrainian).
10. Temnikova, E. A., Aslamova, V. S., & Berestneva, O. G. (2015). Ontologicheskoe modelirovanie predmetnoj oblasti uchrezhdenija dopolnitel'nogo professional'nogo obrazovaniya: Ontologija proektirovaniya, 5, 4 (18), 369–386. Retrieved from http://www.ontology-of-designing.ru/article/2015_4%2818%29/2_%D0%A2emnikova.pdf (data zvernennja: 18.10.2021) (in Russian).
11. Lytvyn, V. V. (2010). Tekhnolohii menedzhmentu znan. Lviv : Vydavnytstvo «Lvivska politehnika» (in Ukrainian).
12. Ontology Metrics. Protégé 5 Documentation. Retrieved from <http://protegeproject.github.io/protege/views/ontology-metrics/> (data zvernennja: 18.10.2021) (in English).

doi: 10.32403/0554-4866-2021-2-82-62-73

DESIGN ONTOLOGY DEVELOPMENT OF POST-PRINTING PROCESSES

A. V. Kudriashova

*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
kudriashovaaliona@gmail.com*

A design ontology of post-printing processes has been developed, which formalizes the processed information, provides for updates and expansions. The main approaches to creating an ontology and the main types of ontologies are described. The free open source ontology editor Protégé 5, developed by Stanford University (USA), is described. The main classes (design features, materials, performance indicators, technological scheme, type of production, type of equipment, operating conditions), subclasses (for example, subclasses of the class design features are: type of roofing material, additional elements, assembly method, fastening method) and instances of the ontology (for example, instances of the cover subclass are: type 1, type 2, type 3, type 4). A hierarchical classification of classes – taxonomy – has been synthesized. To determine the relationships between instances, certain properties-relationships (determines, is determined, influences the

choice, is chosen depending on, conditions, is conditioned, forms, is formed). Specimen characteristics are determined by data properties (e.g. abrasion resistance, degree of sizing, light transmission, transparency, gloss, whiteness, deformation, smoothness, porosity, density, mass per square meter, thickness). The taxonomy fragment of concepts of design ontology of post-printing processes, properties-relations, properties-data, instances of classes, the general ontological graph of classes and copies, the general ontological graph of classes and the ontological graph of a certain class (on the example of class Volume) is given. Here are some examples of ontology queries in SPARQL: query "default", query using literal data, query using comment.

Keywords: *design of post-printing processes, ontology, taxonomy, property-relation, property-data, class, copy, graph.*

Стаття надійшла до редакції 20.10.2021.

Received 20.10.2021.