

УДК 004.08

**РОЗРОБКА ПРОТОТИПУ СЕМАНТИЧНОГО РЕПОЗИТОРІЮ  
ДОКУМЕНТІВ ТА ЙОГО ІНТЕГРАЦІЯ З РОЗПОДІЛЕНИМ  
ОНТОЛОГІЧНИМ ПОРТАЛОМ МЕНЕДЖМЕНТУ ОСВІТНІХ І  
НАУКОВИХ РЕСУРСІВ МОН УКРАЇНИ**

**Рябова Н.В., Шевченко О.Ю., Білоіваненко М.В., Воскобойникова Г.А.,  
Головянко М.В., Волошина Н.О., Шубкіна О.В.  
Харківський національний університет радіоелектроніки**

*У роботі розглянуто поняття семантичного репозиторію в сучасних системах менеджменту знань. Запропонована програмна архітектура захищеного семантичного репозиторію документів з можливістю контролю версій. Також, розглянуто його інтеграцію з розподіленим онтологічним порталом менеджменту освітніх і наукових ресурсів МОН України.*

**Ключові слова:** семантичні технології, семантичний репозиторій, онтологічний портал, архітектура.

### **Вступ**

Галузь освіти та науки України є складним та багатовимірним об'єктом. Тому, для підтримки процесів, що перебігають в цій предметній області групою розробників Харківського національного університету радіоелектроніки (кафедра штучного інтелекту) було обрано онтологічний підхід до представлення знань. Розроблений в межах науково-дослідної роботи ІТ/543-2009 «Розробка і впровадження розподіленої архітектури онтологічного порталу МОНУ для надійного, безпечного та ефективного менеджменту та інтеграції освітніх ресурсів» онтологічний портал покликаний забезпечувати, насамперед, наступні задачі галузі освіти і науки:

- забезпечення ефективних процедур менеджменту освітніх і наукових ресурсів, що підпорядковані Міністерству освіти і науки України;
- забезпечення контролю якості вищої освіти України на основі підтримки процедур акредитації та ліцензування ВНЗ;
- забезпечення прозорості формування показників діяльності вищих навчальних закладів та можливість їх аналізу за зазначений період.

База знань, яка є основою онтологічного порталу менеджменту національних освітніх ресурсів, зберігає в собі всі ресурси предметної області, їх характеристики, параметри та механізми їх обробки. Це надає можливість (на основі семантичних зв'язків між ресурсами предметної області, їх параметрами та значеннями цих параметрів) значною мірою автоматизувати процедури аналізу показників діяльності ВНЗ та якісних характеристик ресурсів галузі.

Для розширення функціональних можливостей онтологічного порталу та забезпечення представлення в ньому актуальної на поточний момент, коректної та правдивої інформації в межах науково-дослідної роботи ІТ/543-2009 передбачено розробку семантичного репозиторію документів, що буде інтегровано з порталом.

Семантичний репозиторій, головною задачею якого є забезпечення та регламентація процесів предметної області, для якої він розроблений, в контексті онтологічного порталу менеджменту освітніх ресурсів, повинен містити документи, що регламентують всі види діяльності вищих навчальних закладів на всіх структурних рівнях галузі; встановлюють допустимі норми для значення показників діяльності навчальних закладів; підтверджують достовірність усієї інформації, яка наповнює онтологічний портал. Таким чином, семантичний репозиторій міститиме не тільки знання про перебіг процесів та встановлені

нормативи для ресурсів в галузі освіти і науки, але й забезпечити належний рівень довіри до наповнення онтологічного порталу. Для забезпечення цього розробникам створено механізми, що дозволяють встановлювати посилання між значенням параметрів ресурсів онтологічного порталу та документами репозиторію, що містять задане значення, пояснюють природу його виникнення і підписані та узгоджені відповідальними посадовими особами.

### **Поняття семантичного репозиторію в сучасних системах менеджменту знань**

У багатьох сучасних системах підтримки прийняття рішень значна частина інформації, яку необхідно зберігати та обробляти, представлена у вигляді текстових документів. До таких систем, наприклад, відносяться сучасні корпоративні системи, які передбачають функціонування в Інтернет-просторі, а також портали знань. В останньому випадку ядром системи є онтологічна база знань, у якій експліцитно представлена концептуальна модель предметної області (ПрО), основні поняття (концепти) і терміни, релевантні ПрО, а також система відношень між ними. Корпоративний портал повинен забезпечувати єдиний спосіб доступу до внутрішньої інформації організації, який дозволяє співробітникам встановлювати взаємодію, зв'язувати інформацію з колективним розумінням, системою цінностей та досвідом щодо прийняття оптимальних рішень. Корпоративний портал можна розглядати як інтегроване сховище інформації (репозиторій), доступне для оперативного узагальнення та аналізу. Особливу актуальність при цьому набувають методи побудови репозиторіїв текстових документів [1].

Для підвищення ефективності роботи із репозиторієм документів використовується семантичний підхід, який передбачає виділення складової кожного документа у вигляді семантичної анотації, що може бути представлена у вигляді RDF-файла [2]. Окрім стандартних тегів, які характеризують документ (автор, назва, тип документу, рік, джерело тощо), семантична анотація включає також і семантичні теги, у яких зазначені основні концепти й терміни (попередньо отримані з документів, наприклад, методами Text Mining). Подання даних у вигляді RDF-графів дозволяє використовувати онтологічний підхід як для концептуального індексування семантичних анотацій, так і для їх порівняння щодо пошуку схожих документів або документів з одного смислового поля. Питання попередньої обробки текстових документів, формування семантичних анотацій та роботи з ними розглянуті в [3,4].

Завдяки бурхливому розвитку та швидкому поширенню семантичних технологій виникло нове бачення Semantic Web як середовища менеджменту знань, яке пред'являє нові вимоги до зберігання, пошуку і обробки великих обсягів інформації у Web-орієнтованих системах. За останні роки найбільш ефективним підходом для цього стали так звані семантичні репозиторії. Слід зазначити, що досі ще немає узгодженого та добре означеного терміна для того, що ми називаємо «семантичний репозиторій». До неповного списку приблизних синонімів, які використовуються й досі паралельно з терміном «семантичний репозиторій» відносяться, наприклад, такі поняття :

- блок міркувань (reasoner);
- онтологічний сервер (ontology server);
- семантичне сховище (semantic store);
- метасховище (metastore);
- RDF база даних (RDF database).

Така різниця у формулюваннях приблизно схожих понять є відображенням базових відмінностей у реалізаціях, виконанні, впровадженні, продуктивності, передбачених застосуваннях тощо. Означення «семантичний репозиторій» є спроба охопити основну функціональність, яка виявляється за допомогою різноманітного інструментарію, об'єднаного під ім'ям «семантичний репозиторій».

Семантичні репозиторії комбінують у собі властивості систем керування базами даних (СКБД) та машин логічного виведення (inference engine). Таким чином, семантичний репозиторій розглядається як машина логічного виведення за функціональністю близька до СКБД тому, що теж призначена для зберігання, опитування, та управління структурованими

даними. Семантичні репозиторії відіграють роль web-серверів тому, що спроможні до зберігання, інтерпретації та обслуговування запитів різних категорій користувачів до великих масивів даних. Слід зазначити, що вони все ще знаходяться на початковій стадії свого бурхливого розвитку. З 2004 р. кожну пару років машини логічного виведення стають на порядок швидше та більш масштабованими. Подібно підняттю у гору, кожне нове досягнення у створенні семантичних репозиторіїв відкриває нові можливості, але й нові проблеми. Такі системи також метафорічно порівнюють з машинами-шляхоукладальниками (track-laying machines), які подовжують «залізничний шлях» області дії даних, крок за кроком змінюючи організацію та структуру даних цілих предметних галузей, надаючи можливості для організації все більш і більш складних даних, які можна обробляти з меншими часовими витратами.

### **Взаємозв'язок параметрів ресурсів в онтологічному порталі та документів, що їх підтверджують**

Через необхідність формалізувати інформацію, написану природною мовою, процес формування семантичних анотацій для різнорідних документів є досить складним. Тому в онтологічному порталі реалізовано автоматичний процес формування окремих семантичних анотацій документів. Портал містить велику кількість параметрів освітніх і наукових ресурсів, при цьому кожен параметр може бути підтверджено тим чи іншим документом з семантичного репозиторію. В інтерфейсі portalу, де редагується параметр, є кнопка, що дозволяє підтвердити введені дані відповідною копією документу. Вона показана на наступному рисунку (рис. 1):







Дисципліна та її забезпечення	
Цикл, до якого належить дисципліна	Дисципліни вільного вибору ВНЗ 
<i>Кількість примірників основної літератури згідно з програмою</i>	
Підручники та навчальні посібники	2 
Конспекти лекцій	1 
Методичні вказівки	2 
<i>Навчально-методичне забезпечення</i>	
Забезпеч. навчальною літ-рою, %	100 
Наявність фахових періодичних видань	<input checked="" type="checkbox"/>
Підручників на одного студента	1 

Рис. 1. Внесення параметрів до онтологічного portalу МОНУ

Такий зв'язок може бути використаний для автоматичного формування семантичної анотації документу. Це дуже зручно: якщо комп'ютер сам і не в змозі провести аналіз сканованого документу зі 100% відповідністю, то все ж певний аналіз можливо зробити завдяки урахуванню зв'язків документа з параметрами, які він підтверджує.

В онтологічному порталі структура бази знань містить опис всіх типів об'єктів, їх параметрів та механізмів їх обчислення, а також семантичний опис сторінок онтологічного portalу. Портал комбінує ці описи і виконує дії з обчислення параметрів, якщо метод їх обчислення заданий, та на засадах цієї інформації динамічно створює Web-сторінки portalу. Онтологія зберігає різні елементи знання, організовані в графову структуру, але при формуванні сторінок онтологічного portalу використовується тільки та інформація, яка пов'язана з описом вкладок portalу, при цьому логічні зв'язки між об'єктами та класами онтологічного portalу зберігаються, але не використовуються для подальших обчислень. Для формування робочих вкладок онтологічного portalу зараз використовується спрощена версія онтологічного дерева, яка містить посилання тільки на об'єкти класів. Онтологія ресурсів portalу може розширюватися для нарощування необхідної функціональності, до того ж її об'єкти мають велику кількість параметрів, які також можна задати у рамках онтологічного portalу. Перегляд набору параметрів будь-якого з класів онтології освітнього процесу здійснюється з використанням заданого користувачем набору параметрів фільтрації.

За допомогою повного онтологічного опису параметрів з'являється можливість сформуванню достатньо детальні RDF-анотації для кожного з них. Адже при посиланні будь-якого параметру на документ, його опис та значення додається до анотації цього документу. Таким чином для кожного документа репозиторію накопичується досить докладна семантична анотація. Вона дозволить вирішувати завдання семантичного пошуку, порівняння документів, надасть можливість дізнатися, чим попередня версія документу відрізняється від наступної, та провести порівняння документу та його анотації для виявлення розбіжностей.

#### **Опис документу семантичного репозиторію та розробка його формального подання**

Архітектура онтологічного порталу менеджменту освітніх та наукових ресурсів МОН України ґрунтується на принципах розробки розподілених систем, орієнтованих на роботу в Інтернет для багатьох користувачів. Портал являє собою спеціалізовану інформаційну систему, постачену ергономічним Web-інтерфейсом користувача. Інформаційну основу порталу складає онтологія і пов'язаний із нею опис відповідних ресурсів.

Одним з головних завдань виконання даного етапу роботи є реалізація прототипу семантичного репозиторію документів з можливістю контролю версій та його інтеграція з розподіленим онтологічним порталом менеджменту освітніх та наукових ресурсів МОН України. Тому далі розглянемо поняття документу семантичного репозиторію, введемо його основні характеристики та покажемо його зв'язки з іншими ресурсами системи.

У семантичному репозиторії документи зберігаються у вигляді двох основних складових: безпосередньо самого документа та семантичної анотації, сформованої на основі зв'язку між онтологічним порталом і семантичним сховищем. Введемо основні характеристики документа, які враховуються на даному етапі розробки, а також набір зв'язків між документами та ресурсами онтології.

Необхідною умовою формального подання документа в рамках завдання менеджменту ресурсів є виділення його значущих елементів, що відображують специфіку процесів інтеграції семантичного репозиторію та онтологічного порталу МОНУ. Ієрархія таких елементів охоплює, насамперед, реквізити, які характеризують дане інформаційне джерело. Якщо розглядати документообіг у вищих навчальних закладах, то можна виділити наступні основні характеристики документа:

1) організація, відділ, що випускає документ (*DocAuth*):

– відділи університету, до яких відносяться наступні: ректорат, відділ науково-педагогічної праці, факультет, приймальна комісія, центр довузівської підготовки, науково-дослідна частина, відділ кадрів (студентів, професорсько-викладацького складу, учбово-допоміжної частини), бухгалтерія, планово-фінансовий відділ, відділ охорони праці, 1-ий відділ, 2-ий відділ та ін.

– відділи кафедри: філія кафедри, учбова лабораторія, науково-дослідна, науково-дослідна та учбова лабораторія.

2) тип документу (*DocType*), який задається списком: наказ, розпорядження, витяг, звіт, акт, план, договір, протокол, журнал обліку, програма роботи, стандарт роботи, графік роботи, паспорт, нормативний документ, заявка, статут, посадові інструкції.

3) назва документу *DocName*;

4) реєстраційний номер документу *RegNumber*;

5) дата випуску документу *ReleaseDate*;

6) документ підписаний (дата) *ConsummatedDate*;

7) строки дії документу *ValidityPeriod*;

8) обліковий номер документу *AccountNumber*;

9) кількість сторінок документу *PageQuantity*;

10) особи, з якими документ узгоджено (посада, ПІБ) *AgreementPerson*.

У зв'язку з інтеграцією онтологічного порталу МОНУ та семантичного репозиторію, виділяють деяку кількість ознак самого файлу, що завантажений у систему та для якого

згодом буде сформована семантична анотація з обліком інформації, яка зберігається в системі.

Існує безліч посилань  $Pr$  між документом (завантаженим файлом) і онтологічним порталом, що враховують також контроль версій і захист інформації цифровим підписом. Їх можна виділити окремо, а саме: прив'язка до деякого ресурсу порталу  $PortalResource$ , посилання на 1 попередню версію  $PreviousVersion$ , кількість попередніх версій  $PreviousVersionNumber$ , URI для доступу до файлу  $DocFileURI$ , розмір у байтах  $FileSize$ , дата завантаження файлу  $FileLoadingDate$ , тип контенту  $ContentType$ , користувач, що завантажив документ  $FileLoadingUser$ , користувач, що поставив підпис  $FileSignUser$ , текст підпису  $Signature$ , статус валідації підпису  $SignValidation$ .

Одержуємо множину, що характеризує інформацію про об'єкт, що зберігається в семантичному репозиторії,  $Pr = \{PortalResource, PreviousVersion, PreviousVersionNumber, DocFileURI, FileSize, FileLoadingDate, ContentType, FileLoadingUser, FileSignUser, Signature, SignValidation\}$ . Цей опис дозволяє отримати зв'язки між ресурсами онтологічного порталу та завантаженим до системи документом, що використовується далі для формування семантичних анотацій.

Таким чином, формально узагальнену структуру документу семантичного репозиторію можна представити в наступному вигляді:  $M^D = \{DocAuth, DocType, DocName, RegNumber, ReleaseDate, ConsummatedDate, ValidityPeriod, AccountNumber, PageQuantity, Pr\}$ .

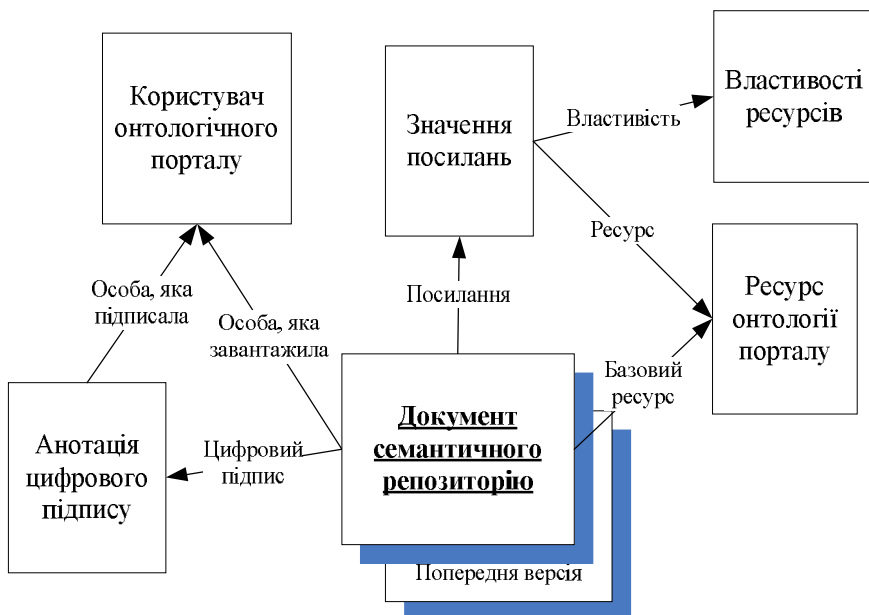


Рис. 2. Узагальнена модель документу семантичного репозиторію

Наведений структурний опис є відображенням інформації про документ, що завантажується до системи, узагальнену схему якого представлено на рис. 2. Усі характеристики, які було наведено, використовуються для надання максимальної інформативності даним, що зберігаються у семантичному репозиторію.

Слід зауважити, що запропонована модель  $M^D$  є актуальною лише для задач, які розглядаються в даному дослідженні. Будь-яка зміна інтеграції семантичного репозиторію та онтологічного порталу приведе до відповідних змін в описі вимог та основних характеристик, що вводяться для документів.

### Програмна архітектура семантичного репозиторію документів

Репозиторій, як система, що є орієнтованою на конкретну предметну область, зберігає в собі не тільки дані, але й процедури їх аналітичної обробки. Тому, застосовуючи технології онтологічного інжинірингу до представлення предметної області, яка становить основу репозиторію, справедливим є твердження, що репозиторій стає семантичним, бо зберігає в

собі повну картину світу (предметної області) – знання, правила їх обробки та застосування в межах системи.

Функціональне призначення репозиторію документів відокремлює його від будь-яких інформаційних систем, що забезпечують обробку даних та знань в заданій предметній області. Виходячи з цього, до семантичного репозиторію документів можна встановити такі вимоги:

1) семантичний репозиторій повинен бути повністю автономною системою, яка реалізує процедури менеджменту документів, що підтримують та регламентують задачі предметної області;

2) документи, що зберігаються в семантичному репозиторії, повинні бути структуровані відповідно галузям їх застосування; таким чином вони є повністю відокремленими від структури (моделі) засобів їх обробки;

3) семантичний репозиторій повинен містити вичерпну інформацію щодо процесів, які перебігають в заданій предметній області;

4) інформація, що міститься в репозиторії, створюється за його межами, не може бути зміненою чи видаленою з репозиторію; тобто дані та знання, які зберігатимуться в семантичному репозиторії, мають бути доступні лише для перегляду;

5) ще однією особливістю репозиторію є те, що інформація в ньому є коректною лише тоді, коли вона пов'язана з конкретним відрізком часу чи конкретною датою; таким чином репозиторій, окрім зберігання актуальної поточної інформації, повинен містити також і всі попередні версії документів;

6) семантичний репозиторій повинен реалізовувати механізми інтеграції з тією системою, роботу якої він підтримує.

Реалізація семантичного репозиторію, який містить документи, пов'язані з задачами менеджменту національних освітніх ресурсів, потребує також реалізації повністю захищеної системи. Можливість надійного захисту може бути здійснена завдяки підтримці наступних функцій репозиторію:

- розподіл ролей користувачів, що забезпечить можливість створення та перегляду документів репозиторію лише тими особами, які мають відповідні до їх посади права доступу до інформації; реалізація розподілу ролей повинна здійснюватися на основі знань, що містяться в онтологічному порталі менеджменту національних освітніх ресурсів;

- реалізація можливості цифрового підпису документів, які зберігатимуться в репозиторію, що надасть змогу встановлювати відповідальних за будь-яку надану інформацію, а також забезпечить високий рівень довіри до всіх документів репозиторію;

- також семантичний репозиторій повинен містити захищене сховище даних.

На основі зазначених вище вимог до створення семантичного репозиторію документів, для підтримки задач онтологічного порталу менеджменту національних освітніх ресурсів, було розроблено програмну архітектуру репозиторію, яка наведена на рисунку 3. Розроблений семантичний репозиторій реалізовано як автономну Web-систему, що інтегрована до онтологічного порталу.

Архітектура семантичного репозиторію передбачає, насамперед, можливість реалізації найважливіших функцій – механізмів завантаження документів до репозиторію з можливістю контролю версій, механізмів перегляду всіх існуючих документів репозиторію згідно заданих параметрів перегляду та прав доступу до інформації. Ці функції реалізовано окремими модулями системи, які пов'язані з моделями розподілу прав доступу та захищеним файловим сховищем. Також в межах запропонованого семантичного репозиторію передбачено можливість реалізації модулю підтримки цифрового підпису документів, який передбачає організацію збереження відкритих ключів цифрового підпису та можливість верифікації підписів на основі цих ключів.

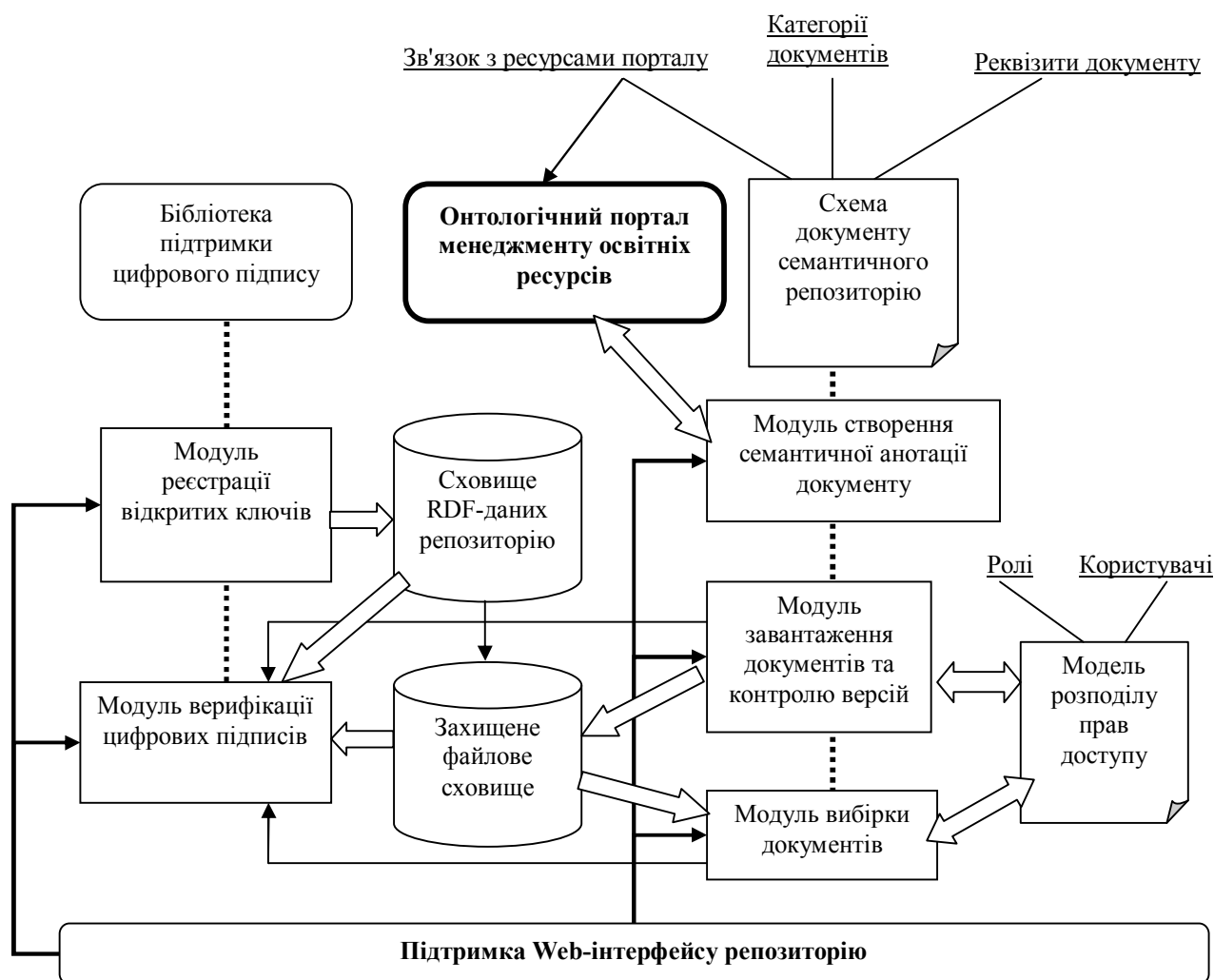


Рис. 3. Архітектура семантичного репозиторію

Документи в семантичному репозиторії мають метадані у вигляді схеми документу, яка містить необхідні реквізити, що потрібні для його коректного зберігання та подальшого використання. У схемі документу репозиторію передбачено можливість зазначення галузі (зазначення категорії документу) предметної області, до якої він належить.

Основною особливістю розробленого семантичного репозиторію є механізм інтеграції його з онтологічним порталом, який реалізовано завдяки створенню семантичної анотації документу, що містить посилання на значення параметрів ресурсів онтологічного порталу або на самі ресурси.

#### **Контроль версій документів семантичного репозиторію та визначення концепції захищеного сховища**

Визначення версії документу пов'язано із часовою відміткою, яка призначається кожному документу, який розміщується у семантичному репозиторії. Відповідно до часової відмітки, вибудовується порядок накопичення документів у репозиторії. Наявність декількох версій одного і того самого документу вказує на те, що відбулися зміни поточної версії документу у відповідних відрізках часу, тобто поточна версія є актуальною на даний момент. Це може бути, наприклад, результатом розпорядження Міністерства освіти або підрозділу університету. При цьому різні версії документу містять інформацію, що є релевантною для певного часового інтервалу.

Додавання нової версії конкретного документу вимагає створення та заповнення актуальної семантичної анотації, яка завантажується до репозиторію разом із самим документом та зберігає опис його основних характеристик. У випадку розміщення нової

версії документу увесь набір версій залишається доступним для перегляду користувачами репозиторію.

Для можливості відстеження змін у змісті документу анотація містить посилання на попередню версію документу в репозиторії, а також інформацію про кількість всіх доступних для перегляду версій. Таким чином, можна відтворити весь ланцюг версій документу – від первинної, завантаженої до репозиторію, до останньої версії, яка за замовчанням вважається такою, що містить актуальну та достовірну інформацію на поточний момент.

Представлений механізм керування версіями документів дозволяє розв'язати задачі пошуку інформації на різних етапах її документування, порівняння кількісних та якісних показників, відображених у звітній документації, співставлення показників із нормативною документацією і виявлення невідповідностей, перевірка достовірності наданої інформації та моніторинг діяльності закладу, організації або структурного підрозділу із можливістю перевірки його розвитку.

Достовірність, сумісність та ненадлишковість наданої інформації забезпечується захищеністю репозиторію – можливість поповнювати репозиторій мають відповідальні за документацію працівники структурних відділів (секретарі), згідно із розподілом прав доступу до інформації порталу та репозиторію, що дозволяє впливати на процес наповнення репозиторію документами. Для захисту репозиторію використовуються технології цифрового підпису. Кожен користувач порталу, який має право поповнювати семантичний репозиторій, отримує цифровий підпис, що є парою ключів для шифрування, розшифрування та валідації документів, виданий спеціально для роботи в репозиторії, або може використовувати зовнішній, що використовує технологію цифрових підписів на основі стандарту OpenPGP (Pretty Good Privacy) [5]. Закритий ключ, що використовується для шифрування документів зберігається в захищеному місці та має пароль для використання. За допомогою закритого ключа відбувається підписування документів.

Для швидкого виконання функцій генерації ключів, підписування та верифікації документів, запропоновано два незалежних підходи:

- застосування програми;
- використання online-сервісів, які реалізовано на базі відкритого Java-проекту підтримки цифрового підпису Bouncy Castle [6].

З іншого боку, семантичні технології дозволяють здійснювати перевірку вже отриманої інформації шляхом застосування методів порівняння семантичних анотацій документів та методу верифікації інформації, який полягає у доказі достовірності та поясненні гібридного виведення знань, що зберігаються в базі знань інтелектуальної розподіленої системи (онтологічного порталу) на основі даних, які видобуваються з розподілених різномірних джерел із застосуванням підходів Semantic Web.

### **Інтеграція семантичного репозиторію документів та онтологічного порталу менеджменту національних освітніх ресурсів**

Призначення семантичного репозиторію полягає в зберіганні та забезпеченні механізмів менеджменту документів, що підтримують виконання задач в галузі освіти та науки України. Тому важливим аспектом функціонування репозиторію є його інтеграція з онтологічним порталом менеджменту національних освітніх ресурсів.

Головною вимогою до реалізації інтеграції семантичного репозиторію та онтологічного порталу є необхідність створення такого типу зв'язку систем, який би розкривав не тільки механізми передачі інформації та методи її обробки, а й смислове навантаження такого зв'язку.

Розроблений механізм інтеграції продемонстровано на рисунку 5.

Під час розробки процедур інтеграції було створено та реалізовано двосторонній механізм зв'язку між інтегрованими системами, який забезпечує можливість найбільш оптимального використання репозиторію при вирішенні задач онтологічного порталу.



Між системами існує два типи зв'язку:

- 1) прямий зв'язок (на основі використання семантичної анотації документу) від семантичного репозиторію до порталу та
- 2) зворотній зв'язок (на основі посилання на документ репозиторію) – від порталу до репозиторію.

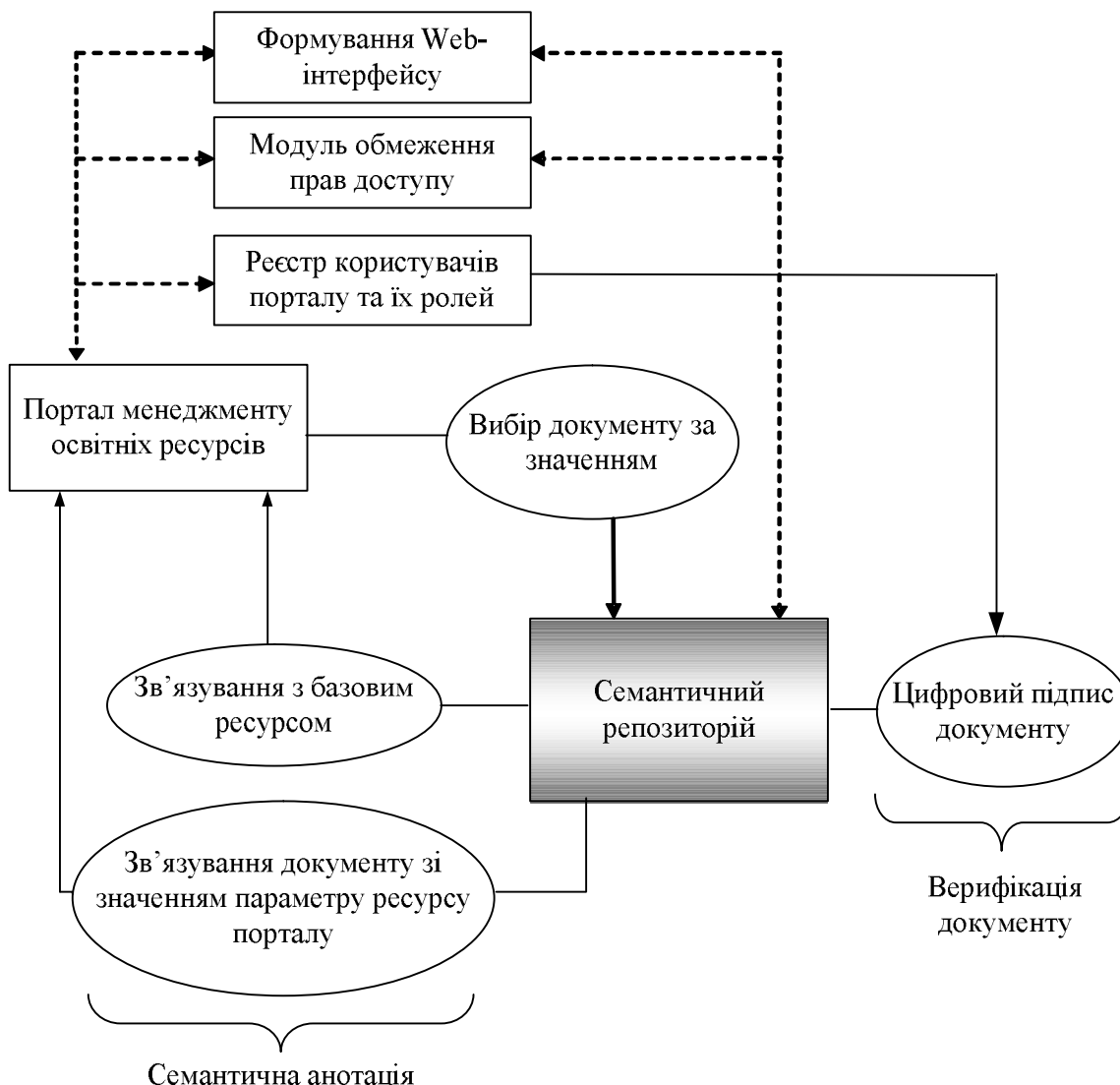


Рис. 5. Схема інтеграції семантичного репозиторію документів та онтологічного порталу менеджменту освітніх ресурсів

У свою чергу, прямий зв'язок реалізується одним з двох засобів:

- 1) неявний зв'язок – в семантичній анотації документу репозиторію формується посилання на ресурс онтологічного порталу, який відповідає заданому документу;
- 2) явний зв'язок – до семантичної анотації включається триплет, який містить посилання на значення параметру ресурсу порталу, що відповідає змісту документу.

Таким чином семантична анотація містить в собі вичерпне знання щодо призначення документу семантичного репозиторію в межах заданої предметної області.

Зворотній зв'язок забезпечує реалізацію механізмів встановлення відповідності ресурсів порталу до документів репозиторію: опис ресурсів порталу доповнюється посиланням на відповідний їм документ. Реалізація такого типу інтеграції забезпечує адекватне наповнення репозиторію актуальною, необхідною та вичерпною інформацією на основі онтологічної моделі предметної області.

Також слід зазначити, що до інтеграційних процесів між репозиторієм та порталом належить і процес верифікації документу на основі встановлення достовірності його цифрового підпису. Це реалізовано за допомогою зв'язку реєстру користувачів portalу, який містить відкритий ключ цифрового підпису, з реквізитами документів, серед яких – унікальний цифровий підпис відповідальної особи.

### **Висновки**

У роботі розглянуто поняття семантичних репозиторіїв в сучасних системах менеджменту знань, наведено опис прототипу семантичного репозиторію документів з можливістю контролю версій. Запропоновано прототип розподіленої версії «Онтологічного portalу менеджменту освітніх та наукових ресурсів МОН України» з інтегрованою системою збереження освітніх документів у захищеному семантичному репозиторії, за допомогою якого реалізовані механізми контролю та верифікації документів portalу. Також, репозиторій забезпечує можливість контролю версій, механізми перегляду всіх існуючих документів згідно заданих параметрів перегляду та прав доступу до інформації. Розроблений та інтегрований до онтологічного portalу прототип репозиторію дозволить забезпечити регламентацію та достовірність всієї інформації, що знаходиться в порталі.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Sullivan D. Document Warehousing and Text Mining. Techniques for Improving Business Operations, Marketing and Sales / D. Sullivan. – Canada: John Wiley & Sons, Inc., 2001. – 542 p.
2. Resource Description Framework: Overview. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.w3.org/RDF/>.
3. Рябова Н. Застосування онтологічної семантики у зіставленні документів / Н. Рябова, Г. Козополанська, К. Дяденко // Матеріали III Міжн. конф. молодих вчених “Комп’ютерні науки та інженерія” CSE-2009, 14-16 травня, 2009, Львів. – Львів: НУ „Львівська політехніка”, 2009. – С. 107-108.
4. Волошина Н.А. Онтологический подход к построению хранилищ текстовых документов в системах поддержки принятия решений / Н.А. Волошина, А.А. Козополанская, Н.В. Рябова, О.В. Шубкина. // Праці V Міжн. школи-семінару «Теорія прийняття рішень». – Ужгород, УжНУ, 2010. – С. 46-47.
5. Secure E-Mail and File Encryption using GnuPG. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.gpg4win.org/>.
6. The Legion of the Bouncy Castle. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.bouncycastle.org/>.