

УДК 004.9

Б. П. РУСИН<sup>1</sup>, В. А. ВИСОЦЬКА<sup>2</sup>, Л. В. ПОГРЕЛЮК<sup>3</sup>

## ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ VIRTUAL LIBRARY

<sup>1,3</sup> *Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України,  
79060, вул. Наукова, 5, м. Львів, Україна*

<sup>2</sup> *Національний університет «Львівська політехніка»,  
79013, вул. Степана Бандери, 12, м. Львів, Україна*

**Анотація.** Проведено огляд особливостей проектування та розроблення інформаційної системи Virtual Library. Запропоновано новий підхід для проектування та розроблення інформаційної системи Virtual Library для збереження та опрацювання електронних книг у форматі MARC 21. Запропоновано модель інформаційної системи Virtual Library.

**Ключові слова:** віртуальна бібліотека, електронна бібліотека, хмарні обчислення, інформаційна система, MARC 21, електронна книга.

**Аннотация.** Проведен обзор особенностей проектирования и разработки информационной системы Virtual Library. Предложен новый подход для проектирования и разработки информационной системы Virtual Library для сохранения и обработки электронных книг в формате MARC 21. Предложена модель информационной системы Virtual Library.

**Ключевые слова:** виртуальная библиотека, электронная библиотека, облачные вычисления, информационная система, MARC 21 электронная книга.

**Abstract.** An overview of the features of the design and development of the Virtual Library information system was conducted. A new approach is proposed for designing and developing the Virtual Library information system for preservation and development of e-books in the format of MARC 21. The model of information system Virtual Library is proposed.

**Keywords:** virtual library, e-library, cloud computing, information system, MARC 21, e-book.

### ВСТУП

На сьогодні з експоненціальним зростом в попиті оперативної інформації для сучасної цивілізованої людини стає актуальним оцифрування книжкового фонду різного напрямку та надання до нього доступу в будь-який час з будь-якої точки земної кулі [1]. На відвідування бібліотек або не вистачає часу, або цей процес стає досить незручним (необхідна інформація розподілена в декількох бібліотеках, і навіть в декількох географічно розташованих містах/країнах) [2]. Крім того перелік послуг та їхня якість не завжди задовольняють пересічного споживача інформації [3]. Тому такі бібліотеки вже не задовольняють в певній мірі вимогам у інформатизації сучасного суспільства [4-5].

### ЗАГАЛЬНА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

На перший погляд Інтернет може вирішити проблеми у пошуку актуальної інформації [6-9]. Але і тут виникає ряд проблем [10-17]:

- Втрати часу на пошук актуальної для конкретного споживача інформації, але не «популярної» серед більшості користувачів Інтернет;
- відсутність унікальної інформації в Інтернет у зв'язку з тим, що вона необхідна лише вузькому колу споживачів;
- розгубленість серед отриманої великої множини результатів пошуку за запитом споживача;
- швидка зміна динаміки доступу до певних сайтів з необхідної інформацією;
- відсутність опції, як рекомендована література для вузькоспеціалізованих тематик;
- відсутність підтвердження у достовірності отриманої інформації (анонімність публікацій, модифікація достовірної інформації, шахрайства тощо);
- велика ймовірність наявності неточності та неповноти інформації.

Традиційна бібліотека має нести відповідальність лише за розміщену на її території інформацію [1-5]. Це в свою чергу ставить перед IT-фахівцями різноманітні задачі в оперативному розпізнаванні, опрацюванні, пошуку, збереженні та наданні відповідних доступів до великих баз даних цього книжкового

фонду, тобто електронної бібліотеки [18-24]. Згідно з [1-5] електронна бібліотека (Digital library) є розподіленою інформаційною системою (ІС) для зберігання різномірних колекцій електронних документів (текст, графіка, аудіо, відео тощо) та надання до них доступу завдяки Інтернет в зручному для кінцевого користувача вигляді. Це занадто неточне визначення цього поняття. Воно визначає, яких саме стандартів збереження необхідно дотримуватись та які інформаційні технології (ІТ) бажано використати.

Тому мета створення електронної (віртуальної) бібліотеки полягає в оперативному забезпеченні доступу постійних споживачів до інформації до актуальних для них даних з обмеженим доступом (рідкісних і рукописних книг, фотоальбомів, дисертацій, архівів, яких немає у більшості бібліотек), або до таких даних, які існують лише в електронному вигляді. Додатковим бонусом електронної бібліотеки є надання споживачам інформації більш якісних послуг для роботи з електронними даними (документами, книгами, рукописами тощо) великих обсягів. Тому електронна бібліотека – це ІС, яка забезпечує якісний та оперативний доступ до актуальної інформації в online режимі з ефектом відвідування традиційної бібліотеки (наявність полицок з книжками, можливість перегляду та обирання книжок на полицках, перегляд сканованої книжки).

### АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Virtual Library (віртуальна електронна бібліотека) є середовище такої ІС, що спеціалізована під інформаційні об'єкти (книги, рукописи, документи, манускрипти тощо) які зберігаються та опрацьовуються лише в електронно-цифровій формі, та до яких отримує доступ споживач інформації через пошукові системи Інтернет, або через спеціалізовані ІС [1-5]. В останньому випадку користувач часто має бути зареєстрованим постійним користувачем цієї ІС. Тобто є два типи електронної бібліотеки [1-5]:

- розподілена у інформаційному просторі мережа загального користування, орієнтована на обмін даними між бібліотеками через пошукові системи або спеціалізовану ІС;
- спеціалізована ІС, яка зберігає та опрацьовує у сховищах даних інформаційні об'єкти, та надає до них доступ споживачу через свої сервіси.

У першому випадку середовище такої Virtual Library може складатися від однієї до декількох електронних бібліотек, які територіально відокремлені одна від одної [1-5]. В свою чергу ІС такої віртуальної бібліотеки виступає у ролі посередника між ними та підтримує процеси спілкування, інтеграції та отримання даних про відповідні бібліотечні ресурси [1-5].

У другому випадку інформаційні об'єкти такої Virtual Library зберігаються у сховищі даних або в хмаринці, незалежно від того, якій саме бібліотеці належить даний інформаційний об'єкт [1-5]. У такому випадку така ІС виступає інтегрованим середовищем для доступу до інформаційних об'єктів певної бібліотеки, яка надає доступ через конкретну ІС до своїх ресурсів.

У будь-якому випадку є ряд переваг Virtual Library над традиційними бібліотеками, зокрема [1-5]:

- доступ до інформаційного об'єкта Virtual Library в будь-який момент часу та будь-якої точки планети, де є Інтернет, для користувача цієї ІС;
- розширене коло можливостей при пошуку та опрацюванні описових відомостей про шуканий інформаційний об'єкт;
- підтримка можливості складання пошукових виразів для ефективності пошуку, де частиною виразу може бути будь-яке слово, словосполучення або фраза шуканого інформаційного об'єкту;
- наявні в сховищі даних інформаційні об'єкти доступні цілодобово та повсюдно;
- можливість вибору подання споживачу інформаційних об'єктів в різних форматах, зручних для останнього;
- можливість подання інформаційних матеріалів в різних форматах (текст, база даних, діаграма);
- підтримка спільного використання множини певної інформації для уникнення дублювання, наприклад, для мало використовуваних матеріалів;
- забезпечення доступу до унікального інформаційного об'єкту, доступ до якого раніше вимагало фізичної присутності та отримання відповідних рівнів доступу;
- можливість збільшення кола користувачів бібліотеки та розширення доступу до власних ресурсних фондів за рахунок їх оцифрування;
- можливість оновлення електронної версії інформаційного об'єкту;
- надання можливості бібліотекам постійно підтримувати власні фонди інформаційних ресурсів в актуальному стані згідно аналізу запитів споживачів інформаційних об'єктів даної Virtual Library.

Згідно з [1-5] на сьогодні існують певні відомі багатомовні електронні бібліотеки, орієнтовні на певну множину споживачів інформації (табл. 1). Ці електронні бібліотеки мають свої переваги та недоліки.

Таблиця 1

## Відомі багатомовні електронні бібліотеки

Назва	Особливість	Перевага	Недоліки
Europeana	Європейська електронна бібліотека	Понад 2 млн оцифрованих об'єктів, швидке наповнення репозиторію інформаційними об'єктами	Через велику кількість звернень (10 млн на годину) проект закритий.
Open Library	Проект Internet Archive та Open Content Alliance	Швидке наповнення репозиторію інформаційними об'єктами, можливість безкоштовного оцифрування за бажанням будь-якої книги з списку Бостонської публічної бібліотеки.	Запити необхідно робити латинською абеткою
Gallica	Фонди Національної бібліотеки Франції	Одна з найбільших е-бібліотек світу (збільшується на 100 000 назв у рік)	Багато вільних творів переважно французькою
Google	Фонди Мічиганського, Оксфордського, університет, Мадридського, Гентського університетів, Комплутенсе, Національної бібліотеки Каталонії та Лозанни, університету Кейо у Японії.	Значна кількість оцифрованих видань у вільному доступі (включно література українською)	Через юридичні обмеження об'єктів подається в обмеженому доступі (користувачі за межами США визначаються за IP)
Гутенберг	Найстаріша електронна бібліотека	Значна кількість оцифрованих видань	Вільні твори переважно німецькою та англійською
WDL	World Digital Library	Подані об'єкти світової культури	Не подані об'єкти західної культури
MDZ, GDZ	Німецькі регіональні центри оцифрування	Значна кількість оцифрованих видань	Твори переважно німецькою та англійською
AON	Austrian Newspaper Online	Понад 4 млн оцифрованих сторінок	Архів історичної австрійської періодики

Назва	Особливість	Перевага	Недоліки
arxiv.org	Бібліотека Корнельського університету,	Найбільша збірка вільних наукових робіт та препринтів у світі	Вузько-орієнтована
International Music Score Library Project	Бібліотека нотних матеріалів	Найбільша нотна збірка	Вузько-орієнтована
Велика онлайн бібліотека художньої літератури	Понад 100 тисяч художніх творів у форматі fb2, txt і html.	Простий у використанні, але потужний релевантний пошук. Персональний список рекомендованої літератури, створюється на основі порівнянні індивідуальних оцінок книг. Обговорення, коментарі, відгуки й враження про прочитані книги. Персональна книжкова полиця. Можливість завантажити всі книги із книжкової полиці одним архівом.	Вузько-орієнтована

### ВИДІЛЕННЯ ПРОБЛЕМИ

Основна мета ІС електронної бібліотеки  $S_{DL}$  (ІСВБ) полягає в інтеграції інформаційних ресурсів для якісної, оперативної та ефективної навігації:

$$S_{DL} = \langle B, R, Q, P, f_{ig}, f_{shr} \rangle,$$

де  $B$  – множина інтегрованих документів із множини інформаційних ресурсів  $R$ ,  $Q$  – множина запитів споживачів інформації,  $P$  – множина релевантного контенту як результат пошуку за запитом споживача;  $f_{ig}$  – оператор в інтеграції інформаційних ресурсів та  $f_{shr}$  – оператор навігації в повнотекстових базах даних.

В свою чергу інтеграція множини інформаційних ресурсів  $R$  полягає в їх об'єднанні за певною множиною умов  $U_{ing}$  з метою використання різної інформації зі збереженням її властивостей, особливостей подання і можливостей її опрацювати:

$$B = f_{ig}(R, U_{ing}).$$

Така інтеграція має забезпечувати споживача інформації сприймати необхідну для нього інформацію як єдиний інформаційний простір, тобто ІСВБ має забезпечувати роботу з великими сховищами даних, наприклад, через cloud computing, та належну оперативність, якість та ефективність пошуку релевантного контенту згідно умов пошуку  $U_{shr}$ :

$$P = f_{shr}(Q, B, U_{shr}).$$

Ефективна, оперативна та якісна навігація в електронній бібліотеці полягає у забезпеченні можливості споживача знаходити актуальну та релевантну для нього інформацію у всьому доступному інформаційному просторі Virtual Library з найбільшою повнотою і точністю при найменших затратах на зусилля з його сторони.

## ФОРМУЛЮВАННЯ МЕТИ

ІСВБ має забезпечити певний набір функціональних можливостей роботи із певними інформаційними об'єктами, а не з їх контентом (табл. 2), зокрема:

- введення/видалення інформаційних об'єктів Virtual Library у певному форматі;
- інтеграція/реструктуризація інформаційних об'єктів згідно певних вимог;
- автоматичне/напівавтоматичне формування інформаційного простору Virtual Library, доступного споживачу інформації;
- забезпечення каталогізації інформаційних об'єктів та різних їхніх об'єднань згідно наперед визначених цілей (формування курсів в навчанні, формування персональної бібліотеки, формування тематичних дискусій тощо) створеного інформаційного простору Virtual Library.

Необхідно розробити ІС інтеграції технологічних процесів бібліотечного опрацювання вхідного сканованого потоку і технологій формування фондів електронних ресурсів інформаційних об'єктів.

Формування ресурсів інформаційних об'єктів складається з двох задач, яким присвячено наступні дослідження:

1) визначення оптимальної структури фонду електронних ресурсів інформаційних об'єктів, яка зумовлює технологію розташування електронних інформаційних об'єктів та пов'язана з ефективністю доступу до останніх за запитом споживачів інформації;

2) розроблення інформаційної технології, яка забезпечить оперативне опрацювання електронних інформаційних потоків та ефективне формування фондів ресурсів інформаційних об'єктів Virtual Library.

## АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Для реалізації основних процесів роботи інформаційним простором Virtual Library основним модулями такої ІС мають бути технологічний, серверний та клієнтський (рис. 1).

Відокремлюються такі основні процеси роботи ІС Virtual Library:

- технологічне опрацювання сканованих інформаційних потоків:
  - розпізнавання інформаційних об'єктів;
  - збереження в хмаринці зображень інформаційних об'єктів;
  - збереження в базі даних інформації про місце розташування в традиційній бібліотеці цих відсканованих інформаційних об'єктів;
  - маркування інформаційних об'єктів за певним шаблоном, наприклад MARC 21 та збереження цієї інформації в базі даних;
  - формування описового файлу для маркованого інформаційного об'єкту;
- формування електронних фондів інформаційних ресурсів певної традиційної бібліотеки в хмаринці як результат технологічного процесу;
- опрацювання потоків запитів споживачів для формування коректного виразу інформаційного пошуку;
- підтримка реалізації ефективного інформаційного пошуку інформаційних об'єктів згідно запитів споживача інформації, зокрема реалізація:
  - лексичний пошуку;
  - символного пошуку;
  - атрибутного пошуку;
  - лінгвістичного пошуку;
- формування множини оперативних релевантних відповідей на конкретні запити споживачів інформації;
- підтримка технології взаємодії інформаційно-ресурсних компонентів у ІС;
- аналіз частих запитів від користувачів ля формування кешу для стандартних відповідей на ці запити;
- підтримка хмарних обчислень для оперативності доступу до електронних фондів інформаційних ресурсів Virtual Library, а саме до:
  - фонду електронних документів;
  - реферативних баз даних;

- бібліографічних баз даних;
- семантичних засобів (лінгвістичне забезпечення), тобто бази знань, яку використовують для інформаційного пошуку, а саме:
  - словники правил лінгвістичного (морфологічного та семантичного) пошуку (використовують для природо мовного пошуку в змісті інформаційних об'єктів);
  - словники правил лексичного пошуку;
  - словники правил символного пошуку;
  - словники правил атрибутивного пошуку;
  - словники пошуку за форматом MARC 21.

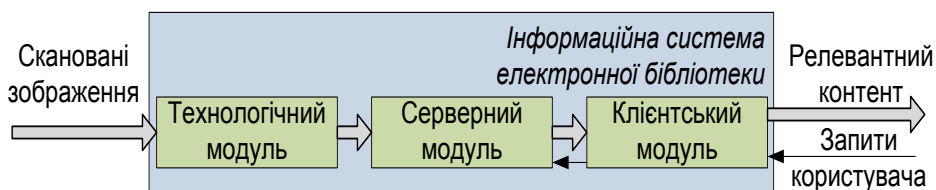


Рис. 1. Концептуальна структура інформаційної системи Virtual Library

Зазвичай сховище електронних фондів інформаційних ресурсів Virtual Library будують за дворівневою схемою:

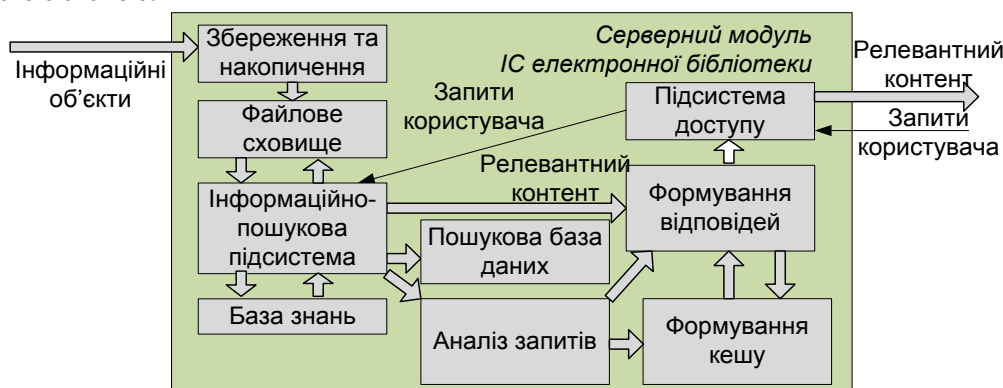


Рис. 2. Концептуальна структура серверного модуля ІС Virtual Library

- файлове сховище для збереження та накопичення інформаційних об'єктів;
- база знань для інформаційного пошуку цих інформаційних об'єктів.

Як підсумок серверний модуль ІС Virtual Library складається з підсистем (рис. 2):

- інформаційно-пошукової;
- інтерактивного доступу;
- збереження та накопичення інформаційних об'єктів в хмаринці;
- формування кешу часто запитуваних інформаційних об'єктів;
- аналізу запитів користувачі для формування кешу;
- аналізу запитів користувачів для формування релевантних відповідей.

Реферативна база даних ІС Virtual Library є основою пошукової підсистеми електронної бібліотеки. Ефективний пошук за контекстом інформаційного об'єкту забезпечує високу релевантність актуального для споживача контенту, поданих у різних форматах. Використання в інформаційно-пошуковій підсистемі реферативно-бібліографічних баз даних дозволяє також реалізувати оперативний пошук актуального контенту без інформаційного шуму (рис. 3). ІС Virtual Library має забезпечувати:

- формування інформаційних ресурсів;
- збереження та підтримки в актуальному стані;
- надання доступу до інформаційних ресурсів.

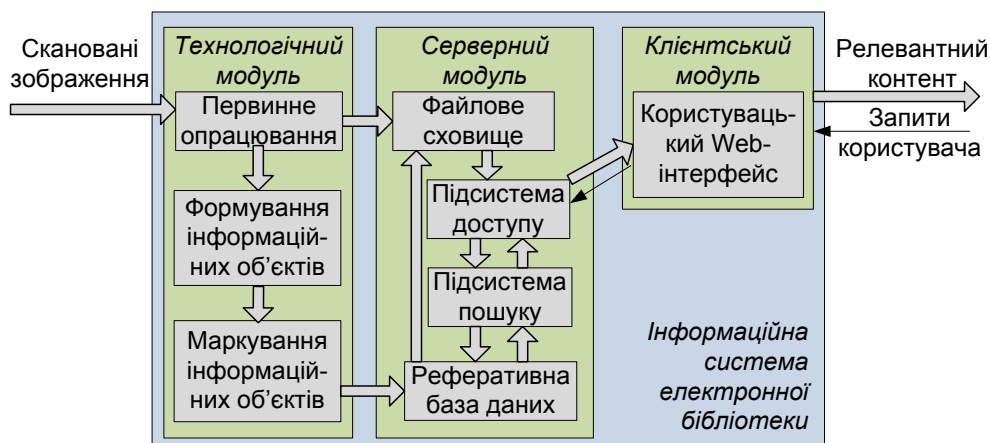


Рис. 3. Схематична модель інформаційної системи Virtual Library

В табл. 2 подані основні функціональні можливості Virtual Library.

Таблиця 2

**Функціональні можливості Virtual Library**

Назва	Пояснення
Оцифрування Бібліотечних фондів	Сканування сховищ інформаційних об'єктів, розпізнавання окремих кластерів інформаційних об'єктів, ідентифікація окремих інформаційних об'єктів у цих кластер, їх збереження та опис у певному форматі, наприклад, MARC 21.
Навігація по інформаційному просторі згідно його прав доступу	Наочне надання споживачу логічної структури інформаційного простору Virtual Library, каталогів інформаційних об'єктів ІСВБ, і надання доступу до засобів роботи з Virtual Library.
Інформаційний пошук	Формування множини інформаційних об'єктів, значення характеристик яких задовольняють умовам пошукового запиту споживача цієї інформації. Результати пошуку можна сортування за значеннями будь-якого поля, визначеного як ключового. Повинен допускати використання логічних операторів AND, OR, NO, а також можливість пошуку за значеннями >1 характеристик одночасно.
Лексичний пошук	Пошук за вільною лексикою національної мови і мов, що використовують латинський алфавіт.
Символьний пошук	Пошук за лексичною одиницею, якою є певна послідовність допустимих символів.
Атрибутний пошук	Пошук інформаційних об'єктів за значеннями їхніх характеристик (автор, назва, місце видання, дата видання тощо).
Лінгвістичний пошук	Пошук з врахуванням граматичних особливостей із застосуванням операторів контекстної відстані, що враховують порядок застосування операндів.
Пошук за форматом	Пошук за бібліографічним форматом, наприклад за MARC 21.
Перегляд змісту інформаційного об'єкта і його структури	Послідовний (сторінка за сторінкою) і вибіркового (перехід на будь-яку задану сторінку чи на будь-який елемент об'єкта). Структура і контекст інформаційного об'єкта синхронізовані: будь-яка зміна в структурі викликає відповідну зміну в контексті, і навпаки

Назва	Пояснення
Маніпулювання структурою інформаційного об'єкта	Наочне надання споживачу логічної структури інформаційного об'єкту Virtual Library і надання доступу до засобів роботи з ними.
Підтримка множини гіпертекстових і гіпермедійних зв'язків	Забезпечення споживачу інформаційних об'єктів оперативний перехід від нього чи деякого його елемента до іншого взаємозв'язаного з ним інформаційного об'єкту чи його елемента.
Протоколювання сеансу роботи споживача	Підтримка можливості переходу в кожний з раніше існуючих станів системи
Налаштування системи споживачу	Надання можливості споживачу інформації налаштувати інтерфейс та відповідні до його рівня доступу функціональні можливості ІСВБ згідно своїх уподобань та захцянок.
Встановлення закладок у тексті інформаційних об'єктів	Можливість маркування тексту інформаційного об'єкту з підтримкою оперативного переходу по цих маркерах в межах цього інформаційного об'єкту.
Експорт інформації	Надання можливості експортувати з ІСВБ інформаційний об'єкт (якщо він має властивість як вільний для доступу) або його частини (якщо відповідний споживач має право, або цю частину можна експортувати) з вказівкою на джерело.
Формування кешу	Можливість заповнення кешу множиною часто запитуваних інформаційних об'єктів
Аналіз запитів споживачів інформації	Періодичний автоматичний аналіз запитів споживачів для: <ul style="list-style-type: none"> <li>– подальшого формування кешу та його оновлення;</li> <li>– оновлення фондів ресурсів інформаційних об'єктів у разі появи нового попиту з боку постійних користувачів ІСВБ;</li> <li>– оновлення правил інформаційного пошуку для покращення рівня релевантності інформаційних об'єктів.</li> </ul>
Аналіз коментарів та відгуків від споживачів	Аналогічно до аналізу запитів споживачів інформації для підтримки ефективності роботи ІСВБ.
Формування та підтримка інформаційного портрета постійного споживача	Збір та аналіз сеансів постійного користувача ІСВБ для формування списку рекомендацій для нього щодо інших, аналогічних до його запитів, інформаційних об'єктів.
Формування та підтримка кабінету професора	Тип споживача професор може складати свої списки рекомендованих інформаційних об'єктів під певний курс або напрям дослідження та рекомендувати своїм підписчикам або іншим користувачам ІСВБ.
Аналіз роботи кабінету професора	Збір та аналіз сеансів професора ІСВБ для формування списку рекомендацій для нього щодо інших, аналогічних до його запитів, інформаційних об'єктів.



На рис. 4 подана структура запропонованої інформаційної системи Virtual Library з врахування її основних функціональних можливостей та роботи з хмаринками.

Модель інформаційної системи Virtual Library  $S_{VL}$  подамо як кортеж

$$S_{VL} = \langle X, S_{us}, S_{pr}, S_{ad}, S_{bd}, S_{sd}, S_{cs}, S_{ch}, S_{qw}, Y, f_{us}, f_{pr}, f_{ad}, f_{bd}, f_{sd}, f_{cs}, f_{ch}, f_{qw} \rangle, \quad (1)$$

де  $X$  – вхідні дані в ІСВБ у вигляді опису інформаційного об’єкту, в тому числі у форматі MRK21, та самий інформаційний об’єкт;  $S_{us}$  – підсистема роботи із користувачами для формування результатів їх запитів;  $S_{pr}$  – підсистема роботи із професорами для формування результатів їх запитів;  $S_{ad}$  – підсистема введення/модифікації правил роботи інших підсистем від адміністратора ІСВБ (наприклад, правил лінгвістичного пошуку, оновлення кешу тощо);  $S_{bd}$  – підсистема формування неструктурованої бази даних на основі marc 21;  $S_{sd}$  – підсистема формування структурованої бази даних на основі marc 21;  $S_{cs}$  – підсистема опрацювання кешу для формування звітів на популярні запити від споживачів;  $S_{ch}$  – підсистема формування кешу;  $S_{qw}$  – підсистема формування результатів роботи підсистем генерування звітів;  $Y$  – вихідні дані з ІСВБ у вигляді звітів релевантного контенту;  $f_{us}$  – оператор роботи із користувачами для формування результатів їх запитів;  $f_{pr}$  – оператор роботи із професорами для формування результатів їх запитів;  $f_{ad}$  – оператор введення/модифікації правил роботи інших підсистем від адміністратора ІСВБ;  $f_{bd}$  – оператор формування неструктурованої бази даних на основі marc 21;  $f_{sd}$  – оператор формування структурованої бази даних на основі marc 21;  $f_{cs}$  – оператор опрацювання кешу для формування звітів на популярні запити від споживачів;  $f_{ch}$  – оператор;  $f_{qw}$  – оператор формування результатів роботи підсистем генерування звітів.

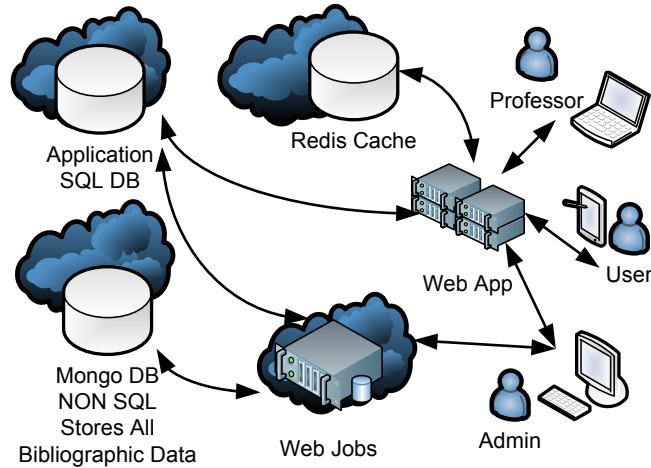


Рис. 4. Структура інформаційної системи Virtual Library

Якщо  $Y = f(X)$ , то для ІСВБ згідно різних ролей користувачів ІСВБ (відвідувачі, постійні споживачі, професори та адміністратори) отримаємо

$$X = X_{al} \cup X_{in} \cup X_{us} \cup X_{pr} \cup X_{ad}, \quad X_{in} \cap X_{us} = \emptyset, \quad X_{in} \cap X_{pr} = \emptyset, \quad X_{pr} \subset X_{us}, \\ Y = f(X_{qw} \cup L_{pr}), \quad X'_{qw} \cap L_{pr} = \emptyset, \quad X'_{qw} \subset X_{qw},$$

де  $X_{al}$  – множина відних даних від бібліотек про інформаційні об’єкти та їх скановані палітурки;  $X_{in}$  – множина інформаційних об’єктів, в яких зацікавлений відвідувач (йому доступна набагато менша множина таких об’єктів, ніж до інших користувачів),  $X_{us}$  – множина інформаційних об’єктів, в яких зацікавлений споживач,  $X_{pr}$  – множина інформаційних об’єктів, в яких зацікавлений професор,  $X_{ad}$  – множина інформаційних об’єктів, в яких зацікавлений адміністратор,  $X_{qw}$  – множина інформаційних

об'єктів, які відповідають критеріям інформаційного пошуку,  $L_{pr}$  – множина списків рекомендованої літератури для споживачів від професора.

Формування результатів роботи підсистем генерування звітів релевантного контенту згідно (1) подамо суперпозицією функцій

$$Y = f_{qw} \circ f_{cs} \circ (f'_{qw}, f_{sd}, f_{bd}), \quad (2)$$

де  $f'_{qw}$  – оператор формування попередніх результатів роботи підсистем генерування звітів при  $Y = Y_{uq} \cup Y_{pq} \cup Y_{iq} \cup Y_{aq}$ , де  $Y_{uq}$  – множина сформованих звітів релевантного контенту згідно запитів користувачів;  $Y_{pq}$  – множина сформованих звітів релевантного контенту згідно запитів професора;  $Y_{iq}$  – множина сформованих звітів релевантного контенту згідно запитів відвідувачів ІСВБ;  $Y_{aq}$  – множина сформованих звітів релевантного контенту згідно запитів адміністратора ІСВБ.

В загальному підсистему формування результатів у вигляді генерування звітів(рис. 5), враховуючи (1)-(2), подамо як кортеж та суперпозицію

$$S_{qw} = \langle Y_{qw}, Q_{us}, U_{qw}, U_{qc}, U_{qd}, f_{qd}, f_{qc}, f_{qw} \rangle, \quad (3)$$

$$Y_{qw} = f_{qw}(U_{qw}, f_{qd}(U_{qc}, f_{qc}(X, U_{qd}, Q_{us}))), \quad (4)$$

$$Y_{qw} = f_{qw} \circ f_{qd} \circ f_{qc}, \quad (5)$$

де  $Q_{us}$  – множина запитів від користувачів ІСВБ;  $U_{us}$  – множина умов аналізу запитів від користувачів;  $U_{qw}$  – множина умов формування звітів;  $f_{qd}$  – оператор пошуку інформаційних об'єктів в хмаринці;  $f_{qc}$  – оператор пошуку інформаційних об'єктів в кеші.



Рис. 5. Інтерфейс користувача – пошук по ключових словах або перегляд курсу професора

Підсистему роботи із професорами для формування результатів їх запитів подамо як

$$S_{pr} = \langle X_{us}, U_{us}, Q_{us}, X_{pr}, U_{pr}, Q_{pr}, B_{sd}, C_{sh}, Y_{pw}, U_{qw}, L_{pr}, f_{us}, f_{pr}, f_{qd}, f_{qc}, f_{qw} \rangle, \quad (6)$$

$$L_{pr} = f_{pr}(Y_{pw}, U_{pr}, f_{qw}(U_{qw}, Q_{pr}, X_{pr}(f_{qd}(B_{sd}, f_{qc}(C_{sh}, f'_{pr}(X_{us}, U_{us}, Q_{us}))))), \quad (7)$$

$$L_{pr} = f_{pr} \circ f_{qw} \circ f_{qd} \circ (f_{qc}, f'_{pr}), \quad (8)$$

де  $U_{pr}$  – множина умов роботи з профілем професора для заповнення навчальних курсів;  $Q_{pr}$  – множина запитів від професора;  $f_{pr}$  – оператор роботи із профілем професора.

Підсистему формування неструктурованої бази даних на основі марс 21 подамо як

$$S_{bd} = \langle B_{dt}, X_{al}, U_{sc}, U_{rp}, U_{mk}, U_{dt}, f_{bd}, f_{mk}, f_{rp}, f_{sc} \rangle, \quad (9)$$

$$B_{dt} = f_{bd}(U_{dt}, f_{mk}(U_{mk}, f_{rp}, (U_{rp}, f_{sc}(X_{al}, U_{sc}))), \quad (10)$$

$$B_{dt} = f_{bd} \circ f_{mk} \circ f_{rp} \circ f_{sc}, \quad (11)$$

де  $B_{dt}$  – множина неструктурованих даних в базі даних,  $X_{dt}$  – множина інформаційних об'єктів, яких треба оцифрувати,  $U_{sc}$  – множина умов сканування місце розташування об'єктів та самих об'єктів,  $U_{rp}$  – множина умов розпізнавання від сканованих зображень,  $U_{mk}$  – множина умов та правил маркування розпізнаних палітурок у форматі MARC 21,  $U_{dt}$  – множина умов збереження нових утворених описів для розпізнаних інформаційних об'єктів,  $f_{bd}$  – оператор збереження або оновлення даних про опрацьований інформаційний об'єкт,  $f_{mk}$  – оператор маркування інформаційного об'єкту,  $f_{rp}$  – оператор розпізнавання та ідентифікації інформаційного об'єкту,  $f_{sc}$  – оператор сканування місцезнаходження інформаційного об'єкту та його палітурки.

Сканування відбувається за допомогою планетарних чи роботизованих сканерів, які зазвичай обладнані цифровими фотокамерами високої роздільної здатності. Результатом сканування є растрове зображення (рис. 6).

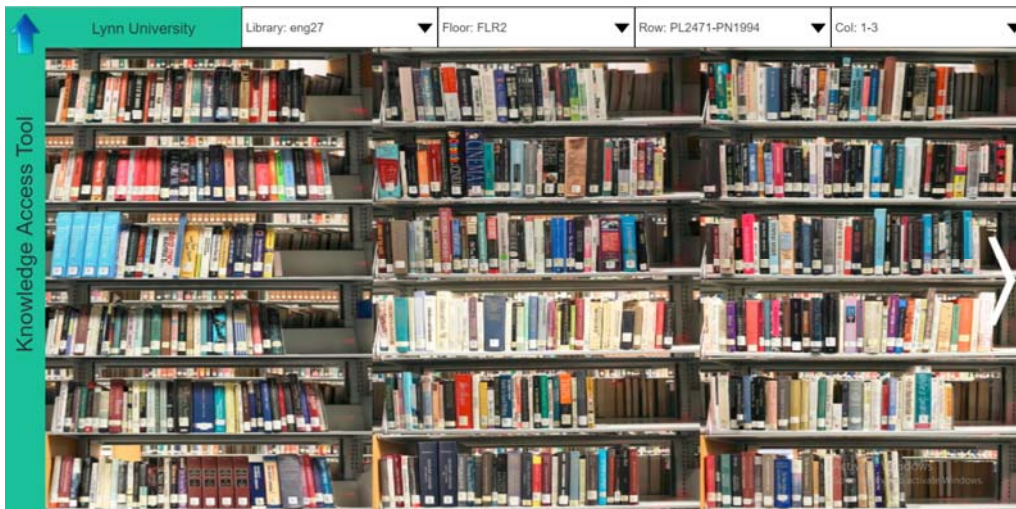


Рис. 6. Результат зйомки широкоформатним сканером

Далі розпізнаються полиці з книжками, а потім палітурки книжок на кожній полиці (рис. 7).

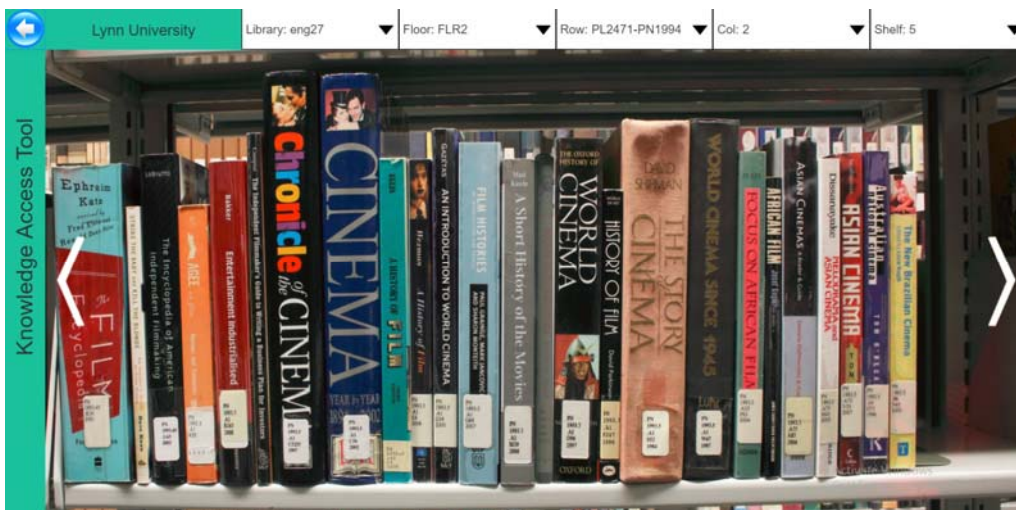
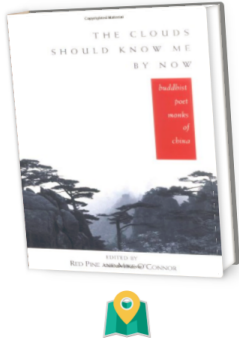


Рис. 7. Розпізнана виділена полиця для розпізнавання певної полиці книжок бібліотеки

Розпізнана палітурка маркується від остями про цю конкретну книгу (автор, назва, видавництво, рік видання, фото титулки, анотація, шифр у форматі MARC21 тощо).

Так файли із зображеннями палітурки на конкретній полиці конкретного стелажу в певній бібліотеці суміщено з текстом, що дозволяє можливість текстового пошуку разом зі збереженим оригінальним виглядом інформаційного об'єкту (рис. 8).

Knowledge Access Tool



**The clouds should know me by now**

Sub-title: Buddhist poet monks of China

Author:


Published: Boston :Wisdom Publications,[1999], 1990.

Series:

Summary: "This unique collection presents the verse - much of it translated for the first time - of fourteen eminent Chinese Buddhist poet monks. Featuring the original Chinese as well as English translations and historical introductions by Burton Watson, J.P. Seato... [Read more »](#)

Subject: Chinese poetry

Marc: PL 2658 .E3 C65 1998



**Ezra Pound's Cathay.**

Activate Windows  
Go to Settings to activate Windows.

Рис. 8. Опис книги в електронній бібліотеці

Підсистему формування структурованої бази даних на основі MARC 21 подамо як

$$S_{sd} = \langle B_{sd}, B_{dt}, U_{sd}, f_{sd} \rangle, \quad (12)$$

$$B_{sd} = f_{sd}(B_{dt}, U_{sd}), \quad (13)$$

де  $B_{sd}$  – множина описів інформаційних об’єктів в структурованій базі даних,  $U_{sd}$  – множина умов формування структурованих описів інформаційних об’єктів,  $f_{sd}$  – оператор запису або оновлення опису інформаційного об’єкту в структурованій базі даних.

Підсистему формування кешу при  $B_{sd} \supset C_{sh}$  подамо як

$$S_{ch} = \langle B_{sd}, C_{sh}, Q_{us}, Q_{pr}, U_{sh}, f_{ch} \rangle \quad (14)$$

$$C_{sh} = f_{ch}(B_{sd}, Q_{us}, Q_{pr}, U_{sh}) \quad (15)$$

де  $C_{sh}$  – множина популярних інформаційних об’єктів в кеші,  $f_{ch}$  – оператор оновлення та заповнення кешу згідно аналізу запитів від користувачів та професорів,  $U_{sh}$  – множина умов оновлення кешу.

Тоді на основі аналізу формул (6)-(15) підсистему роботи із користувачами для формування результатів їх запитів подамо кортежем та відповідною суперпозицією

$$S_{us} = \langle X_{us}, U_{us}, Q_{us}, B_{sd}, C_{sh}, Y_{uq}, U_{qw}, f_{us}, f_{qd}, f_{qc}, f_{qw} \rangle, \quad (16)$$

$$Y_{uq} = f_{qw}(U_{qw}, f_{qd}(B_{sd}, f_{qc}(C_{sh}, (f_{us}(X_{us}, U_{us}, Q_{us}))))), \quad (17)$$

$$Y_{qw} = f_{qw} \circ f_{qd} \circ f_{qc} \circ f_{us}, \quad (18)$$

де  $Q_{us}$  – множина запитів від користувачів ІСВБ;  $U_{us}$  – множина умов аналізу запитів від користувачів;  $B_{sd}$  – множина інформаційних об’єктів в базі даних;  $C_{sh}$  – множина інформаційних об’єктів в кеші;  $U_{qw}$  – множина умов формування звітів;  $f_{qd}$  – оператор пошуку інформаційних об’єктів в хмаринці;  $f_{qc}$  – оператор пошуку інформаційних об’єктів в кеші.

Враховуючи формули (3-16) змінимо формулу (1) та опишемо модель ІСВБ як кортеж:

$$S_{VL} = \langle X_{in}, U_{sc}, B_{dt}, U_{dt}, B_{sd}, U_{sd}, Q_{us}, U_{us}, L_{pr}, U_{pr}, C_{sh}, U_{sh}, Y_{qw}, U_{qw}, \quad (19)$$

$$f_{bd}, f_{qw}, f_{sc}, f_{st}, f_{ch}, f_{rp}, f_{mk} \rangle$$

Множина запитів користувачів до інформаційної системи Virtual Library (рис. 9) приймає вигляд



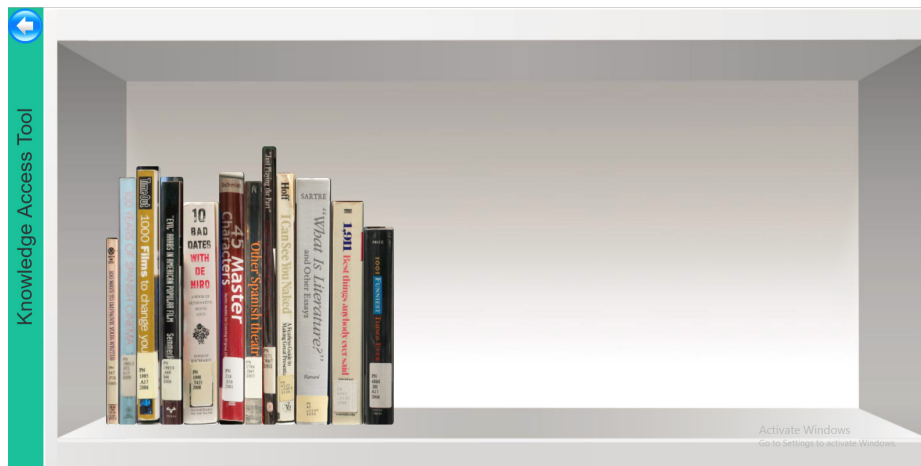


Рис. 9. Рекомендована професором література для вивчення курсу

$$Q_{us} = f_{us}(X_{us}, U_{us}). \quad (20)$$

Відповідно, формування списку професора в особистому кабінеті

$$L_{pr} = f_{pr}(X_{pr}, Q_{pr}, B_{sd}, C_{sh}, U_{pr}), \quad (21)$$

а оновлення кешу

$$C_{sh} = f_{ch}(Q_{us}, Q_{pr}, U_{sh}). \quad (22)$$

Тоді результати запитів представимо як суперпозицію

$$Y_{qw} = f_{qc} \circ f_{qw} \text{ or } Y_{qw} = f_{qd} \circ f_{qc} \circ f_{qw}, \quad (23)$$

$$Y_{qw} = f_{qc}(f_{qw}(Q_{us}, U_{qw}), U_{qc}) \text{ or } Y_{qw} = f_{qd}(f_{qc}(f_{qw}(Q_{us}, U_{qw}), U_{qc}), U_{qd}). \quad (24)$$

Якість отримання релевантного контенту на запити користувачів напряду залежить від якості опису відсканованих інформаційних об'єктів. А ось оперативність формування якісної множини релевантного контенту залежить від якості оновлення кешу та ефективності роботи реалізованих алгоритмів інформаційного пошуку.

## ВИСНОВКИ

Проведено огляд особливостей проектування та розроблення інформаційної системи віртуальної бібліотеки.

Запропоновано новий підхід для проектування та розроблення інформаційної системи Virtual Library для збереження та опрацювання електронних книг у форматі MARC 21.

Запропоновано структуру інформаційної системи Virtual Library, модель інформаційної системи Virtual Library, та здійснено детальний опис декомпозиції системи.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Gonçalves M. A. Streams, Structures, Spaces, Scenarios, Societies (5S) : A Formal Model for Digital Libraries / M. A. Gonçalves, E. A. Fox, L.T.nWatson, N. A. Kipp // ACM Transactions on Information Systems (TOIS). – Vol. 22(2). – 2004. – P. 270-312.
2. Gonçalves M. A. Streams, Structures, Spaces, Scenarios, and Societies (5S): A Formal Model for Digital Library Framework and Its Applications / M. A. Gonçalves // PhD thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University. – November 2004.
3. Pérez A. Defining library services for a virtual community / A. Pérez, M. Enrech // Libraries Without Walls Conference. – Lesvos, Grecia, Centre for research in Library and Information Management (CERLIM). – 1999.
4. Pérez A., Virtual Library Services for a Virtual University: User-Oriented Virtual Sites in an Open Library / A. Pérez, M. Enrech // EADTU, Paris. – 1999.
5. Stoffle Carla J. The Emergence of Education and Knowledge Management as Major Functions of the Digital Library / Carla J. Stoffle // Follet Lecture Series. – Consulted 22nd May 2000. – <http://www.ukoln.ac.uk/services/papers/follett/stoffle/paper.html>.

6. Берко, А. Ю. Intranet архітектура інтелектуальних систем електронного навчання / А. Ю. Берко, В. А. Висоцька // Інформаційні системи та мережі. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Львів 2001. – № 438. – Стор. 3-10.
7. Голошук Р. О. Інтерактивна взаємодія та зворотній зв'язок в системі дистанційного навчання / Р. О. Голошук, В. А. Висоцька // Інформаційні системи та мережі. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Львів 2002. – № 464. – Стор. 44-53.
8. Висоцька, В. А. Система опрацювання структури електронного підручника / В. А. Висоцька // Інформаційні системи та мережі. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Львів 2003. – № 489. – Стор. 49-63.
9. Голошук, Р. О. Математичне моделювання процесів дистанційного навчання / Р. О. Голошук, В. В. Литвин, Л. В. Чирун, В. А. Висоцька // Інформаційні системи та мережі. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Львів 2003. – № 489. – Стор. 100-109.
10. Шаховська Н. Б. Розроблення архітектури інтелектуальної системи на основі інноваційних методів навчання студентів / Шаховська Н. Б., Висоцька В. А., Скотар О. О. // Інформаційні системи та мережі. Вісник Національного університету "Львівська політехніка", № 872. – Львів, 2017. – Стор. 220-229.
11. Висоцька В. А. Технології електронної комерції та Інтернет-маркетингу : монографія. – Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. – 288 с. – ISBN-13: 978-613-5-94542-3, ISBN-10: 6135945424, EAN: 9786135945423. – <https://www.lap-publishing.com/catalog/details/store/ru/book/978-613-5-94542-3/Технології-електронної-комерції-та-Інтернет-маркетингу?search=978-613-5-94542-3>.
12. Victoria Vysotska, Vasyl Lytvyn. Web resources processing based on ontologies : Monograph. – Saarbrücken, Germany : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. – 232 с. – ISBN-13: 978-613-8-32602-1, ISBN-10: 6138326024, EAN: 9786138326021. – <https://www.lap-publishing.com/catalog/details/store/cn/book/978-613-8-32602-1/web-resources-processing-based-on-ontologies?search=978-613-8-32602-1>. – Published on: 2018-03-01.
13. Висоцька В. А. Методика аналізу компетентностей для рекрутингу / В. А. Висоцька // International scientific and practical conference "Scientific Research Priorities. – 2017: theoretical and practical value". – 23th of June 2017, Nowy Sanz, Poland. – P. 60-62.
14. Shakhovska N. Features of E-Learning Realization Using Virtual Research Laboratory / N. Shakhovska, V. Vysotska, L. Chyrun // Computer Science and Information Technologies: Proc. of the XI-th Int. Conf. CSIT'2016, 6-10 September, 2016, Lviv, Ukraine. – Lviv : Lviv Polytechnic Publishing House, 2016. – P. 143-148.
15. Lytvyn V. Classification Methods of Text Documents Using Ontology Based Approach / V. Lytvyn, V. Vysotska, O. Veres, I. Rishnyak, H. Rishnyak // Advances in Intelligent Systems and Computing. Advances in Intelligent Systems and Computing 512. – ISSN 2194-5357 ISSN 2194-5365 (electronic). – ISBN 978-3-319-45990-5 ISBN 978-3-319-45991-2 (eBook). – DOI 10.1007/978-3-319-45991-2. – Springer 2017. – P. 229-240.
16. Shakhovska Natalya. Intelligent Systems Design of Distance Learning Realization for Modern Youth Promotion and Involvement in Independent Scientific Researches / Natalya Shakhovska, Victoria Vysotska, Lyubomyr Chyrun // Advances in Intelligent Systems and Computing. Advances in Intelligent Systems and Computing 512.– ISSN 2194-5357 ISSN 2194-5365 (electronic). – ISBN 978-3-319-45990-5 ISBN 978-3-319-45991-2 (eBook). – DOI 10.1007/978-3-319-45991-2. – Library of Congress Control Number: 2016950408. – Springer International Publishing AG 2017. – PP. 175-198. – Access mode: <http://www.springer.com/us/book/9783319459905>.
17. Lytvyn V. Distance Learning Method for Modern Youth Promotion and Involvement in Independent Scientific Researches / V. Lytvyn, V. Vysotska, L. Chyrun, L. Chyrun // DATA STREAM MINING & PROCESSING. Proceedings of the 2016 IEEE First International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP). – August 23-27, 2016. – Lviv, Ukraine. – P. 269-274.
18. Висоцька В. А. Управління Web-ресурсом. Особливості технології / В. А. Висоцька, П. Ю. Козлов // Математика. Інформаційні технології. Освіта. Міжнародна науково-практична конференція. – 5-7 червня 2016 р. – Луцьк-Світязь. – Стор. 62-63.
19. Литвин В. Розроблення методів та засобів побудови інтелектуальних систем опрацювання інформаційних ресурсів з використанням онтологічного підходу / В. Литвин, В. Висоцька, Д. Досин, М. Гірняк // Інформаційні системи та мережі. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – № 832. – Львів, 2015. – Стор. 295-314.
20. Литвин В. В. Методи та засоби опрацювання інформаційних ресурсів на основі онтологій:

- монографія / В. В. Литвин, В. А. Висоцька, Д. Г. Досин. – Л : ЛА «Піраміда», 2016. – 404 с.
21. Берко А. Ю. Особливості формування критеріїв оцінювання знань студентів згідно їх компетентності у ІТ-сфері / А. Ю. Берко, В. А. Висоцька, Л. В. Чирун, Л. Б. Чирун // Математика. Інформаційні технології. Освіта. Міжнародна науково-практична конференція. – 5-7 червня 2016 р. – Луцьк-Світязь. – Стор. 117-118.
  22. Vysotska V. Design and analysis features of generalized electronic content-commerce systems architecture / V. Vysotska, L. Chyrun, P. Kozlov // *Informatyka, Automatyka, Pomiarы w Gospodarce i Ochronie Środowiska* 2016. – Redakcja IAPGOS, Poland, 2016. – 6(2). – p-ISSN: 2083-0157, e-ISSN: 2391-6761. – P. 48-59.
  23. Methods based on ontologies for information resources processing : Monograph / [Vasyl Lytvyn, Victoria Vysotska, Lyubomyr Chyrun, Dmytro Dosyn] // LAP Lambert Academic Publishing. Saarbrücken, Germany. – ISBN-13: 978-3-659-89905-8, ISBN-10: 3659899054, EAN: 9783659899058. – 2016. – 324 с. – Access mode: <https://www.lap-publishing.com/catalog/details/store/gb/book/978-3-659-89905-8/methods-based-on-ontologies-for-information-resources-processing?locale=gb>.
  24. Берко А. Аналітичний метод супроводу текстового контенту інформаційних ресурсів / А. Берко, В. Висоцька, Л. Чирун, Л. Чирун // Математика. Інформаційні технології. Освіта. – Східноєвропейський національний університет ім. Л. Українки. – Луцьк, 2016 р. – Стор. 11-20.

#### REFERENCES

1. Gonçalves M. A. Streams, Structures, Spaces, Scenarios, Societies (5S): A Formal Model for Digital Libraries / M. A. Gonçalves, E. A. Fox, L.T.nWatson, N. A. Kipp // *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)*. – Vol. 22(2). – 2004. – P. 270-312.
2. Gonçalves M. A. Streams, Structures, Spaces, Scenarios, and Societies (5S): A Formal Model for Digital Library Framework and Its Applications / M.A. Gonçalves // PhD thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University. – November 2004.
3. Pérez A. Defining library services for a virtual community / A. Pérez, M Enrech // *Libraries Without Walls Conference*. – Lesvos, Grecia, Centre for research in Library and Information Management (CERLIM). – 1999.
4. Pérez A., Virtual Library Services for a Virtual University: User-Oriented Virtual Sites in an Open Library / A. Pérez, M. Enrech // EADTU, Paris. – 1999.
5. Stoffle Carla J. The Emergence of Education and Knowledge Management as Major Functions of the Digital Library /Carla J. Stoffle // *Follett Lecture Series*. – Consulted 22nd May 2000. – <http://www.ukoln.ac.uk/services/papers/follett/stoffle/paper.html>.
6. Berko, A. Yu. Intranet arkhitektura intelektualnykh system elektronnoho navchannya / A. Yu. Berko, V. A. Vysotska // *Informatsiyni systemy ta merezhi. Visnyk Natsionalnoho universytetu “Lvivska politekhniky”*. – Lviv 2001. – № 438. – Стор. 3-10.
7. Holoshchuk R. O. Interaktyvna vzayemodiya ta zvorotniy zvyazok v systemi dystantsiynoho navchannya / R. O. Holoshchuk, V. A. Vysotska // *Informatsiyni systemy ta merezhi. Visnyk Natsionalnoho universytetu “L'vivs'ka politekhniky”*. – Lviv 2002. – № 464. – Стор. 44-53.
8. Vysotska, V. A. Systema opratsyuvannya struktury elektronnoho pidruchnyka / V. A. Vysotska // *Informatsiyni systemy ta merezhi. Visnyk Natsionalnoho universytetu “Lvivska politekhniky”*. – Lviv 2003. – № 489. – Стор.49-63.
9. Holoshchuk, R. O. Matematychnе modelyuvannya protsesiv dystantsiynoho navchannya / R. O. Holoshchuk, V. V. Lytvyn, L. V. Chyrun, V. A. Vysotska // *Informatsiyni systemy ta merezhi. Visnyk Natsionalnoho universytetu “Lvivska politekhniky”*. – Lviv 2003. – № 489. – Стор.100-109.
10. Shakhovska N. B. Rozroblennya arkhitektury intelektualnoyi systemy na osnovi innovatsiynnykh metodiv navchannya studentiv / Shakhovs'ka N. B., Vysotska V. A., Skotar O. O. // *Informatsiyni systemy ta merezhi. Visnyk Natsional'noho universytetu “Lvivska politekhniky”*, № 872. – Lviv, 2017. – Стор. 220-229.
11. Vysotska V. A. Tekhnolohiyi elektronnoyi komertsiyi ta Internet-marketynhu : monohrafiya. – Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. – 288 s. – ISBN-13: 978-613-5-94542-3, ISBN-10: 6135945424, EAN: 9786135945423. – <https://www.lap-publishing.com/catalog/details/store/ru/book/978-613-5-94542-3/Tekhnolohiyi-elektronnoyi-komertsiyi-ta-Internet-marketynhu?search=978-613-5-94542-3>.
12. Vysotska V. A. Metodyka analizu kompetentnostey dlya rekrutynhu / V. A. Vysots'ka // *International scientific and practical conference “Scientific Research Priorities. – 2017 : theoretical and practical value”*. – 23th of June 2017, Nowy Sanz, Poland. – P. 60-62.

13. Shakhovska N. Features of E-Learning Realization Using Virtual Research Laboratory / N. Shakhovska, V. Vysotska, L. Chyrun // Computer Science and Information Technologies: Proc. of the XI-th Int. Conf. CSIT'2016, 6-10 September, 2016, Lviv, Ukraine. – Lviv : Lviv Polytechnic Publishing House, 2016. – P. 143-148.
14. Lytvyn V. Classification Methods of Text Documents Using Ontology Based Approach / V. Lytvyn, V. Vysotska, O. Veres, I. Rishnyak, H. Rishnyak // Advances in Intelligent Systems and Computing. Advances in Intelligent Systems and Computing 512. – ISSN 2194-5357 ISSN 2194-5365 (electronic). – ISBN 978-3-319-45990-5 ISBN 978-3-319-45991-2 (eBook). – DOI 10.1007/978-3-319-45991-2. – Springer 2017. – P. 229-240.
15. Shakhovska Natalya. Intelligent Systems Design of Distance Learning Realization for Modern Youth Promotion and Involvement in Independent Scientific Researches / Natalya Shakhovska, Victoria Vysotska, Lyubomyr Chyrun // Advances in Intelligent Systems and Computing. Advances in Intelligent Systems and Computing 512.– ISSN 2194-5357 ISSN 2194-5365 (electronic). – ISBN 978-3-319-45990-5 ISBN 978-3-319-45991-2 (eBook). – DOI 10.1007/978-3-319-45991-2. – Library of Congress Control Number: 2016950408. – Springer International Publishing AG 2017. – PP. 175-198.. – Access mode: <http://www.springer.com/us/book/9783319459905>.
16. Lytvyn V. Distance Learning Method for Modern Youth Promotion and Involvement in Independent Scientific Researches / V. Lytvyn, V. Vysotska, L. Chyrun, L. Chyrun // DATA STREAM MINING & PROCESSING. Proceedings of the 2016 IEEE First International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP). – August 23-27, 2016. – Lviv, Ukraine. – P. 269-274.
17. Vysotska V. A. Upravlinnya Web-resursom. Osoblyvosti tekhnolohiyi / V. A. Vysotska, P. Yu. Kozlov // Matematyka. Informatsiyi tekhnolohiyi. Osvita. Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiya. – 5-7 chervnya 2016 r. – Lutsk-Svityaz. – Stor. 62-63.
18. Lytvyn V. Rozroblennya metodiv ta zasobiv pobudovy intelektualnykh system opratsyuvannya informatsiynykh resursiv z vykorystannyam ontolohichnoho pidkhodu / V. Lytvyn, V. Vysotska, D. Dosyn, M. Hirnyak // Informatsiyi systemy ta merezhi. Visnyk Natsionalnoho universytetu “Lvivska politehnika”. – № 832. – Lviv, 2015. – Stor. 295-314.
19. Lytvyn V. V. Metody ta zasoby opratsyuvannya informatsiynykh resursiv na osnovi ontolohiy: monohrafiya / V. V. Lytvyn, V. A. Vysotska, D. H. Dosyn. – L : LA «Piramida», 2016. – 404 s.
20. Berko A. Yu. Osoblyvosti formuvannya kryteriyiv otsynyvannya znan studentiv z-hidno yikh kompetentnosti u IT-sferi / A. Yu. Berko, V. A. Vysotska, L. V. Chyrun, L. B. Chyrun // Matematyka. Informatsiyi tekhnolohiyi. Osvita. Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiya. – 5-7 chervnya 2016 r. – Lutsk-Svityaz. – Stor. 117-118.
21. Vysotska V. Design and analysis features of generalized electronic content-commerce systems architecture / V. Vysotska, L. Chyrun, P. Kozlov // Informatyka, Automatyka, Pomiarly w Gospodarce i Ochronie Środowiska 2016. – Redakcja IAPGOS, Poland, 2016. – 6(2). – p-ISSN: 2083-0157, e-ISSN: 2391-6761. – P. 48-59.
22. Methods based on ontologies for information resources processing : Monograph / [Vasyl Lytvyn, Victoria Vysotska, Lyubomyr Chyrun, Dmytro Dosyn] // LAP Lambert Academic Publishing. Saarbrücken, Germany. – ISBN-13: 978-3-659-89905-8, ISBN-10: 3659899054, EAN: 9783659899058. – 2016. – 324 c. – Access mode: <https://www.lap-publishing.com/catalog/details/store/gb/book/978-3-659-89905-8/methods-based-on-ontologies-for-information-resources-processing?locale=gb>.
23. Berko A. Analychnyy metod suprovodu tekstovoho kontentu informatsiynykh resursiv / A. Berko, V. Vysotska, L. Chyrun, L. Chyrun // Matematyka. Informatsiyi tekhnolohiyi. Osvita. – Skhidnoyevropeysky natsionalnyy universytet im. L. Ukrayinky. – Lutsk, 2016 r. – Stor. 11-20.  
Надійшла до редакції 02.11.2017р.

**РУСИН БОГДАН ПАВЛОВИЧ** – д.т.н, професор, завідувач відділу методів і систем обробки, аналізу та ідентифікації зображень

**ВИСОЦЬКА ВІКТОРІЯ АНАТОЛІВНА** – к.т.н., доцент, Доцент кафедри «Інформаційні системи та мережі», Національний університет “Львівська політехніка»

**ПОГРЕЛЮК ЛЮБОМИР ВІКТОРОВИЧ** – аспірант, Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України