

**ИНСТИТУТ ПО МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ**

Максим Красимиров Гойнов

**ОПЕРАТИВНА СЪВМЕСТИМОСТ
МЕЖДУ ЦИФРОВИ БИБЛИОТЕКИ ЗА
КУЛТУРНО НАСЛЕДСТВО**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертационен труд за присъждане
на образователна и научна степен „доктор”
в професионално направление 4.6 „Информатика и компютърни
науки”, научна специалност 01.01.12 „Информатика”

Научен ръководител:
проф. д-р Радослав Павлов

София, 2016

Дисертационният труд е обсъден и предложен за защита на заседание на Звено за предварителна защита, което се състоя на 19.09.2016 г.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на г. от часа в Мултимедийната зала на Институт по математика и информатика – БАН, ул. „Акад. Г. Бончев”, блок 8 на открито заседание на Научно жури.

Дисертационният труд е изложен в 147 страници и съдържа 3 таблици и 37 фигури. Той включва увод, 5 глави, едно приложение, списък на използваната литература от 46 литературни източници, списък на 19 публикации на автора, свързани с представения дисертационен труд и списък на техни цитирания.

Материалите по защитата на дисертационния труд са на разположение на сайта на ИМИ–БАН на адрес: <http://www.math.bas.bg>.

Автор: Максим Красимиров Гойнов

Заглавие: Оперативна съвместимост между цифрови библиотеки за културно наследство

СЪДЪРЖАНИЕ

1. Обща характеристика на дисертационния труд.....	4
1.1. Актуалност на проблема.....	4
1.2. Цел и задачи на дисертационния труд.....	5
1.3. Структура и обем на дисертационния труд	7
2. Цифрови библиотеки. Подходи за оперативна съвместимост между цифрови библиотеки.....	9
2.1. Цифрови библиотеки – същност, основни елементи, принципи, особености	9
2.2. Референтен модел на цифрова библиотека	11
2.3. Оперативна съвместимост между цифрови библиотеки – същност, особености, видове	12
2.4. Сценарии, проблеми и решения за оперативна съвместимост между цифрови библиотеки	13
2.5. Подходи за оперативна съвместимост между цифрови библиотеки	14
2.6. Добри практики и решения за оперативна съвместимост между цифрови библиотеки.....	15
3. Модел и софтуерни компоненти за осигуряване на оперативна съвместимост на съдържателно ниво между цифрови библиотеки.....	18
3.1. Описателни схеми на цифрови библиотеки, съхраняващи художествено и културно наследство	19
3.2. Оперативна съвместимост – разгледани проблеми.....	22
3.3. Внедряване на оперативна съвместимост	22
4. Модел на функционалност в цифрова библиотека за културно наследство.....	24
4.1. Базови технологични аспекти, свързани с изграждането на цифрова библиотека за културно наследство.....	24
4.2. Мултимедийна цифрова библиотека „Виртуална енциклопедия за българското православно иконографско изкуство” - архитектура и функционалности	25
5. Разработка, тестване и приложения на разработената функционалност.....	34
5.1. Методология	34
5.2. Технологични средства, използвани при разработването на функционалността.....	34
5.3. Тестване и използване на изградената функционалност	36
6. Приноси на дисертационния труд	40
7. Аprobация	42
8. Литература	43
8.1. Научни публикации на автора по темата на дисертационния труд	43
8.2. Други цитирания	45

1. Обща характеристика на дисертационния труд

1.1. Актуалност на проблема

През първото десетилетие на XXI в. информационните технологии се развиха до нива, позволяващи нови начини за съхранение, показване и разпространение на богатата история и национално художествено и културно наследство. Чрез съвременни технологични решения като среди за управление на цифрово съдържание, цифрови библиотеки и Интернет се осигуриха възможности за достигане, използване и опазване на това богатство по всяко време, навсякъде и от всеки. Цифровите библиотеки целят съхранение, управление и предоставяне на голямото разнообразие от информационни ресурси чрез хипертекстово-организиран структури. Техните ресурси се индексират и семантично анотират, за да се достигат максимално бързо и лесно; поддържат се специализирани функционалности и услуги за създаване на колекции от обекти и извличане на нови данни за наличните; осигуряват се механизми за автоматично обновяване на цифровите обекти и колекции; създават се средства и услуги, позволяващи ползване на ресурсите за различни приложения (в т.ч. дистанционно обучение, реклама, е-туризъм и др.) Цифровите библиотеки се характеризират с гъвкавост и децентрализираност, а достъпът до ресурсите и услугите им най-често се осъществява пряко или чрез уеб-базирани портали.

Ключови изследователски въпроси, които се поставят при дизайна и разработката на цифрови библиотеки са:

- Как да се подпомогне потребителят при изследването на информационните ресурси за избраната предметна област чрез предоставяне на най-подходящ за него тематичен материал и услуги: осигуряване на подходящи и необходими услуги (подобро търсене и групиране на ресурси, творческо използване на ресурсите), предоставяне на автоматичен и едновременен достъп до ресурсите на повече от една цифрови библиотеки (или цифрови хранилища), гъвкаво определяне на реда на предоставените информационни обекти, препоръчване на ресурси, многократно използване, анализ и синтез на ресурси и други?
- Как да се опишат подбраните ресурси в избран контекст и да се определят условията и случаите на тяхната употреба – познавателни или учебни цели, анализ, творческо използване и т. н.?
- Как да се подпомогне потребителят не просто в разглеждането, а и в придобиване на знания?

- Как да се предлага информационно съдържание в най-подходящ вид и форма?
- Как да се адаптира предоставено информационно съдържание за всеки отделен потребител или общност за постигане на поставените му цели и задачи?
- Как да се подберат най-подходящи ресурси за конкретна ситуация, метод на запознаване с предметната област, която ще се изследва (изучава) и други?
- Как да се използват чрез централизиран достъп множество библиотеки като съдържанието им се събира без значение на описателните схеми за обектите в различните среди?

Много важни са целевите усилия за осигуряване на съвместно използване на множество библиотеки и разработване на средства за тяхната оперативна съвместимост на различни нива. Една от най-големите трудности, свързани с това, е липсата на общ модел, от една страна, и липсата на достъп до съществуващи и нови решения, от друга. Нещо повече, дори не съществува единна дефиниция за оперативна съвместимост, която да е приета в общността на цифрова библиотека или от други общности, изправени пред този вид проблем. За да се справят с тази липса, проектът DL.org работи усилено, за да дефинира рамката за *оперативната съвместимост в цифрови библиотечни системи*. IEEE дефинира оперативната съвместимост като "способността на две или повече системи или компоненти да обменят информация и да използват информацията, която е била обменена". Това определение подчертава, че за да се постигне оперативна съвместимост между две лица (доставчик, потребителите) трябва да бъдат изпълнени две условия: (I) двете са автономни и са в състояние да обменят информация; (II) потребителите трябва да могат да се използват ефективно в обмена информация, което означава, че потребителят трябва да бъде в състояние да изпълнява задачите, които той иска да направи като се позовава на обменяната информация.

1.2. Цел и задачи на дисертационния труд

Настоящият дисертационен труд цели разработване на средства и услуги за подпомагане на потребителя в достигането и използването на цифрови информационни ресурси в една библиотека или федерация от библиотеки с осигуряване на оперативна съвместимост на съдържателно ниво. Разработката може да се ползва в реален познавателен/учебен процес като допълнителен източник на знания в областта на източноправославното богословие, иконография и култура.

Множество предизвикателства възникват по време на работата върху поставената задача: необходимост от ясно дефиниране на нуждите от определена функционалност на потребителите; представяне на информационно съдържание по най-подходящ начин за избраните типове потребители и лесното му откриване и достигане; осигуряване на многократната използваемост на ресурсите в специфичен контекст и ситуация; адаптиране на ресурсите; търсене на гъвкави концептуални решения, които са лесно преносими и изпълними с нови технологични средства и др.

Тези въпроси предполагат задълбочено изследване и анализ на различните компоненти на цифровата библиотека – съдържанието, предоставяните услуги и приложенията ѝ. От изключителна важност са:

- изучаване и анализ на потребителските нужди;
- изграждане на модел/спецификация на дейностите, които ще обслужва библиотеката;
- разработването на подходяща функционалност за осигуряване на гъвкав достъп до ресурсите: семантично аотиране и индексирание на обектите, редактиране и обновяване, контекстно-базиран достъп, търсене, групиране на обектите и др.
- анализ и използване на контекста на ресурсите (включително учебен), опознаване на потребителя, неговия профил и познавателни потребности: необходимо е търсене на методологически подходи и техники за достъп до знания в цифровите библиотеки и внедряване на подходящи функционални модули за различни приложения (учебни, промотиращи за туристическия бранш и др.), за да се отговори на поставени цели и задачи и да се задоволят потребителските нужди.

Представеният дисертационен труд е интердисциплинарен в областта на информатиката, информационните технологии, изкуствознанието и културното наследство. Разработката предлага техники, средства и методи за цифрово представяне, опазване и съхраняване на обекти от художественото културно наследство в среди за управление на цифрово съдържание (особено цифрови библиотеки), Семантичния уеб и Уеб услуги. Целта е създаване средства и услуги за достигането и използването на цифрови информационни ресурси в една библиотека или федерация от библиотеки по оптимален начин.

1.3. Структура и обем на дисертационния труд

Дисертационният труд е изложен в 147 страници и съдържа 3 таблици и 37 фигури. Той включва увод, 5 глави, заключение, приноси на дисертационния труд, декларация за оригиналност на резултатите, едно приложение, списък на използваната литература от 46 литературни източници, списък на 19 публикации на автора, свързани с представения дисертационен труд, списък на техни цитирания и списък на докладвани резултати.

Глава 1 „Обща постановка на задачата” излага проблема за оптимизирано достигане и използване на ресурсите в цифрова библиотека или федерация от библиотеки. В глава 1 е формулиран обекта, предмета, основната цел и задачите на изследването.

В глава 2 „Цифрови библиотеки. Подходи за оперативна съвместимост между цифрови библиотеки” са представени два основни компонента, обект на настоящото изследване: цифровите библиотеки и проблемът за осигуряване на оперативна съвместимост между тях. Проследени са същността, характеристиките и основните компоненти на цифрови библиотеки, използвани за съхранение на културно наследство. Обобщени са техни принципи и особености с цел оптимизация и подобряване на достъпа до знания в тях. Представени са международни и национални проекти и инициативи за разработка на цифрови библиотеки. Накратко е представен Референтният модел на цифрова библиотека, разработен по проект DL.org, маркиращ рамката и базовата архитектура на цифрова библиотека. Следва аналитично изследване на проблема за осигуряване на оперативната съвместимост между цифрови библиотеки. Включени са сценарии, проблеми, решения и подходи, разработени в областта. Представени са добри практики, целящи подпомагане избора на средства и методи за изграждане на ново решение по проблема.

В глава 3 „Модел и софтуерни компоненти за осигуряване на оперативна съвместимост на съдържателно ниво между цифрови библиотеки“ е представено решение за интеграция на три цифрови библиотеки: Енциклопедия Slavica Sanctorum, Виртуална енциклопедия на българското православно иконографско изкуство и мултимедиен фонд “BellKnow”. Тези три среди съвсем естествено се допълват взаимно. Предложените интеграционни услуги целят да доставят по-добър достъп до съдържанието за различни целеви групи от потребители, както и да осигурят взаимно обогатяване на съдържанието. Този раздел също така разглежда и спецификите на

съдържанието и описателните схеми на трите библиотеки. Описано е обединяването на съдържание, чрез използването на технологии за Уеб услуги, което предоставя гъвкав начин за интеграционно развитие между различни цифрови библиотеки.

В глава 4 „**Модел на функционалност в цифрова библиотека за културно наследство**” е представен модел на функционалност на цифрова библиотека за културно наследство (ЦБКН). Специфицирани са базови технологични аспекти, свързани с изграждането на ЦБКН като цел на средата, специфика на съдържанието, функционалност и услуги, приложения, схема на разпределение на дейностите по изграждане на съдържанието, цифрово представяне и съхранение на културно съдържание в цифрова библиотека, федериране на цифрови библиотеки и др. Представената спецификация не е обвързана с конкретни средства за имплементация поради динамиката на тяхното развитие. Внедряването на модела е направено в няколко разработки като конкретно в главата е представена мултимедийната цифрова библиотека „Виртуална енциклопедия на българското православно иконографско изкуство”.

Глава 5 „**Разработка, тестване и приложения на разработената функционалност**“ представя използваните методологии, технологични средства (стандарты, протоколи, програмни средства и среди) за реализация, методите за тестване на изградената среда, резултати, получени от аналитичния модул на платформата. Описана е избраната технология за разработка на софтуер Rational Unified Process (RUP) и основните фази и процеси при изграждането на софтуерна платформа, използвайки RUP. Методологията е използвана успешно за имплементацията на цифрови библиотеки и техни модули. Описан е избраният подход за съхранение в база от данни на метаописанията на обектите от цифрова библиотека. Направен е обзор на използваните протоколи за комуникация между цифрови библиотеки, използваната технология за капсулиране на отделните слоеве и отделните модули на платформата. Представени са резултати от аналитичния модул на платформата, показващи използваемостта на системата, активностите на потребителите, различни видове анализи на съдържанието, взаимодействията между потребители и съдържание, активностите в цифрови библиотеки, между които е приложена разработената оперативна съвместимост на ниво съдържание.

Получените резултати и направления за бъдещо развитие и задълбочаване на изследването са представени в **раздел „Приноси на дисертационния труд”**.

2. Цифрови библиотеки. Подходи за оперативна съвместимост между цифрови библиотеки

В тази глава са представени два основни компонента, обект на настоящото изследване: цифровите библиотеки и проблемът за осигуряване на оперативна съвместимост между тях. В първия дял от главата са проследени същността, характеристиките и основните компоненти на цифрови библиотеки (наричани още мултимедийни цифрови библиотеки, ЦБ/МЦБ), използвани за съхранение на културно наследство. Проследени са техни принципи и особености с цел оптимизация и подобряване на достъпа до знания в тях. Представени са международни и национални проекти и инициативи за разработка на цифрови библиотеки. Представен е Референтният модел на цифрова библиотека, разработен по проект DL.org. Направено е аналитично изследване на проблема за осигуряване на оперативната съвместимост между цифрови библиотеки. Представени са сценарии, проблеми, решения и подходи, разработени в областта. Описани са добри практики, с които се цели подпомагане избора на средства и методи за изграждане на ново решение по проблема с оглед поставената в дисертационния труд цел.

2.1. *Цифрови библиотеки – същност, основни елементи, принципи, особености*

Огромните количества цифрови ресурси, произведени при дейностите на информационното общество, са богат източник на информация и т. нар. дигитално знание. Концептуално и технологично реализуемо решение за запазване на това богатство е изграждането на Интернет-базирани среди, доставящи информационни ресурси по всяко време и навсякъде. Пример за такива среди са мултимедийните цифрови библиотеки, наричани още цифрови библиотеки с мултимедийно съдържание или само цифрови библиотеки. Тези системи съхраняват разнообразна хипертекстово организирана информация (цифрови обекти, включващи текст, графични изображения, звук, видео и др.), която е подредена тематично и достъпа до нея се управлява от специализирани функционални модули за семантично-базираното търсене, персонализираното и многокритериално търсене, контекстно-базираното търсене, управлението на ресурси и колекции и тяхното индексирание и семантично аотиране, управление на метаданни, групиране и адаптирано представяне на цифрова информация, извлечена от различни източници и др. ЦБ се характеризират с гъвкавост и децентрализация, осигуряват механизми за автоматично обновяване и защита на

съхраняваните цифрови обекти и колекции. Основна тяхна цел е предоставянето на достъп до големи количества разнообразна и актуална информация на всякакъв тип потребители, задоволявайки техните интелектуални потребности [Павлов и др., 2006].

За цялостното разбиране на същността и функционирането на цифровите библиотеки е необходимо да се проследят техните основни елементи и тяхната същност.

Информацията, която се съхранява в една цифрова библиотека, може да се раздели на два типа: *данни* и *метаданни*. Под *данни* се разбира информацията, която е кодирана в цифрова форма, а под *метаданни* - данни за данните т.е. описание на същината на данните. Основните категории метаданни са описателни метаданни, структурни метаданни (формат и структура) и административни метаданни (авторски права, права за ползване и др.). Съществуват т.нар. *идентификатори*, които „показват” (т.е. идентифицират) метаданните пред външния свят. Различията между данните и метаданните зависят от контекста.

Терминът *цифров обект* (познат още като документ, библиотечен обект или информационен обект) се използва за обозначаване на единица от цифрова библиотека, типично състояща се от данни, метаданни и идентификатор.

Цифровите обекти реално представляват аудио-визуални обекти, изображения, текст, уеб-страници, звук, анимация и др., които обикновено са групирани в колекции спрямо определени критерии и са съхранени в специални хранилища заедно със съответните им мета-описания.

Разработката на стандартна цифрова библиотека обикновено следва модулен принцип като първоначално се създават функционалните модули за въвеждане, индексирание, семантично аотиране и управление на ресурси и колекции, управление на описващите ги метаданни, следват алгоритми и модули за търсене, механизми за защита на ресурсите и оторизиран достъп и др. До настоящия момент не е създаден универсален шаблон за реализация и всяка библиотека се изгражда със собствена уникална архитектура и предоставяни услуги. Това е причината да възникват различни проблеми, свързани с внедряването на изисканите нови функционалности, като семантично и контекстно-базираното търсене, персонализирано търсене, персонализиран и адаптивен достъп до цифровите обекти, преносимост на ресурсите и др. В повечето съществуващи цифрови библиотеки умишлено се изпускат услуги, управляващи богати семантични структури (в това число онтологии) като се изхожда от общоприетото схващане, че в тези

системи потребителят се интересува от базовия информационен поток, който му се предоставя и не е нужно да се разширява, променя или адаптира.

Основно архитектурата на цифровите библиотеки е решена чрез няколко технологични имплементации: архитектура, ориентирана към услуги, Грид-базирана архитектура, Peer-to-peer архитектура, смесен тип архитектура.

2.2. Референтен модел на цифрова библиотека

Усилената работа, добрите практики и значимите резултати в областта на цифровите библиотеки от последното десетилетие доведоха до създаване на референтен модел за цифровите библиотеки (Digital Library Reference Model, DLRM) [Candela et al., 2007] от няколко европейски изследователски групи, част от DELOS Network of Excellence on Digital Libraries. За тази цел бе постигнато съгласие сред експертите в областта по отношение на основни понятия, структури и дейности в цифровите библиотеки. Референтният модел за цифрови библиотеки определя шест основни аспекта, които се очаква да обхваща проектът на всяка цифрова библиотека: съдържание, архитектура, потребители, функционалност, политики и качество. В основата на модела и предлаганата от него архитектура стоят три понятия [Candela et al., 2007] [Candela et al., 2006]:

- цифрова библиотека (Digital Library) – организация, в това число и виртуална, която събира, управлява и съхранява в дългосрочен план богато цифрово съдържание и предлага на различни типове потребители специализирани функционални възможности за достъп до това съдържание в съответствие с добре дефинирани критерии за качество и ясно формулирани политики;
- софтуерна система на цифровата библиотека (Digital Library System) – софтуерна система, основана на определена архитектура, която предлага функционални възможности, изисквани от конкретна цифрова библиотека. Крайните потребители „общуват“ с цифровата библиотека посредством тази система;
- система за управление на цифровата библиотека (Digital Library Management System) – софтуерна платформа, която предоставя необходимата инфраструктура за изграждане и администриране на софтуерната система на цифровата библиотека и възможности за интегриране на допълнителен софтуер, позволяващ разширяване и обогатяване на поддържаните функционални възможности.

Представената архитектура представлява архитектурен шаблон за проектиране (architectural design pattern), който предлага абстрактно решение за реализация на понятията и релациите от описанието на референтният модел. При проектирането на една цифрова библиотека следва да бъдат взети конкретни решения за системната архитектура наред с определянето на съдържанието, функционалните възможности, основните типове потребители и техните роли, критериите за качество на съдържанието и функционирането и политиките по отношение на взаимодействието с потребителите.

Разработеният модел на функционалност на цифрова библиотека в настоящия дисертационен труд е изграден в съответствие с изискванията и рамката на референтния модел.

2.3. Оперативна съвместимост между цифрови библиотеки – същност, особености, видове

Значителен брой цифрови библиотеки са разработени през последните години. Тези софтуерни системи варират от цифрови хранилище до системи за управление на цифрово съдържание с множество разновидности, но основната цел е предлагане на подобрени услуги за агрегиране и достъп до цифрово съдържание и разнородни единици от данни. Тези системи често се разработват независимо една от друга и са много ограничени по отношение на многократната употреба и споделянето използване на ресурсите им.

Целта на оперативната съвместимост е да се даде възможност за използването на компоненти, които принадлежат към една система (доставчикът) от друга система (потребителят) [Athanasopoulos и сътр., 2011]. Те могат да бъдат:

- софтуерни компоненти - т.е. набор от функции;
- системни компоненти, като например, текущи елементи, допринасящи за функционирането на цялата система (например, веб услуги);
- свързани помежду си съдържателни единици в контекста на своя многостранен характер;
- политики, качествени модели, потребителски профили и т.н.

Идентифицирането и прилагането на ефективни методи за оперативна съвместимост между системи на цифрови библиотеки е дългосрочна цел на техните разработчици. Като се има предвид разнородния характер на настоящите цифрови библиотеки и нуждата от съчетаването им с цел достигане до по-богато съдържание,

оперативна съвместимост е от решаващо значение за овладяване на хетерогенността и осигуряване на достъп.

ISO/IEC 2382 Information Technology Vocabulary дефинира оперативната съвместимост между тези системи като "способността да общуват, да изпълнява програми, или прехвърлят данни и различни функционални единици помежду си по начин, който изисква потребителят да имат малко или никакви познания на уникалните характеристики на тези системи". Оперативна съвместимост като цяло се отнася до способността на различни информационни системи да си комуникират. Този комуникация може да приема различни форми, като например трансфер, обмен, трансформацията, посредничеството, миграцията или интегриране на информация [Patel et al., 2005]

2.4. Сценарии, проблеми и решения за оперативна съвместимост между цифрови библиотеки

Според Атанасополос и колектив сценарият за оперативна съвместимост се случва, когато са налице следните условия:

- Има най-малко две лица, които трябва да си сътрудничат в рамките на сценария.
- Единият от субектите, играе ролята на доставчик, а другата на потребителя.
- Съвместната дейност се случва при желание на потребителя да използва определен ресурс - собственост на доставчика - да извърши определена задача.

За да се изпълни сценарият, двата субекта трябва да имат възможност да обменят "съдържателна" информация. Не може да има обмен на информация без комуникационен канал и протокол за регулиране на функционирането на канала. Това означава, че е нужна среда, позволяваща обмен на информация и правила, уреждащи ефективното ѝ използване за предаване на информация между лица. Освен това, не може да има информация, без някаква форма на нейното представяне. От друга страна, смислеността на информацията зависи от ресурсите и задачата; ресурсите, трябва да отговарят на нуждите на потребителя и потребителят трябва да се сдобие с точния информационния ресурс, който е необходим, за да изпълни задачата.

Работата, както на доставчик, така и на потребителите, зависи от организационни, семантични и технически аспекти. *Организационните аспекти* улавят характеристики на бизнес, целите и процесите на институцията, работещи в предприятието. Примери за организационни аспекти са от типа на политики, уреждащи консумация на информационните обекти, на функционалност, на която да се изложени потребителите,

качеството на обслужване по отношение на специфична функционалност и др. *Семантичните аспекти* улавят характеристики на смисъла на обменяната информация, движеща се по комуникационния канал. Примери за семантични аспекти са значението, определено от политика, параметър за качество и др.. *Техническите аспекти* улавят характеристики на технологията, подпомагаща работата на доставчик-потребител, както и на комуникационния канал и обменяната чрез него информация. Примери за технически аспекти са: системите за управление на дигиталните библиотеки, представляващи ядрото на дигиталната библиотека, протоколът, използван, за да се предостави определена функция, форматът за кодиране на информационен обект и др. Важно е да се отбележи, че тези три нива си влияят едно на друго по начин, отгоре-надолу, т.е. организационните аспекти са определени за цялата област, характеризират нейния обхват и цялостното функциониране, семантичните аспекти определят смисъла на субектите, а технически аспекти трябва да се въведат или прилагат за организационните и семантични аспекти.

Въпросът за оперативна съвместимост възниква, когато не са изпълнени предпоставки на задачата. Това се случва, когато очакванията на потребителите за ресурсите на доставчика не са задоволени в контекста на конкретната задача, т.е. не са удовлетворени съществени компоненти на сценария. С други думи, технически, семантични и/или организационни аспекти, характеризиращи доставчика и потребителя по отношение на ресурсите и задачата, не са съвместими.

Примери за проблеми на оперативната съвместимост са:

- форматът, използван от доставчика за представяване на информационен обект се различава от този, който се очаква от потребителя;
- интерфейсът, през който се достъпва информационният обект се поддържа от доставчика, но се различава от този, който клиентът очаква да се използва за извличане на съдържание;
- семантиката на функцията за търсене, осигурена от доставчика е различен от тази на потребителя;
- правилата на доставчика, регулиращи начинът на ползване на обекта се различават от очакванията на потребителя и др.

2.5. Подходи за оперативна съвместимост между цифрови библиотеки

Предлагат се два класа решения за справяне с оперативна несъвместимост в цифрови библиотеки: „Подходи, базирани на споразумение“ и „Подходи, базирани на

медиатор“. На практика, сценариите за оперативна съвместимост обикновено комбинират няколко решения или тяхното сливане.

„Подходите, базирани на споразумение“ са по традиционния начин за постигане на оперативна съвместимост, т.е. при съгласие на набор от принципи се постига задоволителна хомогенност между хетерогенни обекти. Стандартите принадлежат към тази категория и техните стойности/правила са определени и ясно дефинирани. Основни недостатъци на тези решения произлизат от факта, че различните организации/цифрови библиотеки трябва да се съгласят с общи стандарти и споразумения. Те често в крайна сметка е сложни комбинации от характеристики, отразяващи интересите на коренно различни страни. Освен това, по своя характер те нарушават автономията на субектите, които ги приемат.

„Подходите, базирани на медиатор“ използват при необходимост да се гарантира високо ниво на автономия сред субектите. Тези подходи се състоят в изолиране на машината за оперативна съвместимост, чиято функция е да свърже субектите. Тези решения са били първоначално замислени в сферата на информационните системи [Wiederhold et al., 1997] и понастоящем имат много приложения. Най-важната част на този вид подходи е представена от "функция за посредничество" (т.е. машината за оперативна съвместимост), която те прилагат. Пример е функцията за трансформация на форматите за данни. В по-голямата част от случаите, разработване на функция за посредничество е трудна задача и отнема време. По отношение на стандартите, медиаторите са мощно средство в подкрепа на критериите за автономия. Въпреки това, тяхната ефективност зависи от гъвкавостта на страните, между които те ще посредничи, т.е. при промени с времето на взаимодействащите си субекти съществува необходимостта от промени в механизма на оперативна съвместимост, въведени от медиатора.

2.6. Добри практики и решения за оперативна съвместимост между цифрови библиотеки

По проекта DL.org (<http://www.dlorg.eu>) е разработена рамка за класифициране на решенията и добрите практики за осигуряване на оперативна съвместимост между цифрови библиотеки, обособявайки ги в следните групи решения за оперативна съвместимост: на ниво съдържание; на ниво потребители; на ниво функционалност; на ниво политики; на ниво качество; на ниво архитектура и др. Следва кратко представяне на някои от тези групи.

Оперативна съвместимост на ниво съдържание

Оперативната съвместимост на съдържанието възниква като проблем при появата на необходимост на две или повече цифрови библиотеки да „общуват“ помежду си, използвайки и споделяйки взаимни ресурси. [Athanasopoulos et al., 2011] разглежда подходите за:

1) предоставяне на информация от страна на библиотеката доставчик към библиотеката консуматор;

2) подходи, базирани на споразумение, целящи постигането на общо разбиране на характеристиката на информационните обекти (стандарт за информационни обекти и метаописанията им);

3) подходи, базирани на споразумения, водещи до общи разбирания за схемите, които характеризират информационните обекти (приложни профили);

4) подходи, ориентирани към общо разбиране за token-и, осигуряващи достъпа до различни ресурси (информационен обект или негов идентификатор).

Подходите, свързани с публикуване/представяне на описанието на информационни обекти са базирани на механизми за представяне на метаданни за информационните обекти, включително сложни такива, така че те да бъдат споделяни от други системи. Конкретни примери за такъв тип оперативна съвместимост са:

1) Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting (OAI-PMH), протокол, който позволява на библиотеката доставчик да предлага и библиотеката консуматор да събира метаданни във формат Dublin Core, споделяйки общо разбиране за анотациите на обектите в хранилището, метаданните и формата на метаданните;

2) Open Archives Initiative Object Reuse and Exchange (OAI-ORE), подход за обмен на сложни информационни обекти в мрежата. Трябва да има общо семантично разбиране между доставчика и консуматора, формирайки ORE модела - т.е. агрегации, карта на ресурсите, делегати(медиатори) и съответните взаимовръзки;

3) Linked Data – множество от добри практики за публикуване и свързване на структурирани данни в мрежата. Това осигурява възможност на доставчиците и консуматорите да споделят всякакъв вид информация за произволен ресурс, например описанието на структурата на ресурса, метаданни или контекстуални връзки в други ресурси. Доставчикът и консуматорът трябва да имат общо разбиране за семантиката на RDF правилата, също така и за значението на допълнителни речници и граматика;

4) Open Data Protocol, отворен уеб протокол за споделяне и модифициране на данни, който позволява на доставчика да предостави на консуматора всякакъв вид структурирана и неструктурирана информация (ресурс), включвайки съответните

метаданни и налични методи/операции. Доставчикът и консуматорът трябва да има общо знание за семантиката на елементите, формиращи този абстрактен модел на данните.

Подходите, свързани със стандартите за информационни обекти/метаданни са базирани на споразумение (споделени формати) за представяне на информационните обекти и метаданните. Конкретни примери на решение за оперативна съвместимост в този случай са:

1) Dublin Core – стандарт за метаданни, предоставящ опростено множество от елементи за описание на всякакъв вид ресурси. Той позволява на доставчика и консуматора да споделят метаданни, описвайки произволни ресурси, чрез схемата Dublin Core Metadata Scheme;

2) Europeana Data Model (EDM), ново предложение за структуриране на обекти и метаданни от Europeana, Европейската цифрова библиотека, музей и архив. Чрез EDM, Europeana поддържа интеграцията между различни модели, използвани за данните за културно наследство, запазвайки оригиналните данни и едновременно с това осигурявайки семантична оперативна съвместимост. В този контекст доставчик е всяка една библиотека, склонна да предоставя цифрови обекти и свързаните метаданни (ресурси) според EDM стандарта. Такива обекти могат да бъдат на разположение на всеки един консуматор, който е съвместим с този модел;

3) CERIF (Common European Research Information Format), формален модел за осигуряване на оперативна съвместимост между информационните системи за проучвания (Research Information Systems). В този контекст доставчикът е всеки един доставчик, който е склонен да предостави цифрови обекти и съответните метаданни според CERIF формата.

Изводи: В този раздел е направен сбит преглед на същността, характеристики, компоненти и концептуален архитектурен модел на цифрова библиотека. Той показва голямата сложност на моделирането и изграждането на ефективна софтуерна платформа за цифрова библиотека, която да осигури оптимизация и подобрен достъп до обекти и знания. Накратко е представен референтният модел на цифрова библиотека, разработен по проект DL.org и множество международни и национални проекти и инициативи за разработка на цифрови библиотеки, за се отразят огромните усилия и принос на изследователи и разработчици за развитие и утвърждаване на областта. Изграждането на работещи модели за цифрови библиотеки и тяхното многократно използване за различни приложения и контекст се явява основен мотив за разработките в настоящия

дисертационен труд. Във втория дял бе представено аналитично изследване на проблема за осигуряване на оперативната съвместимост между цифрови библиотеки. Включените са сценарии, проблеми, решения, добри практики и подходи подпомогнат избора на средства и методи за изграждане на ново решение по проблема с оглед поставената в дисертационния труд цел.

Заключенията, направени при анализа на ефективността на съществуващите решения, както и поставените конкретни цели за разработване на цифрова библиотека с културно съдържание и нейното свързване на ниво съдържание с други, доведоха до формулиране на конкретните задачи в Глава 1, водещи до постигане на целта на дисертационния труд.

3. Модел и софтуерни компоненти за осигуряване на оперативна съвместимост на съдържателно ниво между цифрови библиотеки

В тази глава е представено решение за интеграция на три цифрови библиотеки: Енциклопедия Slavica Sanctorum, Виртуална енциклопедия на българското православно иконографско изкуство и мултимедиен фонд “BellKnow”. Тези три среди съвсем естествено се допълват взаимно. Предложените интеграционни услуги целят да доставят по-добър достъп до съдържанието за всички целеви групи от потребители, както и да осигурят взаимно обогатяване на съдържанието. Този раздел също така разглежда и спецификите на съдържанието и описателните схеми на трите библиотеки. Описано е обединяването на съдържание, чрез използването на технологии за уеб услуги, което предоставя гъвкав начин за интеграционно развитие между различни цифрови библиотеки.

Този раздел представя решения за интеграция на съдържанието в три цифрови библиотеки, съдържащи цифровизирани артефакти и знание от Encyclopaedia Slavica Sanctorum (ESS/ECC, <http://www.eslavsanct.net/>) [Goynov et al., 2011] [Rangochev et al., 2012], Виртуална енциклопедия на българското православно иконографско изкуство (Bulgarian Iconographical Digital Library – BIDL / БЕБИ, <http://bidl.math.bas.bg>) [Pavlova-Draganova et al., 2010a] и мултимедиен фонд “BellKnow” (BellKnow / БФЦБ) [Bogdanova et al., 2011].

ESS е цифрова библиотека, в основата, на която е заложен календар на православните празници, събития и светци.

BIDL е цифрова библиотека, съдържаща редки образци и колекции от православното изкуство – икони, стенописи, други иконографски обекти с различно местонахождение, някои от които трудно достъпни в манастири, църкви, обекти в рисковата среда и в недобри условия за съхранение.

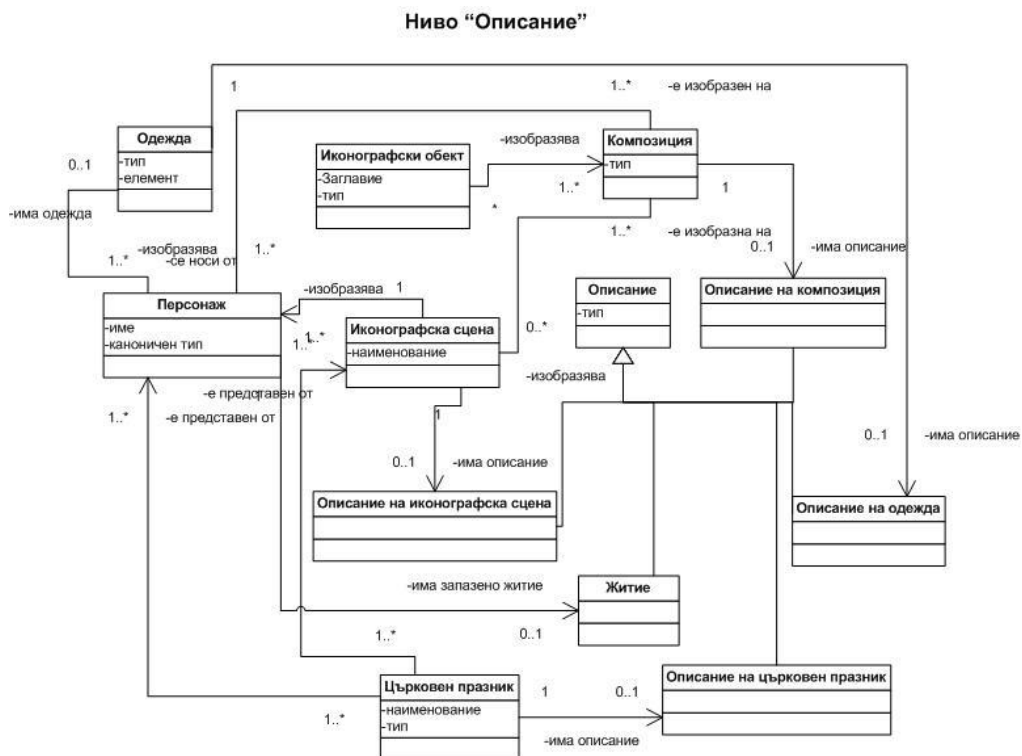
Целта на BellKnow е да се направи проучване и идентификация на ценните камбани, намиращи се в българските църкви и манастири и да се създаде първия архив от цифрови копия на камбани.

Тези три среди съвсем естествено се допълват взаимно, тъй като имат много сходства в тематиката и съдържанието си. Предложените интеграционни услуги целят да доставят по-добър достъп до съдържанието за всички целеви групи от потребители, както и да осигурят взаимно обогатяване на съдържанието. Този раздел също така разглежда и спецификите на съдържанието и описателните схеми на трите цифрови библиотеки. Описано е обединяването на съдържанието чрез използването на технологии за уеб услуги, което предоставя гъвкав начин за интеграционно развитие между различни цифрови библиотеки.

3.1. Описателни схеми на цифрови библиотеки, съхраняващи художествено и културно наследство

Мултимедийната цифрова библиотека „Виртуална енциклопедия на българското православно иконографско изкуство” представлява Интернет-базирана среда, визуализираща иконографски обекти от различен тип, описани, класифицирани и показани по атрактивен начин пред широка аудитория изследователи, иконографи, художници и обикновени зрители. Библиотеката осигурява услуги за регистриране, документация, достъп и експониране без ограничения в броя и обема на знанието за тях. Зрителят ползва стриктно подобрена функционалност, определена след дългогодишно изследване на предпочитанията, нуждите и целите на потребители в среди, които предоставят цифрово съдържание и знания в областта на културното наследство. Специално внимание е отделено на основните услуги за създаване, атрактивно виртуално експониране, търсене, подбор, групиране и управление на цифровото съдържание с цел покриване на широк набор от възможни решения. Пълно описание на услугите и функционалностите на BIDL е направено в [Pavlova-Draganova et al., 2010a]. За описание на съдържанието в библиотеката бе създадена онтология на областта на българската иконография. В избрания модел иконографското изкуство е представено от три основни тематични елемента (нива на знание): елемент „идентификация“, който съдържа

основните данни, идентифициращи иконографския обект; елемент „описание“, който съдържа описание на обекта с цел осигуряване на по-добро разбиране на съдържанието и елемент „технология“, който включва информация за технологиите, материалите, др., използвани при създаването на съответния обект. Фигура 1 представя елемента „описание“ [Pavlova-Draganova et al., 2011], чиито основни класове са обвързани с класовете от ESS и BellKnow, за да осигурят интеграцията на съдържанието между трите библиотеки.

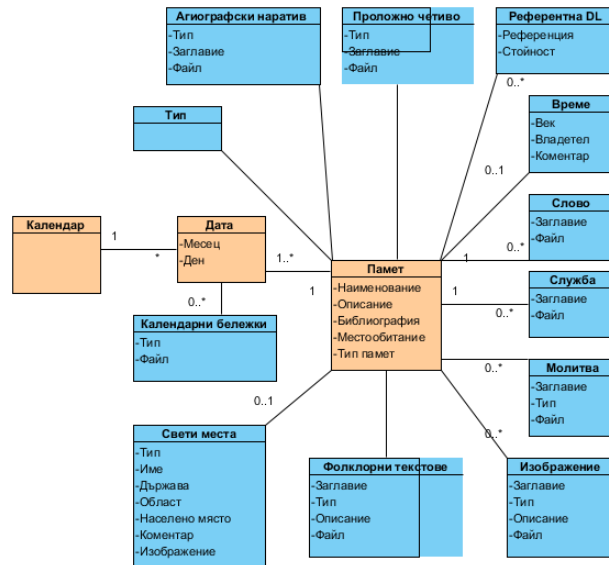


Фигура 1. Класове от ниво „Описание“ на онтологията Българските иконографски обекти

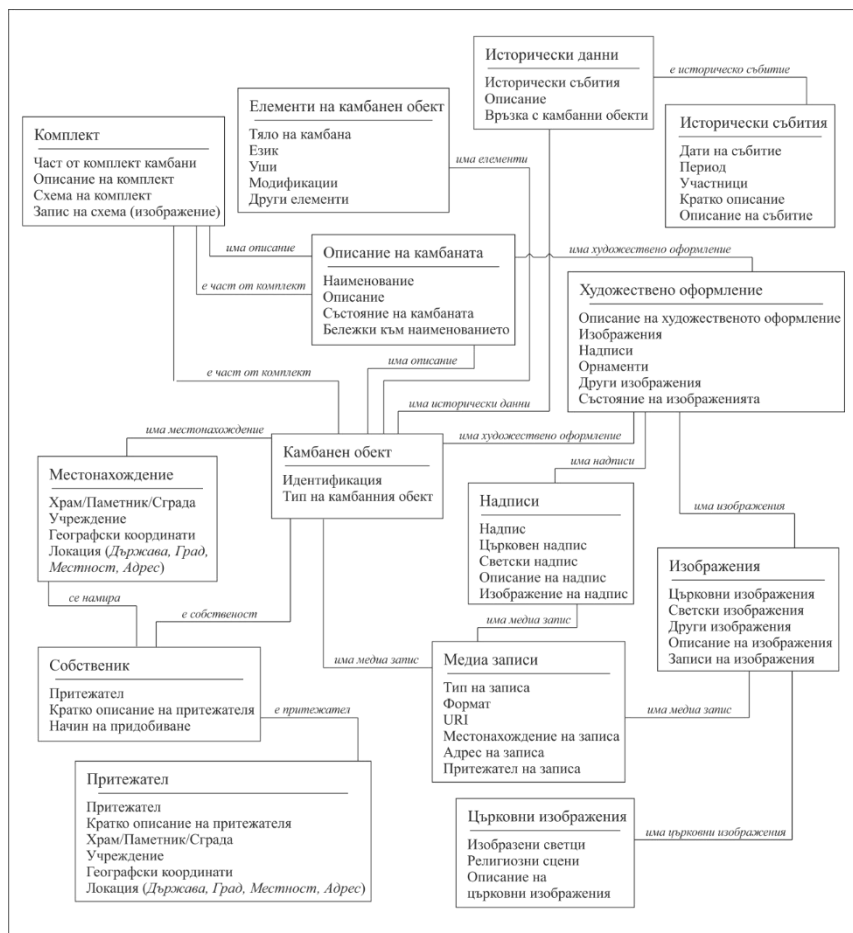
Encyclopaedia Slavica Sanctorum Calendar (ESS) [Goynov et al., 2011] [Rangochev et al., 2012] [Rangochev et al., 2014] [Rangochev et al., 2015] включва широко разнообразие от информационни материали като средновековни жития на светци, слова за светци и празници, проложни четива, служби, молитви, (апокрифни и канонични), календари в различни богословски направления, съвременни интервюта с личния опит на вяравците, църковни и ритуални обреди и тяхното възприемане от обществото. Фигура 2 илюстрира част от семантичното описание на ESS, изградено върху основния клас „Памет“

Мултимедийният фонд „BellKnow“ [Bogdanova et al., 2011] представя обекта камбана и неговите основни характеристики - дизайн, форма, тип, геометрични размери, декоративни и артистични схеми, тегло, материали, състояние, характеристики на звука, информация за създателя и собственика на камбаната, оценка на историческата й

стойност и др.; цифрови изображения и видео записи на камбаните; честотен обхват, графики на утихването на звука и др. Фигура 3 представя основните елементи описващи камбаната като обект.



Фигура 2. Клас “Памят” от онтологията на Encyclopaedia Slavica Sanctorum



Фигура 3. Класове от ниво „Описание” на онтологията на обект „камбана“

3.2. Оперативна съвместимост – разгледани проблеми

Съдържанието на описаните цифрови библиотеки се допълва взаимно. Решението за оперативна съвместимост между тях ще осигури взаимно обогатяване на съдържанието, имайки предвид различния контекст на всяка една библиотека, различните цели на използване, различните гледни точки. В предложеното решение се използват част от описателните метаданни от първата цифрова библиотека и се съпоставят с техни съответствия във втората или третата цифрова библиотека. По този начин потребителят има предимството да се възползва от богата информация от различни източници. Когато потребителят работи с така изградения интегриран модул, той използва информацията от първата цифрова библиотека като основна – това е основният контекст, от който той е заинтересован. Съдържанието на втората/третата библиотека е в периферията на основното съдържание и може да бъде използвана като допълнение към него. При проявен интерес към това допълнение, потребителят може да „превключи контекста“ и да бъде пренасочен към конкретни референции в съответната втора/трета цифрова библиотека [Paneva-Marinova et al., 2015] [Goynov et al., 2012] [Paneva-Marinova et al., 2012].

Следните примери са различни заявки за обвързани обекти и знание от три цифрови библиотеки:

1) Представяне на обекти – икони, иконографски обекти и камбани от BIDL и BellKnow, свързани с определен светец/събитие и описание на събитието от ESS.

2) Представяне на обекти от BIDL и BellKnow за конкретен период, които са свързани с определен светец/събитие от ESS.

3) Представяне на обекти от определено местоположение – град, село, регион, държава от BIDL и BellKnow, които са свързани с определен светец/събитие от ESS.

4) Представяне на всичко, свързано със светец/събитие: описание (от ESS календара на светците); икони и иконографски обекти (от BIDL); камбани с изображенията на светци и събития (от BellKnow); местонахождение – църква, манастир, т.н. (от BellKnow); описание на начинът, по който са изобразени (BIDL), др.

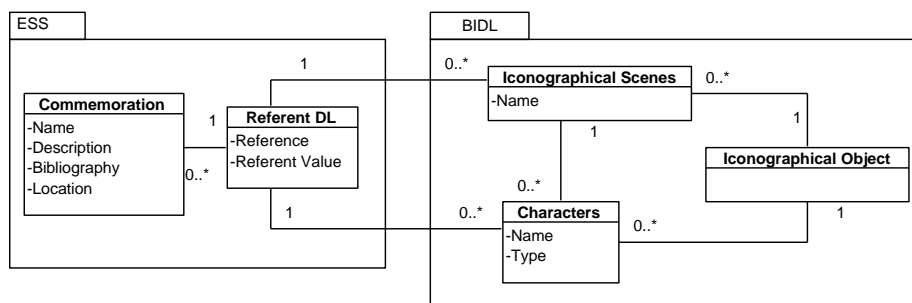
3.3. Внедряване на оперативна съвместимост

Интеграционният слой [Paneva-Marinova et al., 2015] е в процес на изграждане, чрез използването на REST/JSON технологията. Това е технология основно използвана в уеб базирани среди и за комуникацията между тях. Основно предимство на технологията е, че е значително по-гъвкава и по-олекотена в сравнение с SOAP/WSDL.

Това е идеално решение за платформи, които нямат собствен back-end (например т.нар. Single Page Application, които ползват основно HTML/CSS/JavaScript), а ползват услуги от други системи. Заявките и отговорите са т.нар. JSON обекти (JavaScript Object Notation,) използват HTTP протокола за трансфер на данни и могат изключително лесно да бъдат обработвани от всеки един съвременен уеб браузър.

Оперативната съвместимост първоначално бе осъществена между BIDL и ESS. Намирайки се в сходна област и допълвайки се взаимно BIDL и ESS бяха интегрирани с цел да бъде разширено знанието за техните общи елементи/обекти и за да обменят данни помежду си. На Фигура 4 е представена UML клас диаграма на връзките между ESS и BIDL. Тук основно се разглеждат въпросите около тази интеграция и някои текущи разширения.

Към момента са дефинирани две основни взаимовръзки между двете цифрови библиотеки. Първата релация описва връзката между обект от ESS с персонажи (светци) от BIDL. Втората връзка е между ESS обект и иконографски сцени на иконографски обект. Например, събитията от ESS могат да бъдат обвързани с иконографски сцени от BIDL. Обект от тип „свещец“ от ESS има съответствие с обект от тип „персонаж“ от BIDL.



Фигура 4. UML клас диаграма на анализа на концептуални връзки между елементи на BIDL и ESS

Работата е свързана с имплементацията на връзките между светците, проложните четива, молитви, фолклорни текстове и др. в ESS с персонажите от BIDL. Разгледана е също така връзката между други класове.

Интеграцията между ESS и BIDL е реализирана чрез използването на уеб услуги. Интерфейсът е изграден чрез използването на протокола Simple Object Access Protocol (SOAP) и съпътстващият описателен език Web Service Definition Language (WSDL).

Изводи: Изграденият модел за осигуряване на оперативна съвместимост между цифрови библиотеки и неговата реализация показват, че наличието на общи семантични елементи на онтолозиите на всяка една от участващите цифрови библиотеки е

достатъчно условие за осигуряването на оперативна съвместимост на ниво съдържание между цифрови библиотеки.

Дефинирането на семантичните връзки между онтологиите е част от процеса по изграждане на модела за оперативна съвместимост.

Моделът е имплементиран както за две, така и за три цифрови библиотеки. На практика, това означава, че той може да бъде разширяван без ограничение на броя цифрови библиотеки, стига да е спазено условието за наличието на общи семантични елементи от онтологиите им.

Моделът на внедряване се състои в изграждането на общо хранилище на метаданните за обектите на цифровите библиотеки, общ интерфейс към хранилищата на метаданни на всяка една от цифровите библиотеки и общ потребителски интерфейс, осигуряващ единен достъп до съдържанието в цифровите библиотеки.

4. Модел на функционалност в цифрова библиотека за културно наследство

Настоящата глава представя модела на функционалност (функционална спецификация) на цифрова библиотека за културно наследство. Специфицирани са базови технологични аспекти, свързани с изграждането на мултимедийна цифрова библиотека за културно наследство като цел на средата, специфика на съдържанието, функционалност и услуги, приложения, схема на разпределение на дейностите по изграждане на съдържанието, цифрово представяне и съхранение на културно съдържание в цифрова библиотека, федериране на цифрови библиотеки и др. Представената спецификация не е обвързана с конкретни средства за имплементация поради динамиката на тяхното развитие. Внедряването на модела е направено в няколко разработки като конкретно в главата е представена мултимедийната цифрова библиотека „Виртуална енциклопедия на българското православно иконографско изкуство”.

4.1. Базови технологични аспекти, свързани с изграждането на цифрова библиотека за културно наследство

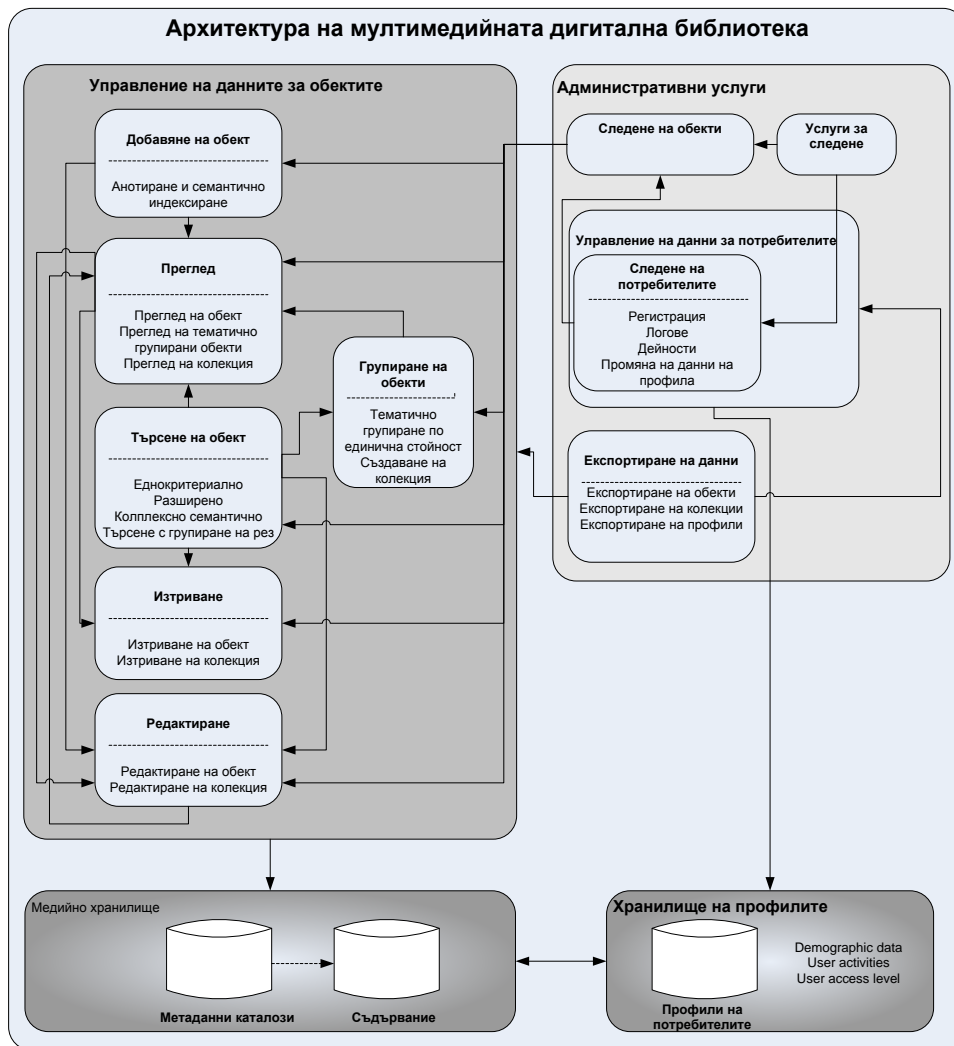
Цифровата библиотека за културно наследство цели да осигури съхранение, е-достъп и комплексно мултимедийно експониране в веб-базирана среда на обекти и колекции от културното наследство. Целта е да се осигури гъвкав и ефективен достъп до мултимедийните представяния на културно-исторически артефакти, поддържайки на

разнообразни форми и формати на цифровото информационно съдържание и богата функционалност за взаимодействие с него.

Цифровата библиотека за културно наследство представлява веб-базирана софтуерна среда (приложение) за въвеждане, индексирание, аотиране, достъп и управление на архиви и колекции с практически неограничен брой мултимедийни обекти. Тя предоставя функционалност, която да обслужва нуждите на потребителите от целевото информационно съдържание чрез подходящ потребителски интерфейс и услуги за осигуряване на гъвкав достъп до ресурсите на средата. Основни приложения на библиотеката са използването ѝ като източник на информационни материали, формално и неформално обучение, научни изследвания, е-туризъм и др.

4.2. *Мултимедийна цифрова библиотека „Виртуална енциклопедия за българското православно иконографско изкуство” - архитектура и функционалности*

Мултимедийната цифрова библиотека „Виртуална енциклопедия на българското православно иконографско изкуство” представлява развита Web-базирана среда за регистриране, документиране, достъп и показване на практически неограничен брой образци на българското православно иконографско изкуство. Тя осигурява богата база от знания за иконографската област и по-специално за българската иконопис, позволявайки нейното използване за семантично аотиране, преглед, комплексно търсене, избиране, групиране и управление. За целта библиотеката ползва онтологично структуриране на знанията за българските православно иконографски обекти, т.нар. базова онтология за Българските иконографски артефакти [Pavlova-Draganova et al., 2011].



Фигура 5. Архитектура на мултимедийната цифрова библиотека „Виртуална енциклопедия на българското православно иконографско изкуство”

За всеки включен в библиотеката обект семантичните и технически метаданни се съхраняват в Медийно хранилище. Тези метаданни са представени в каталожни записи, сочещи към оригиналния медиен файл, който е асоцииран с всеки обект.

Хранилището на профилите на потребителите управлява всички налични данни за потребителите, както и извършените промени в тях.

Услуги за създаване на съдържание

Основни дейности в процеса на създаване на съдържание за мултимедийната цифрова библиотека „Виртуална енциклопедия на българското православно иконографско изкуство” е аотирането и семантичното индексирание на дигитални обекти, както и тяхното включване в медийното хранилище на библиотеката [Pavlov et

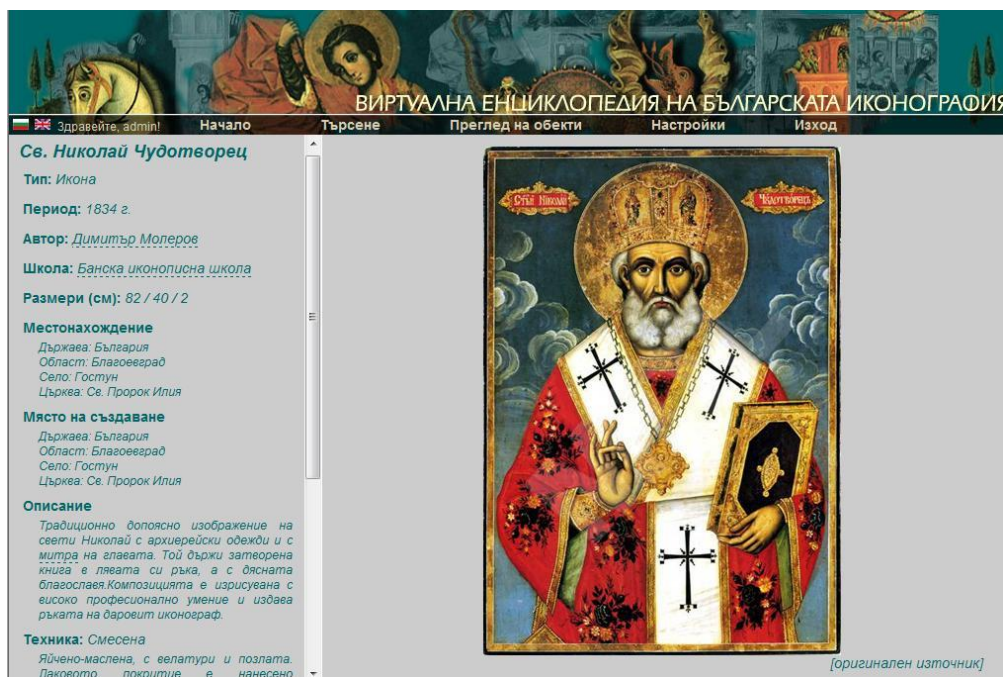
al., 2010a]. Въвеждането на технически и семантични метаданни се осъществява чрез различни автоматични и полуавтоматични сервиси.

Техническите метаданни, представени с DublinCore, се прикачат към всеки обект автоматично. Тези метаданни покриват техническа информация като тип и формат на файла, идентификатор, дата на създаване, доставчик, издател, разпространител, език и права за ползване.

Услуги за представяне на съдържанието

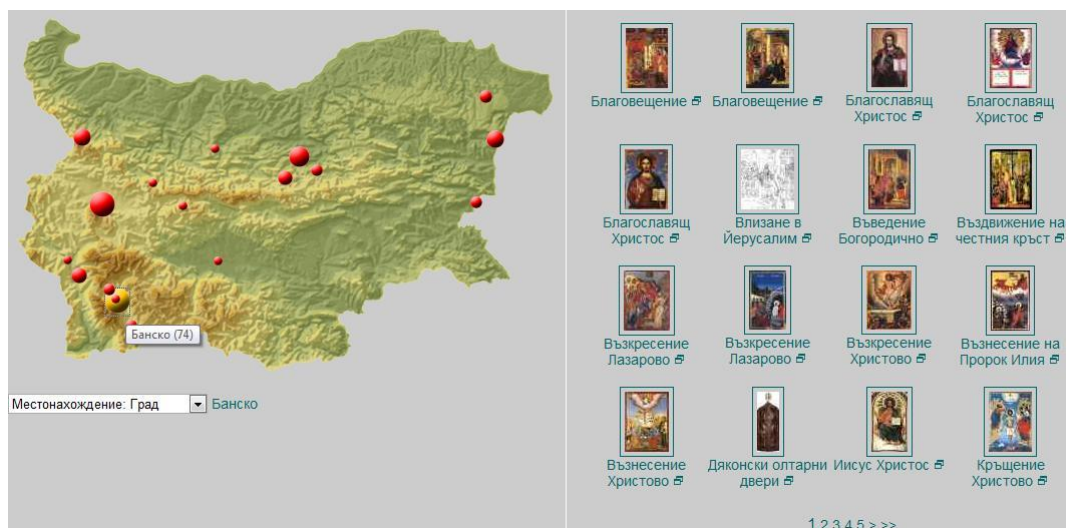
По време на разработката на услугата за представяне на съдържанието в мултимедийната цифрова библиотека „Виртуална енциклопедия на българското православно иконографско изкуство” бе извършен задълбочен анализ на нуждите на потребителите и техните изисквания за групиране и показване на обектите. Изследването насочи вниманието към две основни направления: визуализация на отделен иконографски обект и неговите компоненти и визуализация на групирани обекти и тематични колекции в библиотеката [Pavlov et al., 2010a].

Визуализация на отделен иконографски обект в прозорец на браузър е осъществена в два панела: ляв и десен. Левият панел на прозорецът за визуализация показва описанието на иконографски обект. Десният панел е зает от обекта и негови части. Обектът е маркиран с воден знак. Поставена е хипервръзка към оригиналния медиен източник. Фигура 6 изобразява изглед на отделен иконографски обект и неговото описание. Визуализацията на богатото семантично описание на отделния иконографски обект бе решена със скрити части, които се появяват с разгръщане или нов прозорец след избор на съответна хипервръзка. Тази опция се използва основно при представяне на биографиите на авторите, описанието на школи, дефинициите на понятията. Част от описателните полета също са скрити, пазейки стойностите им като чисто семантични метаданни. При все това по полета може да се осъществи семантично търсене в специална форма.



Фигура 6. Св. Николай Чудотворец, Димитър Молеров, Банска иконописна школа

При разработката на услугите за групиране на обектите в библиотеката като основни критерии за групиране на обектите бяха избрани базови класове от Онтологията на Българските иконографски артефакти. Наличните в библиотеката обекти могат да се преглеждат по тяхното *Заглавие*, *Автор*, *Иконописна школа*, *Техника на изработка*, *Материал на основата на иконографски обект*. Използвайки друга групираща опция, потребителят може да вижда отделни списъци на иконографи (автори) и при избор на някой от тези автори се показва неговата биография заедно с наличната в библиотеката колекция на негови произведения. Подобно представяне е създадено за групиране по иконографски школи, иконографски сцени, персонажи и канонични типове на персонажите. Последните групирания са базирани на таксономия на иконографските сцени, персонажи и техните канонични типове, включена в от Онтологията на Българските иконографски артефакти [Pavlova-Draganova et al., 2011] [Paneva et al., 2008]. За визуализацията на групиранията по местонахождение и място на създаване на обекта е внедрена интерактивна карта за избор на обектите (Фигура 7).



Фигура 7. Интерактивна карта за избор на обектите по местонахождение и място на създаване в мултимедийната цифрова библиотека „Виртуална енциклопедия на българското православно иконографско изкуство ”

В допълнение всеки потребител може да създаде своя собствена колекция от подбрани обекти. Широк набор от възможности за търсене подпомагат процеса на създаване на такава колекция. Потребителят именува колекцията и включва кратко описание за нея при създаването ѝ, определя статуса ѝ: частна или споделена колекция с другите потребители на библиотеката. Всеки нововъведен обект се появява автоматично в колекцията, към която принадлежи.

Услуги за търсене на съдържание

Мултимедийната цифрова библиотека „Виртуалната енциклопедия на Източно Християнското изкуство ” предоставя широк набор от услуги за търсене като търсене по ключови думи (еднокритериално) (Фигура 8), разширено търсене (по ключови думи), семантично, контекстно-базирано търсене, комплексно търсене (Фигура 9) и търсене с групиране на резултатите (Фигура 10) и др. [Pancheva-Marinoва et al., 2010a]. Тяхната реализация се базира на различни по тип и сложност заявки към базата знания на библиотеката като се използват основно структурните клони на базовата онтология на библиотеката. Освен това, пет типа условия за множеството от резултати на търсене са реализирани:

- Обектите имат стойност за характеристика c
- Обектите имат стойност $\neq v$ за характеристика c
- Обектите имат цифрова стойност $\geq, \leq, >, <, or = v$ за характеристика c
- Обектите имат характеристика c

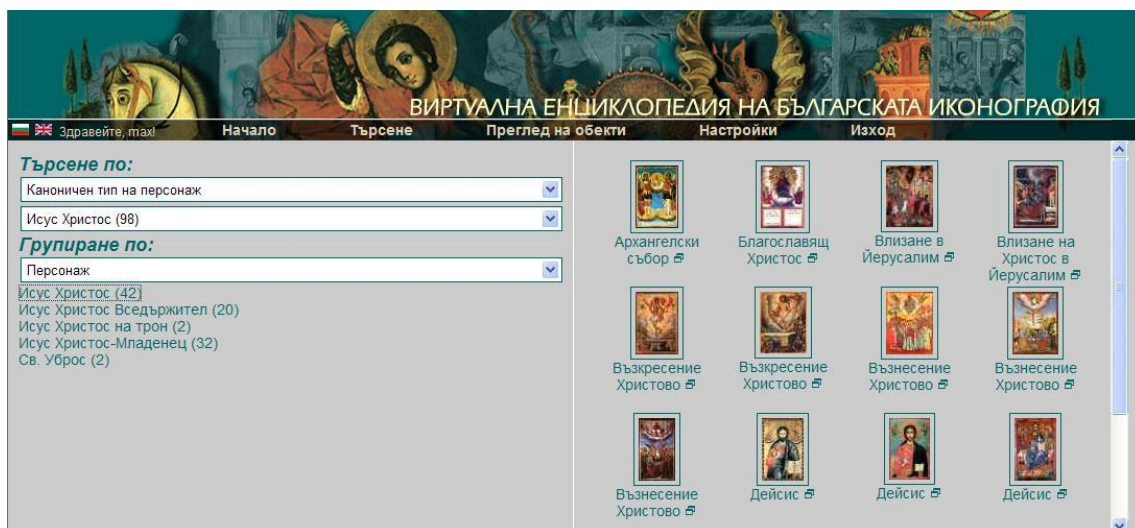
- Обектите нямат характеристика *c*

The screenshot shows three overlapping search panels. The top panel, titled "Търсене по заглавие:" (Search by title), has a search box containing "Михаил" and shows results for "1. Св. Архангел Михаил" with a small icon. The middle panel, titled "Търсене по автор:" (Search by author), has a search box containing "Тома Вишанов-Молера" and shows results for "1. Въздвижение на честния кръст" and "2. Благославящ Христос", both by "Тома Вишанов-Молера". The bottom panel, titled "Търсене по школа:" (Search by school), has a search box containing "Банска" and shows results for "1. Св. Йоан Предтеча", "2. Св. Богородица", and "3. Въздвижение на честния кръст", all from "Банска иконописна школа".

Фигура 8. Примери за еднокритериално търсене

The screenshot shows a search panel titled "Търсене по място на създаване:" (Search by place of origin). The search criteria are: "Място на създаване" (checked), "Държава" (unchecked), "Област" (checked) with "Български" selected and "Благоевград" entered, "Град" (checked) with "Български" selected and "Банско" entered, "Село" (unchecked), "Манастир" (unchecked), and "Църква" (checked) with "Български" selected and "Св. Троица" entered. The results panel shows 30 items, including "1. Св. Йоан Предтеча", "2. Св. Богородица", "3. Св. Антоний и св. Евтимий Велики", "4. Св. Великомъченик Теодор Тирон", "5. Въздвижение на честния кръст", and "6. Св. Константин и св. Елена", all from "Св. Троица".

Фигура 9. Комплексно търсене

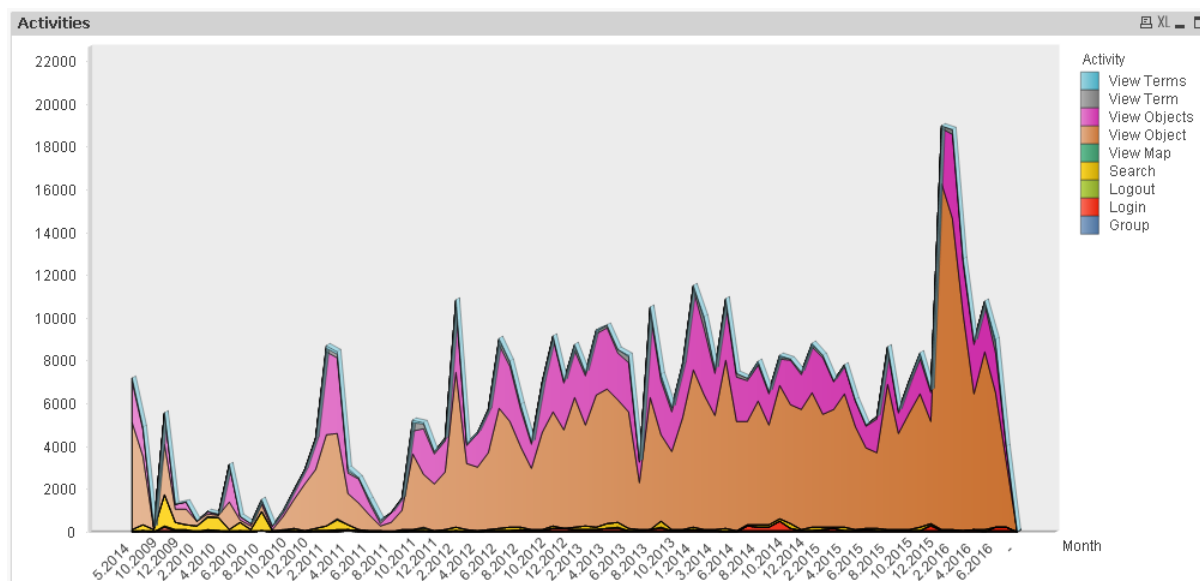


Фигура 10. Търсене с групиране на резултатите

Административни услуги

Панелът за административни услуги на мултимедийната цифрова библиотека „Виртуална енциклопедия на българското православно иконографско изкуство“ осигурява основно управление на данните за потребителите, експортиране на данни и услуги за следене [Paneva-Marinova et al., 2010a]. Управлението на данните за потребителите покрива дейности свързани с регистрацията, промяната на данните, определянето на новото на достъп и следенето на поведението на потребителя в средата. Експортирането на данни осигурява възможността на трансфер на информационни пакети (например, пакети с иконографски обекти/колекции от библиотеката, профили на потребителите и др.), съвместими с други системи за управление на данни. Тези услуги в общия случай се използват за транспортиране на XML-базирани структури описващи пакета за ново външно приложение за e-learning или e-commerce (виж такива приложения на [Paneva-Marinnova et al., 2008] [Paneva-Marinnova et al., 2009a] [Pavlova-Draganova et al., 2012]). Услугите за следене покриват два основни клона: следене на обектите и следене на активността на потребителите. Следенето на обектите „наблюдава“ дейностите по добавяне, редактиране, преглед, търсене, изтриване, избор, групиране на обекти/колекции с цел да осигури широк набор от статистически данни (например за честотата на използване на дадена услуга, извършени заявки и техния статус и др.). Този тип следене се ползва основно за правене на изводи, свързани от една страна със съдържанието на базата и необходимостта от нейното допълване, а от друга със стабилността на системата, надеждността ѝ и необходимостта от подобряване на функционалността.

При следенето на активността на потребителите се показват данни за логовете на потребителите, поведението им в средата, извършените промени на личните им данни и новото им на достъп (Фигура 11).



Фигура 11. Дейности на потребителите в периода 2009-2016

За осъществяването на анализ на данните от следенето на базите на библиотеката (обекти и потребител) се използва QlikTech® QlikView® Business Intelligence software, осигуряващ графично представяне на получените резултати от анализа (виж Фигура 11).

Допълнителни услуги за подпомагане на работата на потребителя на цифрова библиотека са представени в Приложение 1. Те включват:

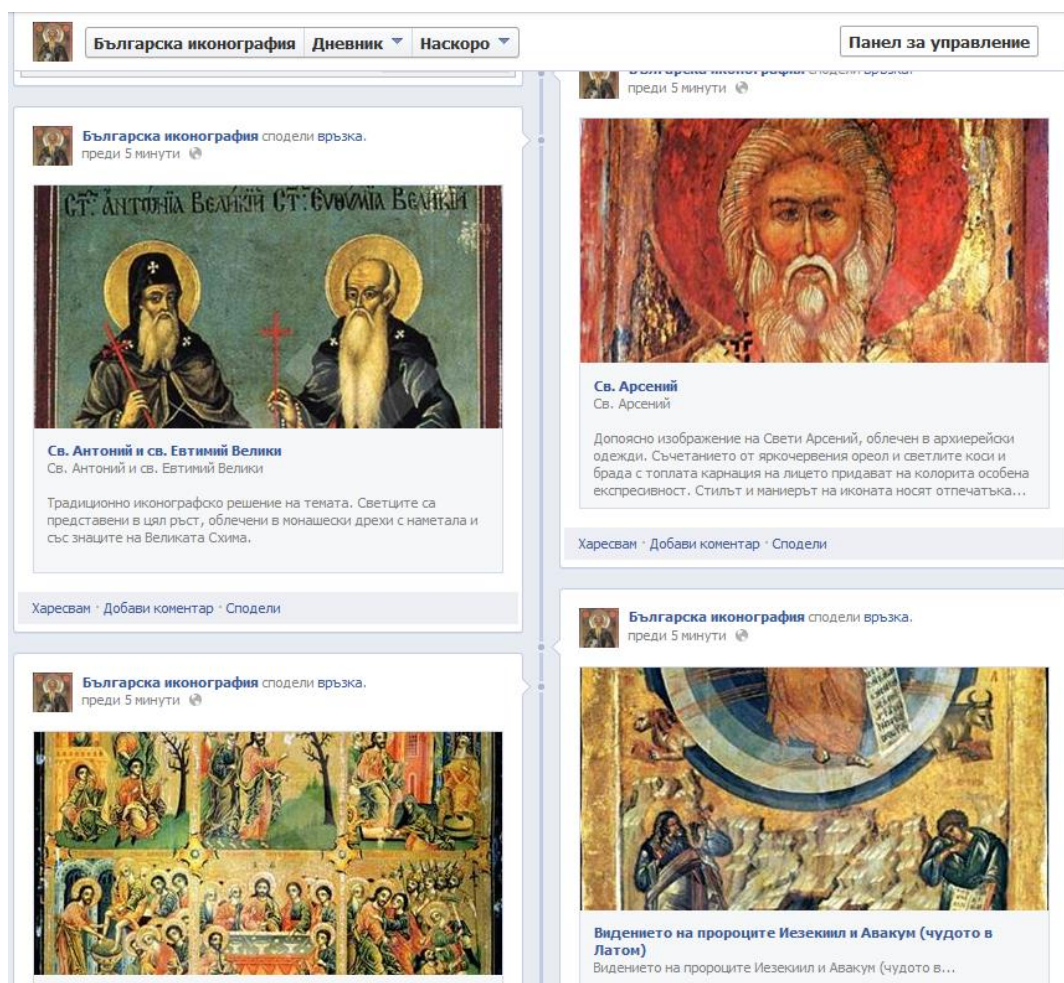
- Услуги за мобилно преглеждане на съдържанието на цифрова библиотека чрез достъп с QR код в индивидуален туристически аудио пътеводител (GUIDE&HAND);
- Услуги за анализ и синтез на съдържанието на цифрова библиотека;
- Услуги за лингвистично изследване и анализ на съдържанието в цифрова библиотека. Експериментално внедряване на лингвистичен компонент в Българската фолклорна цифрова библиотека.

Изводи: Моделът, по който е изградена библиотеката – структурата на метаданните, трислойната архитектура на системата, отделянето на презентационния слой, липсата на ограничения за основните типове данни, я правят изключително гъвкава платформа и на практика универсална цифрова библиотека, която може да се адаптира и лесно да реализира всяка една предметна област. Това изисква и позволява всеки един

слой от тази архитектура да бъде подобряван, обогатяван, доизграждан, при необходимост реструктуриран, така че да осигурява колкото се може повече възможности и да покрива колкото се може повече сценарии. Моделът е изключително скалируем и това позволява да се обособят поне няколко области за развитието му.

Основна област за развитие на платформата е подобряването на презентационния слой, изграждане на многоканално представяне на съдържанието (omni-channel, преглед чрез използването различни видове устройства – планшети, мобилни телефони, устройства за представяне на 3D виртуална реалност.)

Насочването на съдържанието към социалните мрежи (т. нар. Web 2.0) е другото основно направление, в което ще продължи развитието на изградената инфраструктура. Текущо изградената интеграция с най-голямата социална мрежа Facebook, ще бъде разширена с новите възможности, които предлага сервизният слой на платформата Facebook.



Фигура 12. Интеграция на VIDL с Facebook

Интегрирането със стандартите на Internet of Things (IoT, т.нар. Web 3.0) е сред основните цели и бъдещи реализации. Предстои проучване на стандартите и имплементиране на поне два от тях с цел осигуряване на значително подобрене на „опознаването“ на съдържанието от страна на търсещите машини и съответно подобряване на ефективността при търсене на качествена информация от страна на крайните потребители.

5. Разработка, тестване и приложения на разработената функционалност

В настоящата глава са описани: методологията, добри практики, технологични средства, използвани при разработването на функционалността, тестването и използването ѝ.

5.1. Методология

За изработване на представената функционалност е използвана стандартната методология в Компютърните науки. Става въпрос за методологията Rational Unified Process, която е една от утвърдените методологии за създаване на софтуер и управление на развойните процеси.

Преди да се представи изпълнението на самия процес, се прави кратко представяне на методологията. То ще покаже какво я прави толкова популярна при реализацията на различни софтуерни проекти.

Предимство на RUP е неговата гъвкавост, която позволява да бъде използван както при разработката на нова система, така и при подобряването на съществуваща. Във втория случай не е толкова съществено да се навлиза в детайли в процеса, колкото да се спазват неговите основни принципи и добри практики.

5.2. Технологични средства, използвани при разработването на функционалността

Технологичните средства за реализация на изградената функционалност могат да бъдат разделени в две основни направления: стандарти и протоколи, и програмни средства, модел и инфраструктура.

Основните комуникационни стандарти за реализацията на оперативна съвместимост, използван за реализацията на предложеното решение са протоколите SOAP/WSDL и REST/JSON, върху HTTP протокола за трансфер на данни в уеб.

За имплементацията на предложеното решение бяха използвани следните програмни и технологични средства: език за програмиране на приложния слой – PHP (първоначално PHP 4, в последствие PHP версия 5 с преминаване към обектно-ориентиран модел); система за управление на базата от данни – MySQL; приложен сървър – Apache 2.2; езици и технологии за реализация на потребителския интерфейс – HTML5, CSS3, JavaScript, jQuery и други помощни библиотеки. Всички изброени технологии са с отворен код.

Модел на базата от данни

Моделът, избран за съхранение на метаописанията на обектите в цифровите библиотеки наподобява на т.нар. „key value pair database model“ – модел, базиран на връзка ключ-стойност. В този модел основната идея е, че колоните от таблиците в една стандартна релационна база от данни, са трансформирани в редове. Редовете се намират в таблица с фиксиран брой колони – основна колона, съдържаща уникален ключ идентифициращ обекта, колона – ключ, идентифицираща характеристиката на обекта, колона, съдържаща стойност на характеристиката и колони за допълнителна информация, които не са съществени в контекста на този модел. Този модел е изключително подходящ за управление на цифрови библиотеки, тъй като сложният и динамичен модел на техните онтологии може да се поддържа по много по-лесен начин, отколкото в една релационна база от данни. Необходимостта от добавяне на нови колони и/или таблици при промяна на онтологията е елиминирана. Самата онтология е дефинирана в помощна таблица (с фиксирана структура), където са описани характеристиките, техните уникални ключове, йерархията им (в повечето случаи дървовидна структура.)

Модел на приложния слой

Приложният слой е изграден на базата на т.нар. MVC подход (Model, View, Controller). Това е много популярен архитектурен шаблон за реализация на софтуерни решение. Идеята на този шаблон се състои в разделянето на софтуерния код в три основни категории – модел, изглед и контролер.

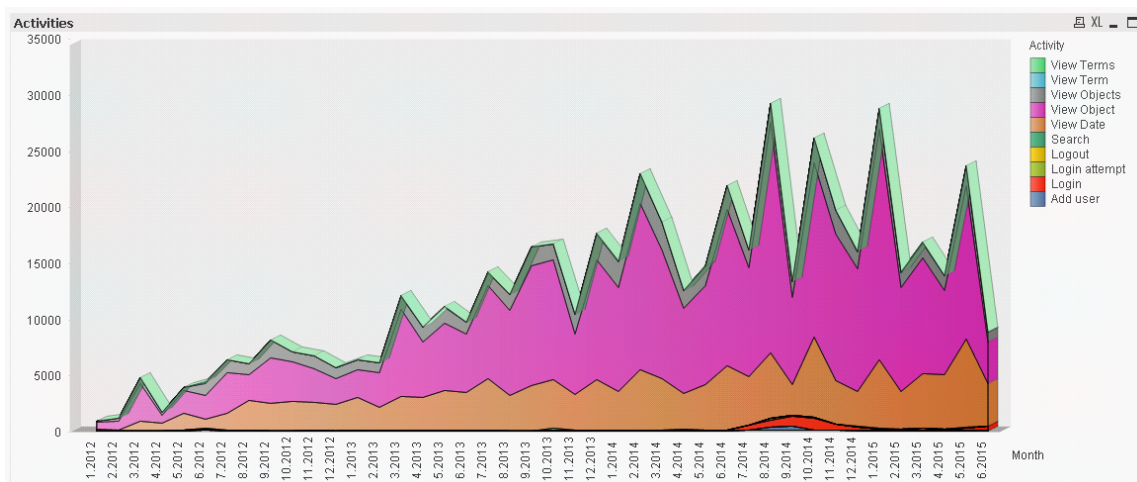
Целта на разделянето на софтуерния код в три независими категории е за да бъдат ясно обособени софтуерните единици, които са отговорни за данните, управлението на данните и представянето на данните. Това от своя страна прави софтуерният код много по-подреден, по-четим, „разслоен“, като всеки слой има ясно определени функции.

Всеки един слой може да бъде разширяван/променян/подобряван независимо от другите слоеве. Така, например, за едни и същи модел и контролер може да бъдат създадени няколко изгледа, като всеки един от тях да има различна цел (изглед за настолен компютър, изглед за мобилен сайт или мобилно приложение, изглед за външна система, с цел реализация на оперативна съвместимост.) Т.е. - за да реализираме представянето на обект от цифрова библиотека пред външна система не е необходимо да се променя модела или контролера, необходимо е да се създаде нов изглед, който да имплементира съответния стандарт за оперативна съвместимост. Например, шаблонът за изглед на стандарта DublinCore ще представлява специфичен XML документ, на базата на който, чрез съществуващия модел и контролер се реализира оперативна съвместимост. Реализацията му не изисква писането на код, промяната на модел или добавянето на сложна логика в контролера.

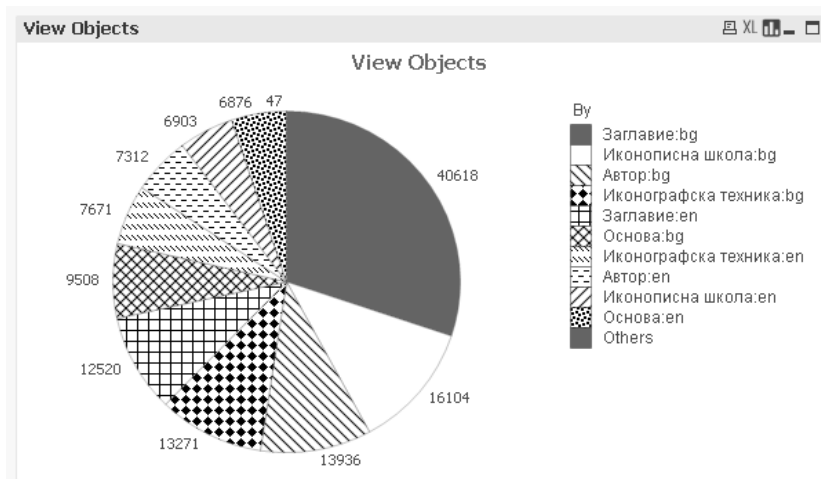
5.3. Тестване и използване на изградената функционалност

Тестването и използването на изградената функционалност за цифрови библиотеки бе осъществено и наблюдавано чрез използването на QlikTech® QlikView® Business Intelligence software, осигуряващ графично представяне чрез диаграми на активността на потребителите. За целта QlikTech® QlikView® Business Intelligence software се свързва с услугите за следене на библиотеката и Медийното хранилище чрез предварително създаден data warehouse. ETL процеса е напълно автоматизиран и се изпълнява при администраторска заявка.

[Rangochev et al., 2015] представя подробен анализ на използването на цифровата библиотека „Енциклопедия Slavica Sanctorum“. Следващите екрани показват активността на потребителите ѝ.

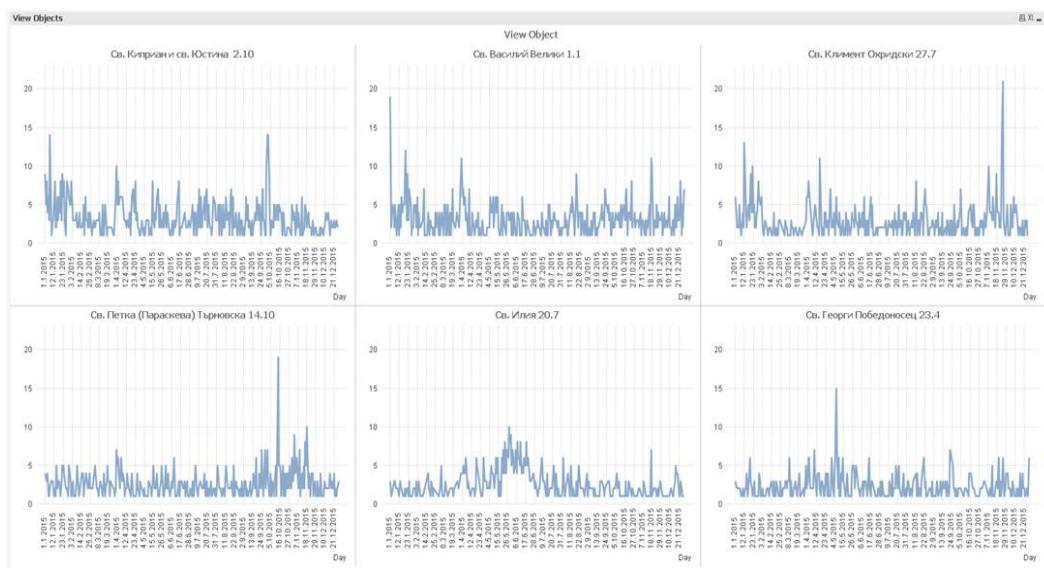


Фигура 13. Използваемост на цифровата библиотека ESS по период и тип на действие



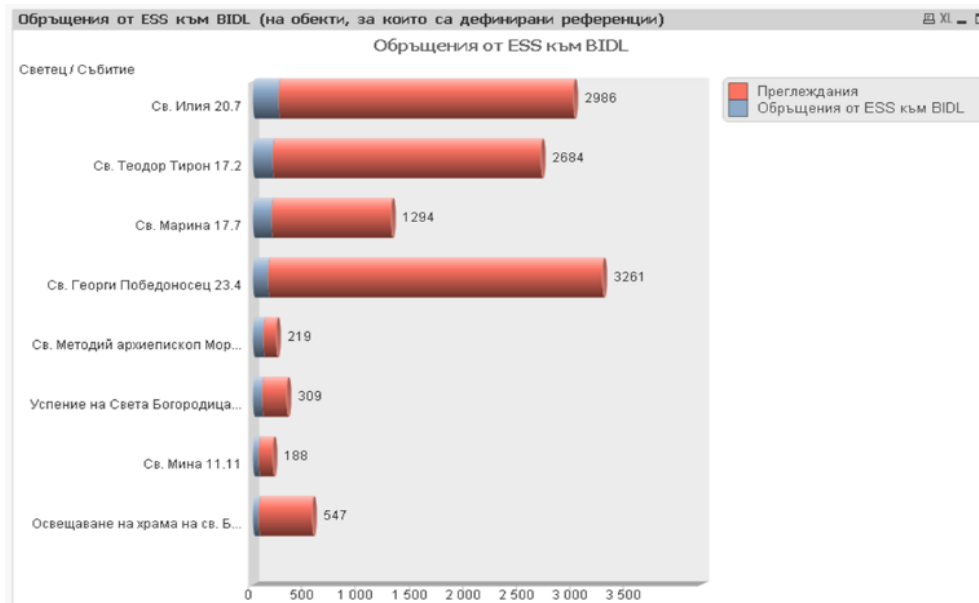
Фигура 14. Характеристики, според които най-често се преглеждат обекти в BIDL

Фигура 14 представя характеристиките, по които потребителят търси и преглежда обекти във „Виртуална енциклопедия на българското православно иконографско изкуство“. В нея се представят два типа търсене: (общо) информативно търсене – по заглавие, по школа и пр. и специализирано търсене. Първият тип търсене е по заглавие, по школа, по автор и съвсем естествено обема над 70% от всички прегледи. Особен интерес предизвиква втория тип търсене – специализираното търсене. То е представено чрез търсене по иконографска техника с два варианта – на български език и на английски език и от търсене по основа отново с два варианта – на български език и на английски език. Въпреки не особено високия дял на специализираното търсене – около 25%, то показва, че енциклопедиите се превръщат в учебно помагало за специалисти и реално реализират заложената първоначално задача: да предоставят на специалисти специализирана информация за българската иконография.



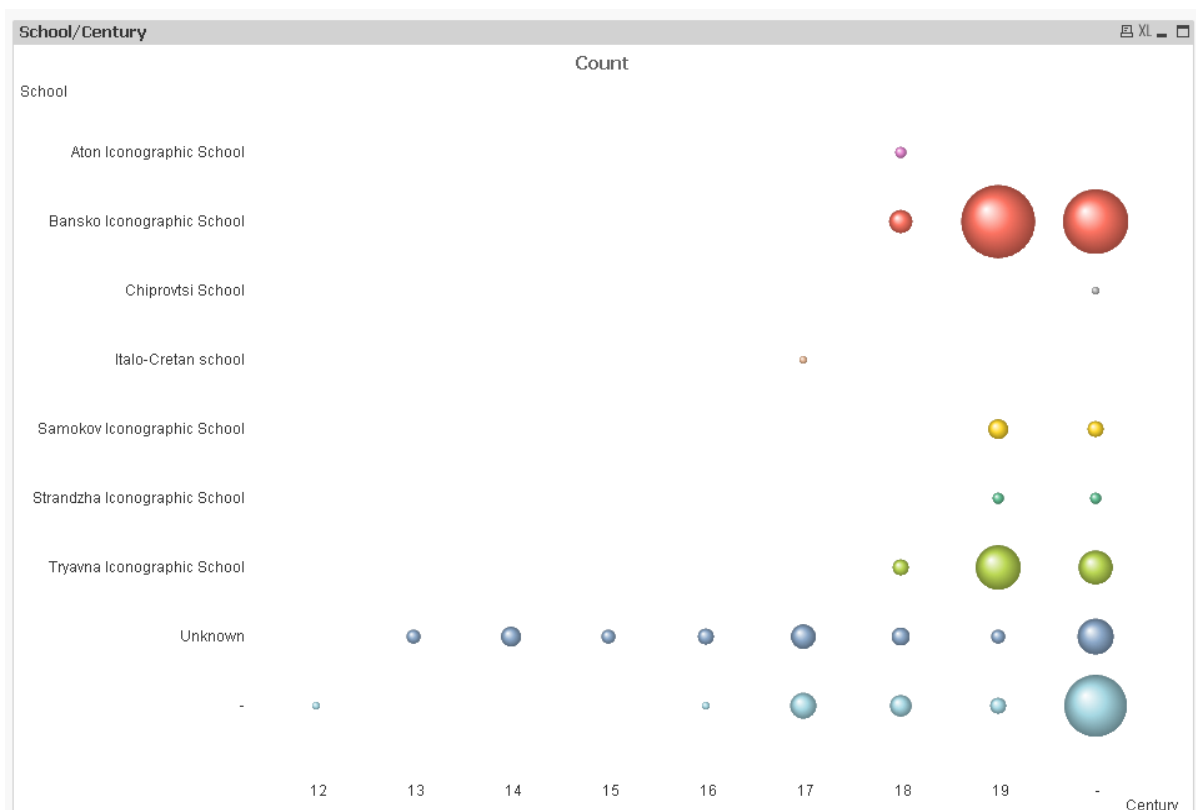
Фигура 15. Посещаемост на обекти в конкретни дни от годината

Фигура 15 представя кои религиозни празници предизвикват най-голям интерес у потребителите на двете библиотеки и търсенията им за съответната дата на празника.



Фигура 16. Обръщения от BIDL към ESS

Фигура 16 показва високоспециализирано търсене, което задоволяват двете библиотеки: в тях се търсят две групи светци.



Фигура 17. Анализ на преглежданията на обекти според конкретни характеристики – век и школа

Фигура 17 отново представя широките възможности на „Виртуална енциклопедия на българското православно иконографско изкуство“ за специализирано търсене. Внимателният анализ на таблицата показва, че най-голям интерес предизвикват обекти от последните три века (XVIII в. – XX в.), а не както би могло да се очаква – най-старите и стойностни иконографски обекти от периода на II Българска държава (XII в. – XV в.). Така таблицата представя много по-мощно ролята на специализираното търсене във „Виртуална енциклопедия на българското православно иконографско изкуство“, което не е видно в тази степен от предходните таблици.

Изводи: Представената функционалност, използването на стандартизирани подходи – стандартни протоколи, канали за комуникация, клиентски платформи, предоставят много гъвкава инфраструктура за развитието на оперативна съвместимост между множество от системи и цифрови библиотеки. Възможността за развитието на презентационния слой, търсене на подходи за представяне на съдържанието по разнообразни интерактивни начини е сред основните цели за развитие на областта. Задълбочаването на функционалната оперативна съвместимост като направление обогатява значително една подобна платформа и подобрява взаимодействието на съдържанието с крайния потребител.

Разширяването на оперативната съвместимост, чрез интеграция на потребителски профили и интеграция на функционалност е друга съществена задача, за подобряване на средата. Оперативната съвместимост на потребителски профили и функционалност между две или повече цифрови библиотеки, също така ще създаде голяма статистическа база, която е съществена за анализа на съответните области и отношението на потребителите към тях.

Използването на стандартизирани token-базирани механизми за аутентикация и оторизация (например, OAuth 2, стандарт за аутентикация и оторизация, изключително подходящ за интеграция на множество потребителски профили), ще позволи на потребителите да усещат средата като едно цяло и да могат свободно да разглеждат ресурси от всички интегрирани цифрови библиотеки, без необходимост от допълнителна идентификация във всяка една от библиотеките. Интегрираните профили ще позволят персонализирани търсения, преглед, резултати, подпомагане на потребителите в конкретните области на техните интереси.

При оперативната съвместимост на функционално ниво е малко по-трудно да се говори за популярни и утвърдени стандарти. Това не пречи обаче да се изгради рамка от конкретни потребителски функции/действия. Обобщавайки дейностите, които един потребител извършва в дадена цифрова библиотека, ще се поставят стабилни основи на функционална интеграция, състояща се в обща платформа (или разширение на съществуващата), в която всички възможни действия от всички участващи цифрови библиотеки са налични и потребителят може да се възползва свободно от тях.

6. Приноси на дисертационния труд

Основни научни и научно-приложни приноси на дисертационния труд са:

- Разработен е формален модел за интеграция на три цифрови библиотеки с взаимно-допълващо се съдържание в областта на културното наследство. Моделът решава проблема за оперативна съвместимост между цифрови библиотеки за осигуряване на подобрен достъп и взаимно обогатяване на съдържанието им при доставянето на потребителите. В модела са отразени спецификите на съдържанието и описателните схеми на различните библиотеки.
- Разработен е формален модел на функционалността на цифрова библиотека за културно наследство със специфицирани: базови технологични аспекти, свързани с изграждането ѝ, цел на средата, специфика на съдържанието, функционалност и услуги, приложения и др. Представеният модел не е обвързан с конкретни средства за имплементация.
- Разработен е табличен модел-схема за разпределение на дейностите по изграждане, цифровото представяне и съхранение на културно съдържание в цифрова библиотека. Разработен е табличен модел-схема за федериране на цифрови библиотеки с културно съдържание.
- Създаден е функционален модул за оперативна съвместимост на съдържателно ниво между две и три цифрови библиотеки (виз. Цифровата библиотека *Encyclopaedia Slavica Sanctorum* (<http://www.eslavsanct.net/>), Цифровата библиотека „Виртуална енциклопедия на българското православно иконографско изкуство“ (<http://bidl.math.bas.bg>) и мултимедийен фонд “BellKnow”) с използване на технологии за уеб услуги, които осигуряват гъвкав начин за интеграционно развитие.
- Разработени и внедрени в мултимедийната цифрова библиотека „Виртуална енциклопедия на българското православно иконографско изкуство” са функционални модули и услуги за:

- семантично аотиране, индексирание и контекстно-базирано търсене на цифрови иконографски обекти. Услугите са базирани на онтологичен модел за семантично-ориентирано представяне на знанието за българското иконографско изкуство и са съобразени със спецификата на обектите.
- визуализация на отделен иконографски обект и/или негови компоненти; визуализация на групирани обекти: географско позиционирани колекции, контекстно-базирани колекции, колекции на потребителите и др.
- административно обслужване на библиотеката с осигуряване на управлението на данните за потребителите, експортиране на данни и следене на дейностите/потребителите и др.
- допълнително подпомагане на работата на потребителя на цифрова библиотека с функционалност за: мобилно преглеждане на съдържанието на цифрова библиотека чрез достъп с QR код в индивидуален туристически аудио пътеводител; анализ и синтез на съдържанието на цифрова библиотека, вкл. лингвистично изследване и анализ и др.

Резултатите, получени в процеса на разработване и реализация на представения дисертационния труд показват, че изследването може да бъде разширено и развито в следните направления:

- *Теоретично направление* – разширение на разработените модели в посока подобряване дейността на потребителя в средите (improved users' experiences), ориентирана целево към потребителя визуализация и анализ (end-user-centric visualization and analytics), нови приложения, нови услуги за оперативна съвместимост на ниво функционалност, потребители, политики, качество и др. По този начин ще се осигури по-широка и гъвкава компютърно-обработваема база знания, чрез която да могат да се правят интердисциплинарни изследвания за българското православно изкуство и култура.
- *Приложно/практическо направление* – внедряване и експериментирание с предложените услуги в други области и за различни приложения, изграждане на мултимодални човек-компютър интерфейси, персонализирано създаване на съдържание от културното наследство за различни целеви групи (различна възраст, профил, нужди, цели и пр.), анализ и синтез на цифрово иконографски съдържание, автоматично разпознаване на иконографски персонажи и сцени, автоматично съпоставяне на иконографски течения и школи, интерпретации в изобразяването на

персонажи и сцени, идентифициране, съхраняване и цифрово реставриране на икони в риск и др.

7. Аprobация

Резултатите, получени в изследването, са използвани в редица международни и национални проекти:

- Национален проект „Цифрови библиотеки с мултимедийно съдържание и приложенията им в Българското културно наследство” по договор № ИД 8/21.07.2005 г. между Институт по математика и информатика, БАН и Държавна агенция по информационни технологии и съобщения;
- Изследователски проект № Д-002-189 „Семантични технологии за Интернет-услуги и технологично поддържано обучение” с Фонд "Научни изследвания", Министерство на образованието и науката;
- Национален проект № 271/2011 „Изграждане на приложението – Цифрова библиотека „Календар на светците”” с он-лайн достъп за целите на проект “Encyclopaedia Slavica Sanctorum. Светци и свети места в България (в електронен и Гутенбергов формат)”, ДДВУ 02/68 (2010)”.

Част от резултатите, получени в дисертационния труд, са публикувани в международните списания “Serdica Journal of Computing” (2010) и “Information Technologies&Knowledge” (2009) и в аналитичните изследвания и отчети „Цифрови библиотеки с мултимедийно съдържание и приложения в българското културно наследство” (договор ИД 8/21.07.2005 г. с Държавна агенция за информационни технологии и съобщения, 2006) и „Изграждане на приложението – Цифрова библиотека „Календар на светците”” с он-лайн достъп за целите на проект “Encyclopaedia Slavica Sanctorum. Светци и свети места в България (в електронен и Гутенбергов формат)” (договор № 271/2011 между ИМИ-БАН и Софийски университет). Постигнати резултати още са докладвани на международни и национални конференции: Международна конференция „Компютърни системи и технологии” (“Computer Systems and Technologies”) – ComSysTech’10 (София, България, 2010), ComSysTech’12 (Русе, България, 2012), ComSysTech’13 (Русе, България, 2013) и ComSysTech’15 (Дъблин, Ирландия, 2015), Международна конференция “Цифрово представяне и опазване на културно и научно наследство” („Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage”), организирана под патронажа на ЮНЕСКО и с подкрепата на МОН – DiPP2011, DiPP2012, DiPP2013, DiPP2014, DiPP2015 (Велико Търново, България,

2012), Трета и четвърта международни конференции посветена на цифровото наследство (3rd International Conference dedicated on Digital Heritage) – EuroMed 2010 (Лимасол, Кипър, 2010) и (4th International Conference) - EuroMed 2012 (Лимасол, Кипър, 2012), Международна конференция “ИТА” (Joint International Scientific Events on Informatics, Варна, България, 2010), Първа национална тематична школа и борса за научни идеи в областта на Информационните и комуникационни технологии (в рамките на международната конференция CompSysTech'13, Русе, България, 2013) и др. Забелязани са повече от 50 цитирания.

8. Литература

8.1. Научни публикации на автора по темата на дисертационния труд

1. Paneva-Marinova D., M. Goynov, D. Luchev, R. Pavlov: Solution for Content Interoperability among Digital Libraries for Orthodox Artefacts and Knowledge. In: CompSysTech, 2015. Proceedings of the 16th International Conference on Computer Systems and Technologies, ACM New York, NY, USA, 2015, ISBN: 978-1-4503-3357-3, DOI:10.1145/2812428.2812474, pp. 168 – 175.
2. Rangochev, K., M. Goynov, D. Radoslavova: Electronic Encyclopaedia Slavica Sanctorum: Report on the Tendencies of Use. Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage. International UNESCO Conference, Veliko Tarnovo, Bulgaria, September 28-30, 2015. Proceedings, 5, IMI-BAS, 2015, ISSN: 1314-4006, pp. 173 – 187.
3. Paneva-Marinova, D., M. Goynov, D. Luchev: Towards Wider Sharing of Iconographical Art Content. In: Pavlov, R., P. Stanchev. Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage. UNESCO International Conference, September 18-21, 2014, Veliko Tarnovo, Bulgaria. Proceedings, Vol. 4, 2014, pp. 127 – 134. ISSN: 1314-4006 (C.E.E.O.L., Google Scholar, EuDML)
4. Rangochev, K., M. Dimitrova, M. Goinov: Encyclopaedia Slavica Sanctorum: Further Developments. In: Pavlov, R., P. Stanchev. Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage. UNESCO International Conference, September 18-21, 2014, Veliko Tarnovo, Bulgaria. Proceedings, Vol. 4, 2014, pp. 135 – 146. ISSN: 1314-4006 (C.E.E.O.L., Google Scholar, EuDML)
5. Kaposi, G., Szkaliczki, T. Márkus, Z., Luchev, D., M. Goynov, D. Paneva-Marinova: Mobile Exploring of the Bulgarian Iconography through QR Codes in the GUIDE@HAND Tourist Guide Application, In the Proceedings of the Third International Conference on Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage, September 18-21, 2013, Veliko Tarnovo, Bulgaria, pp. 44 – 52, ISSN: 1314-4006. (Best Paper Award)
6. Rangochev, K., M. Goynov, M. Dimitrova, I. Hristova-Shomova: Encyclopaedia Slavica Sanctorum: Activity, Users, Statistics., In the Proceedings of the 3rd International Conference on Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage, September 18-21, 2013, Veliko Tarkovo, Bulgaria, pp. 81 – 90, ISSN: 1314-4006.

7. Лучев, Д., Д. Панева-Маринова, М. Гойнов: Функционална спецификация на мултимедийна цифрова библиотека за културно наследство, В сборник доклади на Първа национална тематична школа и борса за научни идеи в областта на Информационните и комуникационни технологии (към Сборника на CompSysTech'13), Русе, 27-28 юни, 2013, стр. 73 – 78, ISSN: 1314-9024.
8. Goynov, M., D. Paneva-Marinova, R. Pavlov: Content Interoperability between Digital Libraries for Orthodox Heritage, In the Proceedings of the International Conference on Computer Systems and Technologies ComSysTech'12, Ruse, Bulgaria, 22-23 June, 2012, ACM ICPS, pp. 201 – 207, ISSN: 978-1-4503-1193-9.
9. Paneva-Marinova, D., R. Pavlov, M. Goynov: Two Integrated Digital Libraries for Knowledge and Iconography of Orthodox Saints, In the Proceedings of the 4th International Conference “Progress in Cultural Heritage Preservation” (EuroMed 2012), Lemessos, Cyprus, 29 October - 3 November, 2012, Springer, Heidelberg, Vol. 7616, XXV, pp. 684 – 691, ISSN: 0302-9743, ISBN: 978-3-642-34233-2.
10. Pavlova-Draganova, L., D. Luchev, M. Goynov: Modelling the Functionality of the Multimedia Digital Library for Fashion Objects. In the Proceedings of International Conference “Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage”, September 18-21, 2012, Veliko Tarnovo, Bulgaria, IMI-BAS, Demetra Ltd, pp. 193 – 198, ISSN: 1314-4006.
11. Goynov, M., D. Paneva-Marinova, M. Dimitrova: Online Access to the Encyclopaedia Slavica Sanctorum, In the Proceedings of the First International Conference “Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage, September 11-14, 2011, Veliko Tarnovo, Bulgaria, pp. 99 – 110, ISSN: 1314-4006.
12. Paneva-Marinova, D., K. Rangochev, M. Goynov: Business Modeling of the Application Architecture of the Bulgarian Folklore Artery, In the Proceedings of the First International Conference “Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage, September 11-14, 2011, Veliko Tarnovo, Bulgaria, pp. 43 – 50, ISSN: 1314-4006.
13. Paneva-Marinova, D., M. Goynov, R. Pavlov: Content Analyzing and Synthesizing Services in a Digital Library, International Journal “Information Technologies and Knowledge”, 2011, Vol. 5, №4, pp. 403 – 416, ISBN: 1313-0455.
14. Pavlov, R., D. Paneva-Marinova, M. Goynov, L. Pavlova-Draganova: Services for Content Creation and Presentation in an Iconographical Digital Library, International Journal “Serdica Journal of Computing”, Vol. 4, pp. 279 – 292, 2010, ISSN: 1312-6555.
15. Pavlov, R., D. Paneva-Marinova, K. Rangochev, M. Goynov, D. Luchev: Towards Online Accessibility of Valuable Phenomena of the Bulgarian Folklore Heritage. In the Proceedings of the International Conference on Computer Systems and Technologies (CompSysTech'10), 2010, Sofia, Bulgaria, pp.329 – 334, ACM ICPS vol. 471, ACM ISBN: 978-1-4503-0243-2.
16. Pavlova-Draganova, L., D. Paneva-Marinova, R. Pavlov, M. Goynov: On the Wider Accessibility of the Valuable Phenomena of Orthodox Iconography through Digital Library. In the Proceedings of the 3rd International Euro-Mediterranean Conference on Digital Heritage (EuroMed 2010), 8-13 November

2010, Lymassol, Cyprus, pp. 173 – 178, Published by ARCHAEOLOGIA, ISBN: 978-963-9911-16-1.

17. Paneva-Marinova, D., R. Pavlov, M. Goynov, L. Pavlova-Draganova, L. Draganov: Search and Administrative Services in Iconographical Digital Library. In the Proceedings „Information Research and Applications” (ITA 2010), 2010, Varna, Bulgaria, pp. 177 – 187, ISBN: 978-954-16-044-3.
18. Rangochev, K., M. Goynov, D. Paneva-Marinova, D. Luchev: Linguistics Research and Analysis of the Bulgarian Folklore. Experimental Implementation of Linguistic Components in Bulgarian Folklore Digital Library. In the Proceedings „Classification, Forecasting, Data Mining” (ITA 2010), 2010, Varna, Bulgaria, pp. 131 – 137, ISBN: 978-954-16-042-9.
19. Paneva-Marinova, D., R. Pavlov, K. Rangochev, D. Luchev, M. Goynov: Toward an Innovative Presentation and Creative Usage of the Bulgarian Folklore Wealth, International Journal „Information Technologies & Knowledge”, vol. 3, Number 1, 2009, pp. 56 – 66, ISSN: 1313-0455.

8.2. Други цитирания

[**Arlow et al., 2007**], UML 2 and the Unified Process, Second Edition, Addison-Wesley, ISBN-13: 978-0321321275, 2007

[**Arm, 2000**] Arms, W.: Digital Libraries, MIT Press, 2000, Available at:

<http://www.cs.cornell.edu/wya/DigLib/MS1999/index.html> (достъпен на май, 2016)

[**Athanasopoulos et al., 2011**] Athanasopoulos, G., L. Candela, D. Castelli, K. El Rahib, P. Innocanti, Y. Ioannidis, V. Katifori, A. Nika, S. Ross, A. Tani, C. Thanos, E. Toli, G. Vullo: D3.4 Digital Library Technology and Methodology Cookbook. DL.org project: Coordination Action on Digital Library Interoperability, Best Practice and Modelling Foundations, Technical report, 2011.

[**Bogdanova et al., 2011**] Bogdanova G., T. Todorov, N. Noev: Digital Repository of Information and Knowledge - Fund "BellKnow", In the Proceedings of the First International Conference “Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage”, Veliko Tarnovo, Bulgaria, 2011, pp. 91-98.

[**Candela et al., 2006**] Candela, L., D. Castelli, P. Pagano: A Reference Architecture for Digital Library Systems. ERCIM News, Vol. 66 (July 2006), pp. 21-22.

[**Candela et al., 2007**] Candela, L., D. Castelli et al.: The DELOS Digital Library Reference Model: Foundations for Digital Libraries. ISSN 1818-8044, ISTI – CNR, 2007.

[**Candela et al., 2010**] Candela, L., D. Castelli, C. Thanos: Making Digital Library Content Interoperable. IRCDL 2010, pp. 13-25.

[**Gerganov et al., 1978**] Gerganov, E., A. Mateeva: Experimental Research of the Frequency of the Bulgarian Language, In the proceedings “Contemporary problems of the native language education, Sofia, 1978

[**Goynov et al., 2011**] Goynov, M., D. Paneva-Marinova, M. Dimitrova: Online Access to the Encyclopaedia Slavica Sanctorum, In the Proceedings of the First International Conference “Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage, September 11-14, 2011, Veliko Tarnovo, Bulgaria, pp. 99-110, ISSN: 1314-4006.

[**Goynov et al., 2012**] Goynov, M., D. Paneva-Marinova, R. Pavlov: Content Interoperability between Digital Libraries for Orthodox Heritage, In the Proceedings of the International Conference on Computer Systems and

Technologies ComSysTech'12, Ruse, Bulgaria, 22-23 June, 2012, ACM ICPS, pp. 201-207, ISSN: 978-1-4503-1193-9

[Gradmann, 2008], Gradmann S.: Interoperability: A Key Concept for Large Scale, Persistent Digital Libraries, Digital Preservation Europe, 5th September 2008. Available at:

<http://www.digitalpreservationeurope.eu/publications/briefs/interoperability.pdf> (достъпен на май, 2016)

[Kaposi et al., 2013] Kaposi, G., Szkaliczki, T. Márkus, Z., Luchev, D., M. Goynov, D. Paneva-Marinova: Mobile Exploring of the Bulgarian Iconography through QR Codes in the GUIDE@HAND Tourist Guide Application, In the Proceedings of the Third International Conference on Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage, September 18-21, 2013, Veliko Tarnovo, Bulgaria, pp. 44-52, ISSN: 1314-4006. (Best Paper Award)

[Nikolova, 1987] Nikolova, Cv.: A frequency dictionary of the Bulgarian spoken language. Sofia, 1987.

[Ouksel et al., 1999] Ouksel A.M., A. Sheth: Semantic Interoperability in Global Information Systems, ACM SIGMOD Record, Vol 28(1) March 1999, pp 5-12.

[Paneva et al., 2005] Paneva, D., L. Pavlova-Draganova, L. Draganov: Digital Libraries for Presentation and Preservation of East-Christian Heritage, In the Proceedings of the Second HUBUSKA Open Workshop „Generic Issues of Knowledge Technologies”, 14 September, 2005, Budapest, Hungary, pp. 75-83.

[Paneva et al., 2008] Paneva, D., L. Pavlova-Draganova, L. Draganov: Towards Content-sensitive Access to the Artefacts of the Bulgarian Iconography, International Journal „Information Technologies and Knowledge”, 2008, vol.2, № 4, pp. 313-318, ISSN: 1313-0455.

[Paneva-Marinova et al., 2008] Paneva-Marinova, D., L. Pavlova-Draganova, R. Pavlov, M. Sendova: Cross-media and Ubiquitous Learning Applications on Top of Iconographic Digital Library. In Proceedings of the 14th International Conference on Virtual Systems and Multimedia, Limassol, Cyprus, 20-25 October 2008, pp. 367-371.

[Paneva-Marinova et al., 2009a] Paneva-Marinova D., L. Pavlova-Draganova, L. Draganov, R. Pavlov, M. Sendova: Development of a Courseware on Bulgarian Iconography for Ubiquitous On-demand Study. In: Szucs A. (Ed.) Proceedings of Open Conference “New Technology Platforms for Learning – Revisited”. Budapest, Hungary, January 2009, pp. 37-46.

[Paneva-Marinova et al., 2009b] Paneva-Marinova, D., R. Pavlov, K. Rangochev, D. Luchev, M. Goynov: Toward an Innovative Presentation and Creative Usage of the Bulgarian Folklore Wealth, International Journal „Information Technologies & Knowledge”, vol. 3, Number 1, 2009, pp. 56-66, ISSN: ISSN 1313-0455

[Paneva-Marinova et al., 2010a] Paneva-Marinova, D., R. Pavlov, M. Goynov, L. Pavlova-Draganova, L. Draganov: Search and Administrative Services in Iconographical Digital Library, In the Proceedings of the International Conference „Information Research and Applications” – i.Tech 2010, July, 2010, Varna, Bulgaria, pp. 177-187.

[Paneva-Marinova et al., 2010b] Paneva-Marinova, D., R. Pavlov, K. Rangochev : Digital Library for Bulgarian Traditional Culture and Folklore, In the Proceedings of the 3rd International Conference dedicated on Digital Heritage (EuroMed 2010), 8-13 November 2010, Lymassol, Cyprus, pp. 167-172, Published by ARCHAEOLOGIA, ISBN: 978-963-9911-16-1.

[Paneva-Marinova et al., 2011a] Paneva-Marinova, D., R. Pavlov, M. Goynov: Business Modeling of the Application Architecture of the Bulgarian Folklore Artery, In the Proceedings of the First International

Conference “Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage, September 11-14, 2011, Veliko Tarkovo, Bulgaria, pp. 43-50, ISSN: 1314-4006

[Paneva-Marinova et al., 2011b] Paneva-Marinova, D., M. Goynov, R. Pavlov: Content Analyzing and Synthesizing Services in a Digital Library, International Journal “Information Technologies and Knowledge”, 2011, Vol. 5, №4, pp. 403-416, ISBN: 1313-0455.

[Paneva-Marinova et al., 2012] Paneva-Marinova, D., R. Pavlov, M. Goynov: Two Integrated Digital Libraries for Knowledge and Iconography of Orthodox Saints, In: Progress in Cultural Heritage Preservation, 4th International Conference, EuroMed 2012, Lemessos, Cyprus, October 29 -- November 3, 2012, Proceedings, Series: Lecture Notes in Computer Science, Vol. 7616, Springer, Heidelberg, Subseries: Information Systems and Applications, incl. Internet/Web, and HCI, Ioannides, M.; Fritsch, D.; Leissner, J.; Davies, R.; Remondino, F.; Caffo, R. (Eds.), 2012, XXV, pp. 684—691

[Paneva-Marinova et al., 2014] Paneva-Marinova, D., M. Goynov, D. Luchev: Towards Wider Sharing of Iconographical Art Content. In: Pavlov, R., P. Stanchev. Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage. UNESCO International Conference, September 18-21, 2014, Veliko Tarnovo, Bulgaria. Proceedings, Vol. 4, 2014, 127-134. ISSN 1314-4006 (C.E.E.O.L., Google Scholar, EuDML)

[Paneva-Marinova et al., 2015] Paneva-Marinova D., M. Goynov, D. Luchev, R. Pavlov: Solution for Content Interoperability among Digital Libraries for Orthodox Artefacts and Knowledge. In: CompSysTech, 2015. Proceedings of the 16th International Conference on Computer Systems and Technologies, ACM New York, NY, USA, 2015, ISBN:978-1-4503-3357-3, DOI:10.1145/2812428.2812474, 168 – 175

[Patel et al., 2005] Patel M., T. Koch, M. Doerr, C. Tsinaraki: DELOS Deliverable D5.3.1: Semantic Interoperability in Digital Library Systems, February 2005.

[Pavlov et al., 2005] Pavlov, R., D. Paneva: Towards a Creative Exploitation of Digitised Knowledge in eLearning Systems, Paper presented at the Open Workshop „Multimedia Digital Libraries as Content Providers for eLearning Solutions”, 10-11 October, 2005, Paris, France.

[Pavlov et al., 2010a] Pavlov, R., D. Paneva-Marinova, M. Goynov, L. Pavlova-Draganova: Services for Content Creation and Presentation in an Iconographical Digital Library, International Journal “Serdica Journal of Computing”, Vol.4, 2010, pp. 279-292, ISSN: 1312-6555.

[Pavlov et al., 2010b] Pavlov, R., D. Paneva-Marinova, K. Rangochev, M. Goynov, D. Luchev: Towards Online Accessibility of Valuable Phenomena of the Bulgarian Folklore Heritage. In the Proceedings of the International Conference on Computer Systems and Technologies (CompSysTech’10), 2010, Sofia, Bulgaria, pp.329-334, ACM ICPS vol. 471, ACM ISBN 978-1-4503-0243-2

[Pavlov et al., 2011] Pavlov, R., D. Paneva-Marinova: Digital Libraries and Portals Saving National Cultural Heritage (IMI-BAS Experience) (Invited Talk) In the Proceedings of the First International Conference “Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage, September 11-14, 2011, Veliko Tarkovo, Bulgaria, pp. 182, ISSN: 1314-4006

[Pavlova-Draganova et al., 2010a] Pavlova-Draganova, L., D. Paneva-Marinova, R. Pavlov, M. Goynov : On the Wider Accessibility of the Valuable Phenomena of Orthodox Iconography through Digital Library, In the Proceedings of the 3rd International Conference dedicated on Digital Heritage (EuroMed 2010), 8-13 November 2010, Lymassol, Cyprus, pp. 173-178, Published by ARCHAEOLOGIA, ISBN: 978-963-9911-16-1.

- [Pavlova-Draganova et al., 2011]** Pavlova-Draganova, L., D. Paneva-Marinova, R. Pavlov: Ontological Presentation of East-Christian Iconographical Art Domain, International Journal “Serdica Journal of Computing”, Vol.2, 2011, pp. 101-114, ISSN: 1312-6555.
- [Pavlova-Draganova et al., 2012]** Pavlova-Draganova, L., D. Luchev, M. Goynov: Modelling the Functionality of the Multimedia Digital Library for Fashion Objects. In the Proceedings of International Conference “Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage”, September 18-21, 2012, Veliko Tarnovo, Bulgaria, IMI-BAS, Demetra Ltd, ISSN: 1314-4006, pp. 193-198.
- [Payette et al., 1999]** Payette S. et al.: Interoperability for Digital Objects and Repositories: The Cornell/CNRI Experiments, D-Lib Magazine (May 1999). Available at: <http://www.dlib.org/dlib/may99/payette/05payette.html> (достъпен на май, 2016)
- [Radovanova, 1968]** Radovanova, V.: Representative frequency dictionary of text with length 500 000 tokens, Master thesis, University of Sofia ‘St. Kl. Ohridski’, Sofia, 1968.
- [Rangochev, 1994]** Rangochev, K.: Structural particularities of the epic text (using material of the Bulgarian heroic epos), Канд. дис., СУ „Св. Кл. Охридски”, София, 1994.
- [Rangochev et al., 2010]** Rangochev, K., M. Goynov, D. Paneva-Marinova, D. Luchev: Linguistics Research and Analysis of the Bulgarian Folklore. Experimental Implementation of Linguistic Components in Bulgarian Folklore Digital Library. In the Proceedings „Classification, Forecasting, Data Mining” (ITA 2010), 2010, Varna, Bulgaria, pp. 131-137, ISBN 978-954-16-042-9
- [Rangochev et al., 2012]** Rangochev, K., M. Dimitrova, D. Paneva-Marinova: Medieval Sources and Present-Day Folklore Materials on Saints in an Electronic Encyclopedia, In the Proceedings of the Second International Conference on Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage, September 18-21, 2012, Veliko Tarnovo, Bulgaria, ISSN: 1314-4006, pp.172-176.
- [Rangochev et al., 2013]** Rangochev, K., M. Goynov, M. Dimitrova, I. Hristova-Shomova: Enciclopaedia Slavica Sanctorum: Activity, Users, Statistics., In the Proceedings of the 3rd International Conference on Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage, September 18-21, 2013, Veliko Tarkovo, Bulgaria, pp. 81-90, ISSN: 1314-4006
- [Rangochev et al., 2014b]** Rangochev, K., M. Dimitrova, M. Goinov: Encyclopaedia Slavica Sanctorum: Further Developments. In: Pavlov, R., P. Stanchev. Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage. UNESCO International Conference, September 18-21, 2014, Veliko Tarnovo, Bulgaria. Proceedings, Vol. 4, 2014, 135 – 146. ISSN 1314-4006 (C.E.E.O.L., Google Scholar, EuDML)
- [Rangochev et al., 2015]** Rangochev, K., M. Goynov, D. Radoslavova: Electronic Encyclopaedia Slavica Sanctorum: Report on the Tendencies of Use. Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage. International UNESCO Conference, Veliko Tarnovo, Bulgaria, September 28-30, 2015. Proceedings, 5, IMI-BAS, 2015, ISSN:1314-4006, 173 – 187
- [Romanska, 1971]** Romanska Cv. (Ed.): Сборник за народни умотворения, col.53, "Bulgarian heroic epos", Sofia, 1971.
- [Wiederhold et al., 1997]** Wiederhold, G., M. Genesereth: The Conceptual Basis for Mediation Services. IEEE Expert: Intelligent Systems and their Applications, 1997, 12(5), 38 – 47.
- [Лучев и колектив, 2013]** Лучев, Д., Д. Панева-Маринова, М. Гойнов: Функционална спецификация на мултимедийна цифрова библиотека за културно наследство, В сборник доклади на Първа национална

тематична школа и борса за научни идеи в областта на Информационните и комуникационни технологии (към Сборника на CompSysTech'13), Русе, 27-28 юни, 2013, стр. 73-78, ISSN: 1314-9024

[Павлов и др., 2006] Павлов, Р., Д. Панева, Л. Павлова-Драганова, Л. Драганов: Дигитални библиотеки с мултимедийно съдържание и приложения в българското културно наследство (Аналитично изследване по договор ИД 8/21.07.2005 г. между ИМИ-БАН и Държавна агенция за информационни технологии и съобщения), 2006, стр. 1-100,

http://mdl.cc.bas.bg/Digital_libraries_with_multimedia_content_and_applications_in_Bulgarian_cultural_heritage.pdf (достъпен през май, 2016)