

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

Лилия Радославова Павлова

**СЕМАНТИЧНИ ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА
В ЦИФРОВИ БИБЛИОТЕКИ ЗА ХУДОЖЕСТВЕНО
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”

Научни ръководители:
проф. д-р Майа Богданова
доц. д-р Евгения Сендова

София, 2013

Дисертационният труд е обсъден и предложен за защита на заседание на Звено за предварителна защита, което се състоя на 03.09.2013 г.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 19.11.2013 г. от 10:30 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 205 страници и съдържа 7 таблици и 20 фигури. Той включва увод, 6 глави, 4 приложения, списък на използваната литература от 53 литературни източници, списък на 17 публикации на автора, свързани с представения дисертационен труд и списък на техни цитирания.

Номерацията на таблиците и фигурите в автореферата следва оригиналната номерация, използвана в дисертационния труд.

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

Автор: Лилия Радославова Павлова

Заглавие: Семантични технологии и средства в цифрови библиотеки за художествено културно наследство

1. Обща характеристика на дисертационния труд

Актуалност на проблема

Осъществяването на идеята за осигуряване на семантичен и контекстно-базиран достъп до художествено и културно съдържание за всеки, без ограничения за време и място, чрез ефективното използване на информационни и комуникационни технологии, са основни предпоставки за възникване на нови средства и услуги в среди за управление и достъп до цифрово съдържание. Най-общо се включват дейности като:

- Описание на семантиката на цифрови художествени обекти, отчитайки тяхната специфика и предметната област, към която принадлежат;
- Осигуряване на семантичен и контекстно-базиран достъп, адаптиране на навигацията и формата за показване/предоставяне на информационни ресурси, специализирано търсене, групиране, сортиране, интелигентно куриране на културно-исторически и художествени обекти и др.;
- Подбор и препоръчване на информационни ресурси според съдържанието им и в контекста (в т.ч. учебен), в който се използват и др.

На тази база през последните години активно се работи за внедряване на семантично-базирани средства и услуги в среди за управление на цифрово съдържание и по този начин да се позволи максимално достигане до богатата семантика на ценните артефакти от художеството и културно наследство, които съхраняват. Знание за тези съкровища, сътворени от човешката ръка, е скрито за съвременния зрител поради достатъчно познаване на епохата, еволюцията и произхода на това богатство, както и трудния достъп до някои художествени артефакти.

Първоначалните реализации на среди за управление на цифрово съдържание (в т.ч. цифрови библиотеки) основно залагаха на предлагане на големи количества информационно съдържание, което е представено по атрактивен начин, с осигурени услуги за автоматизираното му създаване и форматиране, стандартни услуги за търсене, услуги, позволяващи комуникация между потребителите и др. За тези системи не беше съществено кой е потребителят, какви са целите, интересите и задачите му, неговите характеристики и мотивация, съдържанието бе описано чрез шаблони според утвърдени стандарти, което не позволяваха да се навлезе по-задълбочено в предметната област на обектите. От друга страна, концепцията за Web 3.0 посочва Семантичния уеб като основен негов компонент и поставя ясно нова идеология и изисквания за представяне на съдържанието в Интернет.

Дълго време цифровите библиотеки залагаха на идеята, че техните потребители е нужно да имат достъп единствено до огромни количества

информационно съдържание без да се отчитат реалните им нужди и информационни търсения. Необходимостта от промяна възникна поради:

- налагане на тенденция за използване на цифрови библиотеки като източник на информационно съдържание с учебна и справочна цел;
- промени в структурите и ресурсите на цифрови библиотеки – увеличаване на процента на хетерогенните ресурси с богата семантика;
- многообразие на потребители и техните нужди, опит, ниво на знания, предпочитания и др.

Често прилаганите аотириания на съдържанието на цифровите библиотеки чрез наложени стандарти като Dublin Core, MARC, CIDOC-CRM са по-често рудиментарни, не добавят особени подобрения към общото функциониране на системите и достъпа до знанието за ресурсите. По-нови решения залагат на използване на технологиите на Семантичен уеб за формално описание и представяне на знанието за информационните обекти, доставяни от средата, семантично-базиран достъп и адаптиращи стратегии, методи и алгоритми. Ролята на онтолозиите е да описват формално общото значение на речниковия състав, като ограничават набора от възможни съответствия между символите и техните значения в рамките на областта. Затова настоящото им приложение позволява да се опишат и структурират посочените големи множества хетерогенни данни, да се посочат семантичните връзки между данните и валидни отношения и аксиоми в областите и др., чрез използване съответно на средства, осигурени от технологиите на Семантичния уеб. Създаването на специализирани функционални модули, обработващи такъв вид данни, е значително улеснено. Осигурява се гъвкавост, бърза и лесна изменяемост на програмния код, разширяемост, устойчивост и преносимост.

Цел и задачи на дисертационния труд

Представеният дисертационен труд е интердисциплинарен в областта на изкуствознанието и информационните технологии. Основната цел на дисертационния труд е разработването на семантична структура за описание на знанието за обекти от националното художествено наследство и по-конкретно Българско иконографско изкуство, която да се използва за осигуряване на контекстно-базиран достъп до обекти в цифрова библиотека. По този начин ще се подпомогне потребителят в достигането и използването на цифрови информационни ресурси чрез подобрени услуги за семантично аотиране, индексирание, търсене, групиране и др., базирани на знания за тях. Предложената разработка ще се апробира за учебни цели чрез е-обучение.

Постигането на основната цел на изследването се конкретизира с изпълнението на следните основни задачи:

Задача 1: Проучване на състоянието на проблема

Тази задача се реализира чрез следните стъпки:

- Изследване на основните характеристики и специфики на целевите знанияни обекти от художественото наследство (визирайки в случая Българските иконографски обекти) и особеностите при тяхното описание;
- Изследване на модели и стандарти за описание на обекти от художествено и културно наследство и обмисляне на тяхната приложимостта им за описание на знанието за иконографски обект;
- Изследване на подходи, техники и средства за представяне на знания, осигурени от технологията Семантичен уеб, които биха помогнали за по-точно формално описание на знанието за иконографската област;
- Изследване на съвременни цифрови библиотеки, архитектурните им решения и подходи за използване на технологиите на Семантичния уеб за описание на семантиката на информационните им обекти и колекции и др.

Задача 2: Разработване на семантично-ориентирано представяне на избрани области от Българското иконографско наследство и функционалност за семантично-базиран достъп до знания в цифрова библиотека.

Тази задача изисква изпълнението на следните стъпки:

- Създаване на онтологичен модел на знанието за иконографската област, описващ основните характеристики на обектите, тяхната специфика и отношения между тях;
- Моделиране и разработване на функционалност за семантичен и контекстно-базиран достъп до знания в цифрова библиотека в т.ч. семантично аотиране, индексирание, търсене и групиране на информационно съдържание и обекти в цифрова библиотека, на базата на разработения онтологичен модел за иконографската област;
- Систематизиране и описание на основните типове обекти и хранилища, както и използваните в тях модели на метаданните.

Задача 3: Експериментирание със създадените семантични средства и услуги. Учебни приложения на създадените средства и услуги.

Задача 4: Експерименти и оценка на възможностите за развитие и разширяване на предложените семантични структури и функционалност за цифрова библиотека.

Структура и обем на дисертационния труд

Дисертационният труд се състои от увод, 5 глави и 4 приложения.

Глава 1 излага проблема за формалното представяне на семантиката на обекти от Българското иконографско изкуство и използването на онтологични структури за осигуряване на контекстно-базиран достъп до тях в мултимедийна цифрова библиотека. В глава 1 е формулиран обекта, предмета, основната цел и задачите на изследването.

Глава 2 представя подходи и средства за описание на семантиката на обекти от художественото и културно наследство, съхранени в цифрови библиотеки. Главата е съставена от три основни дяла: „Специфика на обекти от художествено наследство и тяхното описание. Иконографско изкуство”, „Семантично-ориентирано представяне на знанията и метаданни за описание на семантиката на обекти от художественото и културно наследство” и „Цифрови библиотеки за художествено и културно наследство”. В първия дял е представена спецификата на избраните обекти от художественото наследство с техни особености, влияещи върху описанието на знанието за тях. Във втория дял е направено аналитично изследване на технологии за представяне на знания и по-конкретно Семантичния уеб. Описана е общата структура на една онтология, нейните компоненти и особености. Представени са различни класификации на онтологии, съвременни езици, стандарти и софтуерни инструменти за изграждане и работа с онтологии и др. Посочени са добри практики в направлението, за да се подпомогне избора на средства и методи за изграждане на онтология с оглед поставената в дисертационния труд цел. В дяла още са проследени типовете метаданни и процесът на семантично маркиране на данни. Основна задача е изграждането на концепция и очертаване на подходи за използване на онтологии и онтологични метаданни за реализация на семантични описания на обекти от художественото и културно наследство, съхранени и представени в цифрови библиотеки. Третият дял описва същността, характеристиките и основните компоненти на цифровите библиотеки. Проследени са принципите и особеностите при изграждането им с цел оптимизация и подобряване на контекстно-базирания/семантичния достъп до обекти и знания в тях и са анализирани подходи за използване на семантични технологии в цифрови библиотеки. Дялът представя международни и национални проекти и инициативи за разработка на цифрови библиотеки и тяхното съдържание.

В глава 3 е направено семантично-базирано представяне на избрани области от Българското иконографско изкуство, реализирано чрез подхода и средствата на технологията Семантичен уеб. Описани са в детайли знанията за избраната предметна област, както и различните онтологични структури, реализирани на тази база: *Онтологията на Българските иконографски обекти* (нар. базова онтология) и *допълнителните*

специализирани онтологии за композиция, иконописна школа, автор на иконографски обект, иконографски род, иконографски персонаж, иконографска сцена, памет, църковен празник, облеклото на иконографски персонаж, иконографска техника за създаване на иконографски обект, основа, позлата, лаково покритие, обков и текущо състояние. Представено е свързването на класове от базовата онтология с класове от специализираните онтологии на ниво „Идентификация”, ниво „Описание” и ниво „Технология” чрез голям брой правила и факти. Проследен е процесът на изграждане на базовата и специализираните онтологии за иконографската област като са специфицирани ясно основните изисквания към създадените модели. Главата включва основни компоненти от формалното представяне на онтолозиите за иконографската област, както и шаблонът за аотиране на иконографски обекти в мултимедийната цифрова библиотека „Виртуална енциклопедия на Българската иконография”, базирана на описаните онтологични структури. Главата завършва с модели на метаданните, използвани в хранилища на мултимедийна цифрова библиотека.

В глава 4 са описани реални учебни ситуации, базирани на използване на онтолозиите за иконографската област в проект СИНУС „Семантични технологии за Интернет-услуги и технологично поддържано обучение” и учебен сценарий за повсеместно обучение по Българска иконография, реализиран по международен научно-изследователски проект ЛОГОС „Знания по поискване за повсеместно обучение” (Knowledge-on-demand for Ubiquitous Learning).

Получените резултати и направления за бъдещо развитие и задълбочаване на изследването са представени в Глава 5.

Дисертационният труд е изложен в 205 страници и съдържа 7 таблици и 20 фигури. Той включва увод, 6 глави, 4 приложения, списък на използваната литература от 53 литературни източници, списък на 17 публикации на автора, свързани с представения дисертационен труд и списък на техни цитирания.

2. Подходи и средства за описание на семантиката на обекти от художественото и културно наследство, съхранени в цифрови библиотеки

Специфика на обекти от художествено наследство и тяхното описание. Иконографско изкуство

В този раздел е направен сбит обзор на спецификата при създаването на иконографски артефакт, отчитайки технологии за изработка, тенденции през вековете, стилово разнообразие, школи през Възраждането, самото изграждане на образа/образите, недостатъчно сведения за авторство и датирание и др. За да се достигне до сърцевината на изкуството на

иконописиста съвременните художници, изкуствоведи и реставратори трябва да изминат сложен и труден път на изследване, изучаване и практикуване според древните методи. В тази връзка информационните технологии могат да подпомогнат този процес, давайки средства за описание и цифрово съхранение и представяне с цел да бъде опазено изключителното художествено наследство на Българската икона и стенна живопис. Направеният обзор показва голямата сложност и хетерогенност на знанието за иконографското изкуство и се явява мотив за изграждане на богати семантично-ориентирани структури за неговото описателно представяне.

Крайната цел е осигуряването на тази интердисциплинарна и иновативна дейност за неограничено съхраняване на паметниците на иконографското изкуство и на тяхната висока художествена стойност като документ на историята и изкуството. Всичко това дава нова естетика в експонирането на иконописиста и не само защото експозиционната дейност е част от сложния процес на съхраняване на паметниците, а защото е нужно актуално и осъвременено представяне близко до новите поколения.

Семантично-ориентирано представяне на знанията и метаданни за описание на семантиката на обекти от художественото и културно наследство

Семантичен уеб и онтологии

Понятието *Семантичен уеб* (от англ. Semantic Web) е въведено от Тим Бърнърс-Лий, директор на World Wide Web Consortium (W3C), и определя следващото поколение на World Wide Web, което е интелигентно, в смисъл, че машините пряко или косвено тълкуват и обработват значението и предназначението на информационните ресурси на мрежата. Ключът към новите приложения и услуги се крие в достигането на по-високо ниво на машинно-обработваеми семантики в системите за обработка на информация. Семантичният уеб цели да въведе семантично маркиране на данните в мрежата, с цел да се позволи по-точно търсене, анализ, смесване и представяне на данни от различен тип и др. [Павлов и др, 2003].

В ядрото на Семантичния уеб стоят *онтологията*, които са познати още като съществена технология за достигане до семантика, позволяваща представяне на данните в машинно-разбираеми структури. *Онтология* (от древногръцки: онтос – битие, съществуване; логос – учение, наука) е термин, определящ науката за битието. В съвременната философска литература терминът се използва за означаване на определена система от категории, която е следствие от определена система от възгледи за света. В литературата по изкуствен интелект понятието се използва за означаване на формално представени знания на основата на някаква

концептуализация. Концептуализацията предполага описание на множество от обекти и понятия, знания за тях, факти, правила и връзки между тях. Грубер дефинира понятието като „*формална експлицитна спецификация на споделена концептуализация*”. Онтологията се определя още като концептуален информационен модел, който описва „нещата, които съществуват” в една дефиниционна област (понятия, техните свойства, атрибути, факти, правила и връзки) по един съгласуван и формален начин. Онтологията може да се приеме като стандартизиран спецификационен модел, осигуряващ стабилна основа за общо разбиране на дадена област и този модел може да се споделя между хора и/или приложни компютърни системи. Това осигурява принципен начин за работа с големи количества разпределена и разнородна компютърно-базирана информация [Fensel, 2004].

Компоненти на онтология

Множеството от твърденията, съставляващи онтологията, има формата на логическа теория от първи ред, в която термините от речника са имена на унарни и бинарни предикати, наричани съответно *понятия* и *свойства* (*отношения или връзки*). В най-простия случай онтологията описва йерархия на понятия, свързани с отношения за категоризация. В по-сложните случаи към нея се добавят подходящи *аксиоми* за изразяване на други връзки между понятията и за ограничаване на предполагаемите интерпретации на значението им. В този смисъл онтологията е база от знания, описваща факти, за които се предполага, че са винаги верни в рамките на определена взаимна общност на основата на общоприетия смисъл на използвания речник [Павлов и др, 2003].

Понятието (още наричано клас, концепция или фрейм) е своеобразно описание на същността, обща черта, която множество индивиди притежават, нещо за някого/нещо, негова разновидност, функционалност, дейност, начин за действие и др., стига да е пряко свързано с планираните цели на онтологията. Всяко понятие притежава наименование, описание на естествен език и множество от свойства. В допълнение могат да се дефинират подпонятия (негови елементи) и ограничения за тях. *Свойствата* спомагат за идентифицирането на понятията и се използват или за свързване на екземплярите на различни класове, или за даване на стойност на атрибути. Те са основата на йерархичната (is-a релации) и мрежова структура на онтологията. Два типа релации са особено важни: таксономия и мереология. *Аксиомите* участват в определянето на ограничения в интерпретацията на онтологичните елементи. Те дефинират факти и правила, които са винаги в сила и са полезни за проверка на коректността на въвежданите данни. Използват се два типа аксиоми: *структурни аксиоми* и *неструктурни аксиоми*.

Екземплярите на дадена онтология са индивидите на дефинирани класове и факти, представящи връзките между тях.

Класификация на онтологиите

Съществуват множество класификации на онтологиите в зависимост от различни признаци. Някои автори разглеждат онтологиите като ориентирани към базовите понятия, а други – към обектите в предметната област. В литературата се говори за зависимост и независимост на онтологията от конкретна предметна област или задача, определят се още типове онтологии според различните роли, които могат да играят в процеса на построяване на системи, базирани на знания [Fensel, 2004]. За авторите, които поддържат концептуалната идея, е от особена важност степента на детайлност, използвана за описание на концепциите в онтологиите. Друга класификация се основава на типа на включения в онтологията речник на понятията.

Седемслоен модел на Семантичния уеб. Езици, средства и стандарти за представяне на онтологии

Семантичният уеб най-често се описва чрез седемслоен модел, разработен от Тим Бърнърс-Лий. На най-долния слой са наборите от символи *Unicode* и *Uniform Resource Identifiers (URIs)*. Първият прави възможно използването на всички световни азбуки, а URIs, които са разширение на по-известните URLs, осигуряват уникалното представяне на елементите чрез низове от символи, идентифициращи Интернет-ресурсите. Следва използването на *eXtensible Markup Language (XML)*, който дава основния синтаксис. Над него е езикът *Resource Description Framework (RDF)*, който предоставя семантичната структура, базирана на употребата на тройките „субект, обект, предикат”. В рамките на същия слой, *RDF Schema (RDFS)* дава възможност за дефиниране на структурите като класове и подкласове. На ниво *Онтологичен речник* има определен брой онтологични езици, разширяващи логическите структури на RDFS. Обикновено се включва и възможността за дефиниране на еквивалентности, инверсии, сечения и обединения. На *Логическия слой* действията се изпълняват върху твърдения, дефинирани на онтологичния език. *Доказателственият слой* осигурява доказателствата като необходимо условие за комерсиализация. Последният слой включва *управляващи правила за коректност*.

Този модел описва практическата реализация на Семантичния уеб, осъществена посредством различни компютърни езици и стандарти като *XML, Document Type Definition, XML Schema, RDF, RDFS, DARPA Agent Markup Language, Ontology Inference Layer, Web Ontology Language (OWL)* и др. Приложение 1 на дисертационния труд включва детайлно описание на тези съвременни езици и стандарти за представяне на знанието.

За автоматизиране на дейностите със структурите на Семантичния уеб са разработени множество инструменти и приложни програми за създаване и формално изписване на онтологии, аотиране на обекти чрез онтологични метаданни, генериране на заявки и изводи, обединение и интегриране на онтологии, и др.

Изводи: Семантичният уеб и неговите градивни компоненти – онтологиите осигуряват структура, методи и средства за представяне на семантичната същност на информационните обекти, създават основа за семантичното им аотиране и семантично-базиран достъп до тях. Създаването на онтологии в различни области позволява унифицирането на знанието им и всеобщото му разбиране, компютърната му обработваемост и правенето на семантични изводи.

Метаданни

Метаданните са структурирана информация, която се създава, за да описва обекти и ресурси и да подпомага тяхното откриване, управление и използване. Според Гил [Gill et al., 2000] метаданните са сбор от всичко, което някой би могъл да каже за който и да е информационен обект на всяко едно ниво на агрегация, вземайки предвид, че *информационен обект* е всяко нещо, към което човек или система може да се обърне и да управлява като дискретна единица. Всеки информационен обект има три характеристики, които могат да се опишат с метаданни: съдържание, контекст и структура.

Основните функции на метаданните са: откриване на ресурси/обекти, улесняване на употребата на обектите, осигуряване на операционална съвместимост, съхранение на цифрови ресурси/обекти и др.

Метаданни, съхранявани вътре в обекта (например HTML документ, съдържащ <META> етикети) и обясняващи семантиката на съдържанието, се наричат *скрити или вътрешни метаданни*, докато метаданни, запазени някъде другаде (обикновено във външен файл), се наричат *външни*.

Общоприети стандарти за метаданни са: Machine Readable Cataloging (<http://www.loc.gov/marc/>), Dublin Core Metadata Standard (www.dublincore.org), Warwick Framework, RDF, OCLC/RLG Preservation Metadata standard, Digital Object Identifier и др.

Метаданните могат да се групират по различни критерии, като функционалност, физическо разположение, процес на генериране, тематика на съдържанието, статус във времето, ниво на структурираност, ниво на обективност и др.

Подходи за използване на онтологии и онтологични метаданни за реализация на семантични описания в цифрови библиотеки

В новите среди за управление на цифрово съдържание и цифрови библиотеки потребителят все по-често се поставя в центъра и системата

прави опити максимално да задоволи изискванията, потребностите и желанията му с цел да го привлече за дълго време. Тази тенденция изисква осигуряване на механизми за бързо и лесно търсене, индексирание и семантично описание на различни типове цифрови ресурси, извличане на ново знание, съпоставяне на данните за обекти с тези за нуждите на потребители, правене на интелигентни изводи по отношение на най-подходящи ресурси за всеки отделен потребител и др. Използването на метаданни и семантични технологии са съвременно концептуално решение на тези задачи. Както вече беше споменато, метаданните осигуряват общ набор от етикети, които са приложими за всякакви типове ресурси, независимо от техния автор, средствата, използвани за създаването им, обектите, които описват или начин и място на съхраняване. Използването на метаданни прави възможно описанието, обобщаването, синтеза, търсенето и извличането на същински данни, което от своя страна е необходимо за многократната употреба на последните. Различните общности от професионалисти са разработили стандарти и стандартизирани речници от метаданни, които задоволяват конкретни нужди. Тези стандарти спомагат за осъществяването на съвместната дейност в рамките на дадена предметна област, но те водят до несъвместимост между разделените и нехомогенни описания или схеми за метаданните за различни области. Тази липса на съвместно разбиране за термините в рамките на един речник, както и между термините в различни речници от метаданни, може да бъде избегната чрез използването на онтологии като концептуална основа за реализацията на мета-описания. Както вече беше споменато, ролята на онтологията е да описва формално общото значение на речниковия състав (набор от символи), като ограничава набора от възможни съответствия между символите и техните значения в рамките на областта. По този начин знанията, например за потребителя на средата могат да се опишат и структурират чрез онтология и онтологичните метаданни да се използват от специализирани услуги за разбиране на познавателните нужди на потребителя и създаване на персонализирани и адаптивни информационни потоци, които да го задоволяват. По този начин търсенето на информационни материали от различните потребители с различни интереси и гледни точки ще е реализуемо и до ресурсите ще достигнат както тези, за които най-важно е за какво се отнася ресурсът и в каква форма е представен (контекст), така и онези, за които са съществени много други характеристики като съдържание, включени понятия, цифрови обекти, използвани за изграждането на съдържанието, цел на материала, аудитория, за която е предназначен, минимални знания за разбирането му и т.н.

По отношение на информационното съдържание и неговото мета-описание онтологиите могат да решат проблема с различния начин на възприемане на семантика от страна на автора и читателя чрез

установяване на споделена концептуализация в конкретно разглежданата предметна област. Освен това, при създаване на информационни ресурси съществува големият риск двама автори да обясняват един и същ проблем (понятие) по различен начин. Това означава, че семантично идентични понятия могат да бъдат изразени чрез различни ключови думи, например, човек може да използва следните семантично еквивалентни термини за „агент“: агент, играч, сътрудник, създател, човек, който върши нещата, професионалист и т.н. Този проблем може да бъде решен, като се използват онтологии в области, в които означенията от речниковия състав на дадена област (като тук се имат предвид всеобщо възприети термини) са дефинирани по много начини (например, агент, играч, сътрудник, създател, човек, който върши нещата, професионалист и т.н., са символи, използвани в реалния свят и те означават концепцията „агент“ в онтологията на областта). В допълнение онтологичните аксиоми играят важна роля в представянето на информацията, например аксиомата, която твърди, че две релации са взаимно противоположни, се използва за проверка на съгласуваността на информацията.

Освен това, от гледна точка на потребителя, съществува проблемът какви термини или ключови думи да се използват при търсенето на информационен материал. Простите заявки по ключови думи са полезни в случаите, когато потребителите имат ясна идея какво търсят и информацията е добре структурирана. В разглежданите среди често нивото на познаване на предметната област и понятията е ниско и се появява необходимостта от механизъм за установяване на общо разбиране. На второ място, простото търсене по ключови думи не отчита синонимите („агент“ и „играч“), съкращенията („World Wide Web“ и „WWW“), различните езици („horse“ английски и „haus“ немски), морфологични вариации („Point-to-Point Network“ и „Point to Point Network“), без дори да говорим за контекста на заявката. Този проблем може да бъде решен чрез дефиниране на съответни връзки в онтологията на областта. Онтологичните релации могат да се използват и при организиране на процеса на преглеждане на информационните материали, като създадат структурни отношения между единични части и цифрови обекти. Такива връзки са *Next*, *Prev*, *IsPartOf*, *HasPart*, *References*, *IsReferencedBy*, *IsBasedOn*, *IsBasisFor*, *Requires*, *IsRequiredBy*. Може дори да се изгради семантична свързаност чрез аксиоми (например, *IsPartOf* и *HasPart* – взаимно противоположни релации). Тези аксиоми могат да са от полза при търсенето на информация. Без определяне на тази противоположна зависимост, търсенето на информация би зависило от стратегията за предоставяне на информация във вид на метаданни. Ако човек дефинира, че даден ресурс с име „X“ „IsBasedOn“ (зависи) от друг ресурс с име „Y“, не съществува възможността (без програмиране или изрично уточнение) да се открият всички ресурси, за които ресурсът „Y“ „IsBasisFor“ (да е база).

Освен това, информационните ресурси и съставлящите ги компоненти могат да бъдат представени в различен контекст като въвеждащи, аналитични, илюстриращи и др. Описанието на контекста подпомага търсенето на свързаните с този контекст обекти, в зависимост от предпочитанията на потребителя. Например, ако той се нуждае от по-подробно обяснение на дадена тема, логично е да търси цифрови обекти, които дават примери по нея. За да се постигне общо разбиране на речниковия състав, нужен за описание на контекста, може да се използва контекстната онтология и съответни метаданни на нейна база.

Изводи: Метаописанието на знанието за дадена предметна област може да осигури реални възможности за откриване на полезни материали, задоволяващи предпочитанията, нуждите и изискванията на потребителя. Стандартното търсене ще се трансформира в семантично и контекстно-базирано. Освен това подходът, базиран на онтологии, може много лесно да се разшири до ситуация, в която всички традиционни нива метаданни (напр. общи, технически) се използват в анатомия на информационния ресурс и потребителя.

Цифрови библиотеки за художествено и културно наследство

Цифрови библиотеки – същност, основни елементи, принципи, особености

Цифровите библиотеки са Интернет-базирани среди, доставящи информационни ресурси по всяко време и навсякъде. Тези системи съхраняват разнообразна хипертекстово-организирана информация (цифрови обекти, включващи текст, графични изображения, звук, видео и др.), която е подредена тематично и достъпът 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.

Информацията, която се съхранява в една цифрова библиотека е два типа: *данни* и *метаданни*. Под *данни* се разбира информацията, която е кодирана в цифрова форма, а под *метаданни* – описанието на същината на данните. Основните категории метаданни са описателни метаданни, структурни метаданни и административни метаданни. Съществуват т.нар. *идентификатори*, които „показват” 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 цифров библиотека, типично състояща се от данни, метаданни и идентификатор. Цифровите обекти обикновено са групирани в колекции спрямо

определени критерии и са съхранени в специални хранилища заедно със своите метаописания.

Особеностите и принципите, които трябва да спазва една успешно приложима цифрова библиотека, са: осигуряване на знания по поискване, операциона съвместимост, стандарти, описание на семантиката на ресурсите, поддръжка на ресурсите, излагане на хетерогенни ресурси съгласувано, дефиниране на права за ползване и защита на цифровото съдържание, осигуряване на резултатни и гъвкави механизми и средства за преобразуване и представяне на цифровото съдържание според потребностите на крайния потребител (персонализация и адаптивност) и др. [Pavlov et al., 2005].

Понастоящем съществуват голям брой изследвания и разработки в областта на цифровите библиотеки, които се концентрират върху завършването на процеса на цифровизация, покривайки, например, метаданни стандарти, автоматичното извличане на метаданни, операциона съвместимост, архитектури за цифрови библиотеки, управление на правата за достъп и ползване, персонализация и др. Позначими проекти, програми и инициативи от последните години са: DELOS „A Network of Excellence on Digital Libraries” (<http://www.delos.info>), DILIGENT „Digital Library Infrastructure on Grid Enable Technology” (<http://www.diligentproject.org/>), „i2010:Digital libraries”, MINERVAPLUS „Ministerial Network for Valorising Activities in Digitization” (<http://www.minervaeurope.org>), шеста и седма рамкови програми на Европейския съюз за научно и технологично развитие и приоритетите им за цифровизацията, он-лайн достъпност и цифрово запазване на културното наследство на различните нации и съхранението му в на цифрови библиотеки. През август 2006 Европейската комисия прие „Препоръки за цифровизация и он-лайн достъпност на материала с културна тематика и неговото цифрова запазване” в контекста на инициативата "i2010: Digital Libraries". Документът призовава страните членки на Европейския съюз да разработват цифрови средства в широк мащаб, за да се ускори процеса на поставянето на европейското културно наследство он-лайн. Комисията още препоръчва действия за решаване на проблеми като авторско право, права за достъп, систематичното запазване на цифровото съдържание и др., с цел осигуряване на продължителен достъп до материалите. Цифровите библиотеки са нова област с бурно развиващо се научно съдържание и с динамично установяващи се традиции в научно-приложен аспект. Съществува тенденция тематиката да набира скорост и да става все по-актуална, което се вижда в по-широкото използване в практиката на цифрови библиотеки и хранилища, динамичното и бързо ѝ развитие през последните години, възникването на голям брой иновации. Цифровизацията и цифровите библиотеки са един от инструментите за постигане на целите на Digital Agenda for Europe (2010-

2020) и концентрира в себе си трите компонента в триъгълника на знанието: наука – образование – иновации. Чрез множество инициативи и проекти в направлението целенасочено се следват приоритетите на Европейския съюз (ЕС) за насърчаване на културното многообразие и на творческото съдържание (Раздел 2.7.3. от 2.7. Ползи от ИКТ за обществото в ЕС), за повсеместен онлайн достъп до общото европейско културно и научно наследство и премахване на пречките за достъп до съдържание (Раздел 2.1.1. от 2.1. Динамичен цифров единен пазар). В изследователски аспект направлението е едно от предизвикателствата на Шестата и Седмата рамкови програми на ЕС за научни изследвания, технологично развитие и демонстрационни дейности, програмата СІР за конкурентоспособност и иновации, както и предстоящата за периода 2014-2020 европейска програма Хоризонт 2020.

Множество проекти и изследвания в България от последните години също са съсредоточени върху цифровизация и показването в Интернет на националното културно-историческо наследство [Pavlov et al., 2011]. По-значими от тях са: „Цифрови библиотеки с мултимедийно съдържание и приложения в Българското културно наследство” с мултимедийна цифрова библиотека „Виртуална енциклопедия на Българската иконография” (<http://mdl.cc.bas.bg>) [Pavlova-Draganova et al., 2010a][Paneva-Marinova et al., 2010a][Paneva et al., 2005], Цифрова библиотека „Календар на светците” (<http://www.eslavsanct.net/>) [Goynov et al., 2011][Rangochev et al., 2012], Българска фолклорна библиотека и артерия по проект "Технологии, основани на знания за създаване на цифрови ресурси и виртуално представяне на значими колекции от Българското фолклорно наследство" (<http://folknow.cc.bas.bg/>, <http://folkartery.math.bas.bg/>) [Paneva-Marinova et al., 2010b][Paneva-Marinova et al., 2011a], „Живи човешки съкровища” (<http://www.treasures.eubcc.bg/main.php>), „Юпер” (<http://yuper.hit.bg/>), „Фолклорни мотиви и антропология” (<http://linternet.bg>), „WebFolk България” (<http://musicart.imbm.bas.bg/EN/Default.htm>), и др.

Подходи за използване на семантични технологии в цифрови библиотеки

През последните години броят на научните изследвания и експерименти, извършени в областта на приложението на Семантичния уеб, технологии за представяне и обработка на знание, извличането на семантики и семантичния анализ в средите на мултимедийни цифрови библиотеки е значителен. Най-често се прилагат семантично-базирани подходи, свързани с:

- *семантично аотиране на обекти* – В процеса на семантично аотиране на обекти от цифрова библиотека се въвличат онтологиите – основните задвижващи механизми на Семантичния уеб. Т.к. те определят концептуален информационен модел, който

описва „нещата, които съществуват” в една дефиниционна област (понятия, техните свойства, атрибути, факти, правила и връзки) по един съгласуван и формален начин, описанието на библиотечни обекти чрез изградените в тях речник на понятията, свойства, аксиоми и правила е осигурено със стабилна основа за общо разбиране на предметното знание, споделено между хора и/или приложни компютърни системи.

- *семантичен анализ* – За осъществяване на семантичен анализ на знанието за обектите в цифрова библиотека се използват множество техники като: граф-базиран клъстеринг и класификация, многовариантни анализи, базирани на статистически методи, машинно самообучение, невронни мрежи, и др. Тези техники служат за обработката, анализирането и обобщаването на големи количества разнородна мултимедийна информация, налична в библиотеката.
- *представяне на знания* – Резултатите от семантичния анализ могат да се представят чрез семантични мрежи, правила за извод или предикатна логика. В много изследвания се прави интегрирано представяне на тези резултати със съществуващи знанийни структури като онтологии, тематични каталози или речници.
- *разпознаване на обекти, сегментация и индексирание* – Повечето техники на извличане на информация от налични в цифрова библиотека обекти включват определяне на техните характеристики. Такива са, например, автоматичното индексирание и обработката на естествен език, които често се използват за автоматично извличане на значещи думи или фрази от текстове; техниките за индексирание и сегментация на текстура, цвят или фигури, необходими при идентификация на изображения – 2D обекти; аудио и видео приложения, разпознаване на глас и реч, сегментация на сцена – техники за определяне на значещи дескриптори в аудио или видео потоците и др.
- *Ефективно взаимодействие човек-компютър* – През последните години се използват технологии, базирани на семантики за подпомагане на взаимодействието между човек и компютър при работа в цифровите библиотеки. Основни области на тяхното приложения са: адаптивна визуализация и навигация в големи информационни колекции, персонализация на достъпа до информационните ресурси и др.

Изводи: Семантичните технологии осигуряват възможности за представяне на знанията за цифровите обекти и колекции в хранилищата на цифровите библиотеки чрез използване на общоприети класификационни схеми във форма на онтологии, съгласуване и подреждане според различни

семантично-значещи критерии на цифрови обекти и колекции, осигуряване на семантичен достъп до тях, определяне на функционалността на нови семантично-базирани услуги, предоставяни от цифровата библиотека, нови начини за разпределяне на ресурси и услуги между хетерогенни хранилища, семантични анализи, персонализация и др. В бъдеще се очаква разработване на нови и подобряване на съществуващите семантично-базирани подходи, методи и техники, прилагани в цифровите библиотеки.

3. Семантично-ориентирано представяне на избрани области от българското иконографско наследство с подхода и средствата на технологията семантичен уеб

Формализация на семантиката на областта на иконографското изкуство

Светът на иконографското изкуство формално може да бъде описан с помощта на три „тематични общности“ (още наричани „нива на знанието“) [Pavlova-Draganova et al., 2011][Paneva et al., 2008][Pavlova-Draganova et al., 2007a][Paneva et al., 2007b]. Всяка от тях е обогатена с под-нива, покривайки широк набор от характеристики, описващи обектите. *Първото ниво, наречено „Идентификация“*, съдържа общи идентифициращи аспекти на иконографския обект като заглавие, тип, автор на обекта, неговия иконографски род, иконописна школа, период, размери, местонахождение, място на създаване, бележки по идентификацията, биография на автора и описание на иконописна школа. *Второто ниво на знание* покрива информация, засягаща описателни детайли на темата и формите за представяне, осигуряващи по-добро разбиране на иконографското съдържание на обекта. Основните включени понятия са: изобразен/и персонаж/и, изобразена/и иконографска/и сцена/и, персонаж/и в сцена/и, детайлно описание на изобразеното съдържание и др. *Третото ниво на знание* включва техническа информация, разкриваща иконографски техники и материали за основата, използвани при създаването на иконографски обект, както и тяхното подробно описание. Нивото включва още информация относно текущото състояние на иконографския обект, реставрационни намеси и коментари [Pavlova-Draganova et al., 2007a]. Трите основни нива на знание и стойностите на метаданните им са определени след задълбочен анализ и научно изследване на същността на представяните обекти, както и областта на изобразителното изкуство, към която принадлежат. Черпен е опит и от други подобни приложения в областта [Tzouveli et al., 2008][Tzouveli et al., 2009]. Формално представяне на иконографската област е развито в проекта СИНУС с изградена базова онтология на областта и множество специализирани онтологии. Първоначална реализация на онтологии и

анотации с учебно приложение, въвличащи цифровата библиотека „Виртуална енциклопедия на Българската иконография” като източник на знанияни обекти, е представено в [Paneva-Marinova et al., 2012][Paneva-Marinova et al., 2011b][Draganov et al., 2010][Pavlova-Draganova et al., 2009][Paneva-Marinova et al., 2009][Paneva-Marinova et al., 2008] и е използвано и в проекта LOGOS.

Интерпретацията и формализацията на иконографското знание не са обмисляни изолирано от спецификациите и стандартите в областта на представяне на културна информация. По подразбиране се приема нуждата от осигуряване на многократна използваемост и преносимост на изградените онтологично-базирани дескриптивни модели. В тази връзка е обмислено съпоставяне и свързване на избраните понятия с утвърдения CIDOC Conceptual Reference Model (CRM), представляващ ”обектно-ориентирана онтология” за имплицитно и експлицитно представяне на понятия, документиращи културно наследство.

Знания за предметната област

Семантичното метаописание на иконографското изкуство включва понятия, връзки, правила, ограничения, индивиди и факти, валидни за света на иконографското изкуство (виж [Pavlova-Draganova et al., 2011][Pavlova-Draganova et al., 2007a]. Подборът на базовите концепции е базиран на реалните ситуации (в частност учебни, демонстрирани в Сценария за експлоатация на платформата СИНУС и разработени по дейност 4 „Формиране и визуализация на учебни и семантични ресурси” на същия проект). В процеса на изследване на света на иконографското изкуство се очерта множество от отделни онтологични под-структури на областта за:

- Иконографски обект (ИО)
- Иконописна школа
- Автор на иконографски обекти
- Иконографски род
- Местоположение (на ИО)
- Място на създаване (на ИО, на иконописна школа)
- Период (на ИО, на иконописна школа и др.)
- Размери (на ИО)
- Описание (на ИО, на иконописна школа, биография на автор, житие на персонаж и др.)
- Композиция, изобразена на ИО
- Иконографски персонаж
- Иконографска сцена
- Памет
- Църковен празник

- Иконографски символи и знаци
- Жестове на иконографски персонаж
- Облекло на иконографски персонаж
- Иконографски техники за създаване на ИО
- Основа на ИО
- Лаково покритие на ИО
- Позлата на ИО
- Обков на ИО
- Текущо състояние на ИО

За осигуряване на семантична знанийна база за аотиране и семантично индексване на мултимедийните обекти се развива онтологични структури за иконографски обект¹ (ИО), иконописни школи², автори на иконографски обекти, иконографски род³, иконографски персонажи и сцени⁴ и се създадоха изцяло структури за иконографска композиция, църковен празник, облекло на иконографски персонаж, иконографска техника, основа, позлата, обков, лаково покритие и текущо състояние на ИО.

Семантично-базираното представяне на избрани области от Българското иконографско изкуство е реализирано чрез подхода и средствата на технологията Семантичен уеб посредством множество онтологични структури: *Онтологията на Българските иконографски обекти* (нар. базова онтология)⁵ и *допълнителните специализирани онтологии*⁶ за композиция, иконописна школа, автор на иконографски обект, иконографски род, иконографски персонаж, иконографска сцена, памет, църковен празник, облеклото на иконографски персонаж, иконографска техника за създаване на иконографски обект, основа, позлата, лаково покритие, обков и текущо състояние.

Фигура 4 представя свързването на класове от базовата онтология с класове от специализираните онтологии на ниво „Идентификация” [Pavlova-Draganova et al., 2011].

¹ Свещено изображение (от гр. образ, подобие), изпълнявано в каменен и метален релеф, кост, керамика, емайл, мозайка, стенна живопис (енкаустика, фреска, секо), художествена тъкан, миниатора на пергамент и хартия и върху дъска с темперни бои.

² Иконописната школа представлява общност от автори - иконописци (в т.ч. цели родове), в която се създават иконографски обекти в определен период и регион, стилово подчинени на една концепция (маниер, техники, специфични материали и начини на изработка).

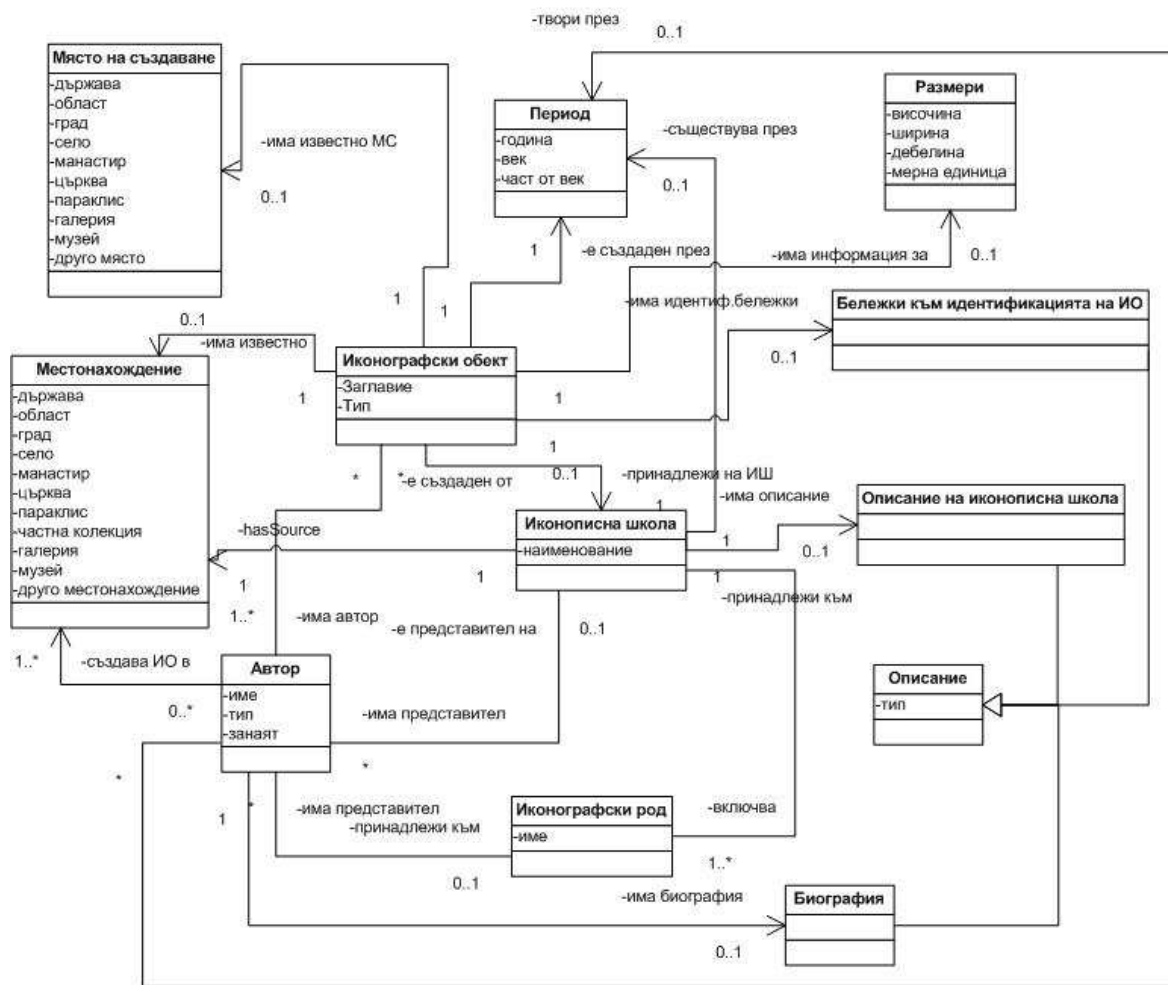
³ Родът представлява наследствено обусловена общност от хора, която създава иконографски обекти като предава иконографския занаят от поколение на поколение и ползва общ маниер на иконописване, ермении, техники, копирки и пр.

⁴ По проект ЛОГОС бе създадена предметна онтология „Български иконографски обекти” [Pavlova-Draganova et al., 2007], която представлява обединяваща версия на посочените дотук онтологии.

⁵ Базовата онтология представлява предметна онтология, която представя основните обекти на мултимедийната цифрова библиотека „Виртуалната енциклопедия на Българската иконография”. Тя цели да представи различните видове иконографски обекти (икона, мозайка, стенопис, витраж, миниатора, пластичен иконографски обект и др.) като дефинира основни техни характеристики (заглавие, автор, иконописна школа, период, размери, местонахождение, място на създаване и др.). Брой класове: 72, Брой релации: 40

⁶ Брой на специализирани онтологии: 16, Брой на класове и индивиди в специализираните онтологии: 622, Брой на релации в специализираните онтологии: 83

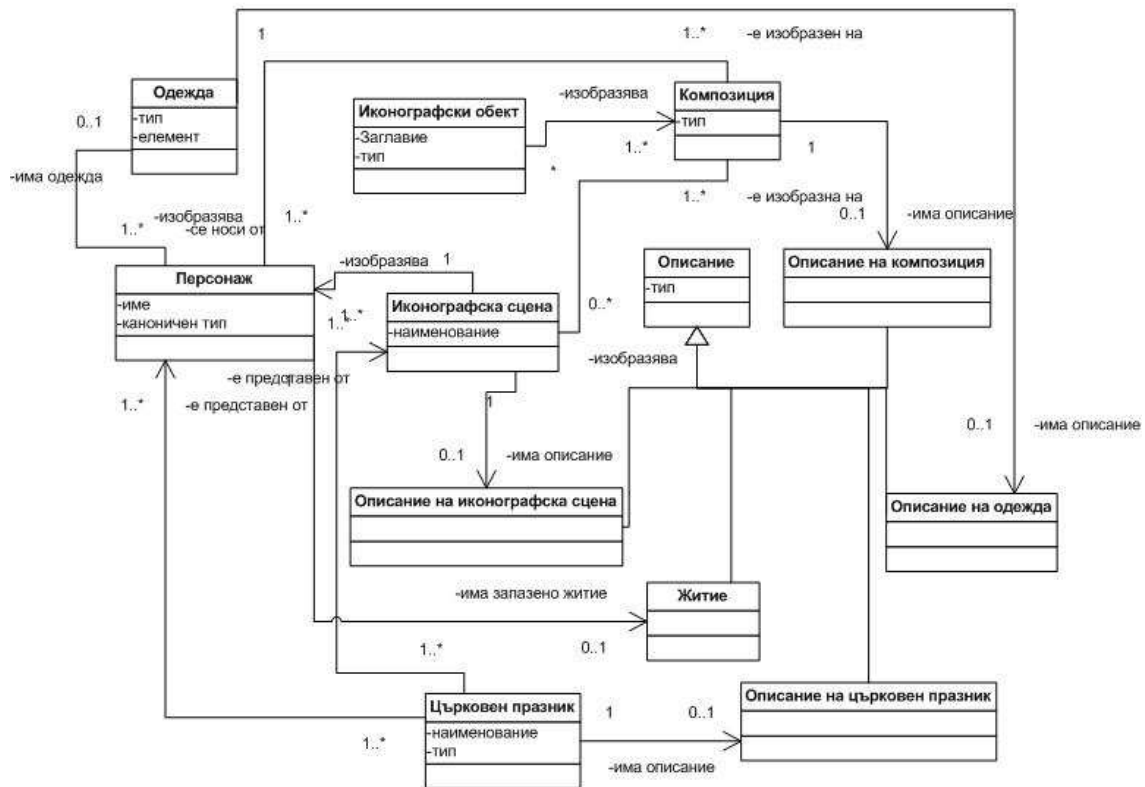
Ниво „Идентификация“



Фигура 4: Свързване на класове от базовата онтология с класове от специализираните онтологии на ниво „Идентификация“

Фигура 5 представя свързването на класове от базовата онтология с класове от специализираните онтологии на ниво „Описание“ [Pavlova-Draganova et al., 2011].

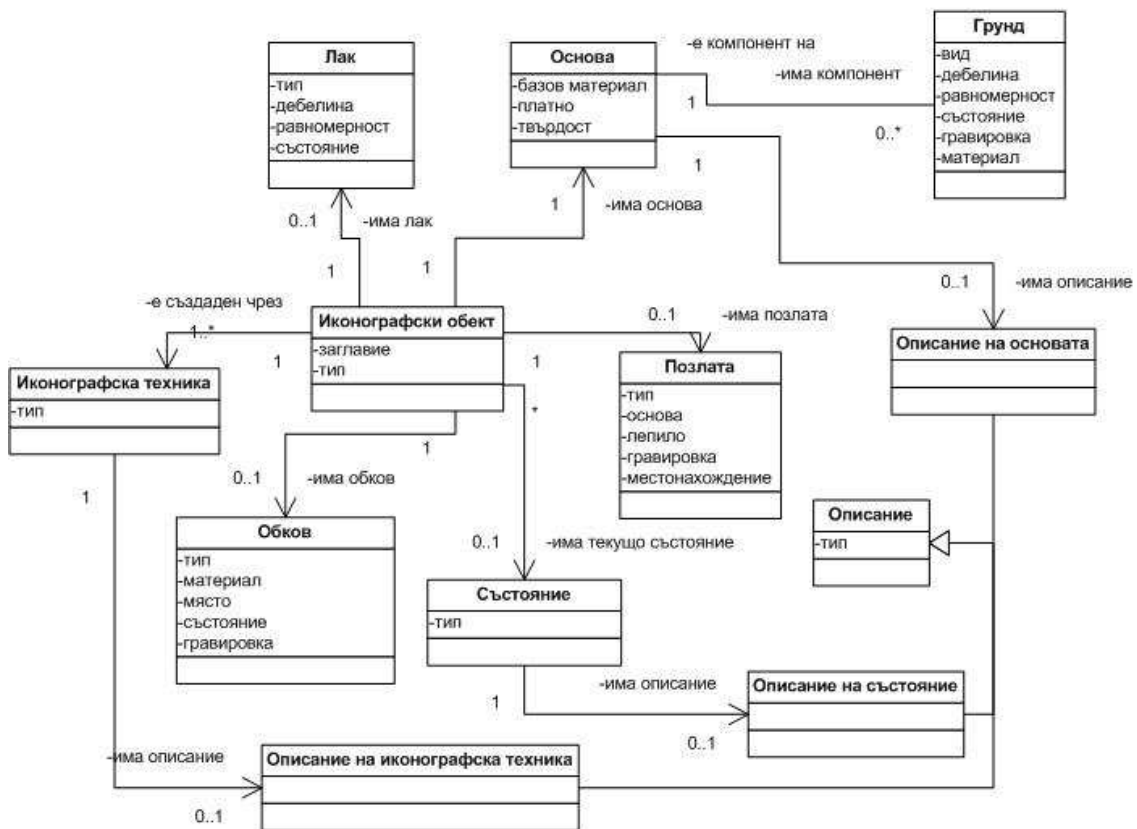
Ниво „Описание“



Фигура 5: Свързване на класове от базовата онтология с класове от специализираните онтологии на ниво „Описание“

Фигура 6 представя свързването на класове от базовата онтология с класове от специализираните онтологии на ниво „Технология“ [Pavlova-Draganova et al., 2011].

Ниво "Технология"



Фигура 6: Свързване на класове от базовата онтология с класове от специализираните онтологии на ниво „Технология“

Множество правила и факти са дефинирани с цел осъществяване на връзките между базовата и специализираните онтологии, като например:

\forall *Iconographic Scene* hasISDescription [0..1] *Iconographic Scene Description*

\forall *Iconographical Character* hasDescription [0..1] *Life of a Saint*

\forall *Iconographical Character* has [1..*] *Church Celebration*

\forall *Iconographic Scene* has [0..*] *Church Celebration*

Ако *Author* isRepresentativeOf *Iconographic School* = A, тогава *Author* работи през *Period* p на *Iconographic School* A.

Например, ако имаме икони от неизвестен автор от Банска иконописна школа ние бихме могли да определим периода, към които се отнасят.

Ако *Iconographic Scene* = A, тогава *Iconographic Scene* изобразява *Iconographical Character* = $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, където $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ е предварително определено множество.

Ако *Iconographic Scene* = A, тогава *Iconographic Scene* съдържа *Iconographical Symbol* = $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, където $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ е предварително определено множество.

Ако *Iconographical Character* = A, тогава *Iconographical Character* съдържа *Iconographical Symbol* = $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, където $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ е предварително определено множество.

Ако *Iconographical Character* = A, тогава *Iconographical Character* носи *Vestment* = $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, където $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ е предварително определено множество.

Ако *Iconographic Scene* = A, тогава *Iconographical Character* \in *Iconographic Scene* = A носи *Vestment* = $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, където $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ е предварително определено множество.

Ако *Iconographical Character* = A, тогава *Iconographical Character* прави *Gesture* = $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, където $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ е предварително определено множество.

Ако *Iconographic Scene* = A, тогава *Iconographical Character* \in *Iconographic Scene* = A прави *Gesture* = $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, където $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ е предварително определено множество.

Ако *Iconographical Object type* = A, тогава *Iconographical Object* isMadeBy *Iconographic Technique type* = $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, където $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ е предварително определено множество.

Ако *Iconographical Object type* = A, тогава *Iconographical Object* hasBaseMaterial *Base* = $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, където $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ е предварително определено множество.

Ако *Iconographical Object* hasBaseMaterial *Base* = A, тогава *Iconographic Technique type* = $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, където $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ е предварително определено множество.

Ако *Iconographical Object type* = A, тогава *Iconographical Object hasGilding Gilding type* = $\{a_1, a_2, \dots, a_n\} \cup \{\emptyset\}$

Ако *Iconographic School* = A, тогава *Period century* = $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ AND *Period part of the century* = $\{\text{beginning, middle, end}\} \cup \{\emptyset\}$, където $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ е предварително определено множество.

Ако *Iconographic School* = A, тогава *Source town* = $\{a_1, a_2, \dots, a_n\} \cup \{\emptyset\}$, където $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ е предварително определено множество.

Аналогично подобни правила са валидни за *Source village* и *Source area*.

Iconographic School = A \Leftrightarrow *Author* = $\{a_1, a_2, \dots, a_n\} \cup \{\emptyset\}$, където $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ е предварително определено множество.

Аналогично подобно правило е валидно за *Clan*.

Author = A \Leftrightarrow *Clan* = $\{a_1, a_2, \dots, a_n\} \cup \{\emptyset\}$, където $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ е предварително определено множество.

Ако *Iconographical Object type* = A, тогава *Iconographical Object hasRepousseCover Repousse Cover type* = $\{a_1, a_2, \dots, a_n\} \cup \{\emptyset\}$, където $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ е предварително определено множество.

Ако $year \leq (century-1)*100+40$, тогава $year \in part\ of\ the\ century = beginning$

Ако $year \geq (century-1)*100+40$ и $year \leq (century-1)*100+60$, тогава $year \in part\ of\ the\ century = middle$

Ако $year \geq (century-1)*100+60$, тогава $year \in part\ of\ the\ century = end$.

Тези правила целят да подпомогнат процеса на аотиране на иконографски обекти [Pavlov et al., 2010]. При ясно им изказване и формализиране в аотиращия шаблон, съответната стойност⁷ на даден клас може автоматично да бъде попълвана или предлагана за избиране в зависимост от различни художествени интерпретации (има се предвид, че дадена аотираща стойност може да се използва за няколко подобни обекта). Тези правила още осигуряват възможности за изводи свързани с тенденции и приоритети в творчеството на даден автор, школа или изкуството, като цяло за фиксиран период. Посочените правила са

⁷ Например, стойността на класа Персонаж и неговите Одежди и пр.

дефинирани според каноните на ортодоксалната иконография, които са описани в специални учебни помагала по иконография, наречени *ермении*⁸. Освен това тези правила и факти [Pavlova-Draganova et al., 2011] подпомагат извършването на изкуствоведски и технологични анализи, търсене [Paneva-Marinova et al., 2010a], изводи и приоритети в областта, намиране на скрити данни/съдържание, зависимости, тенденции, обучение и др. [Paneva et al., 2008].

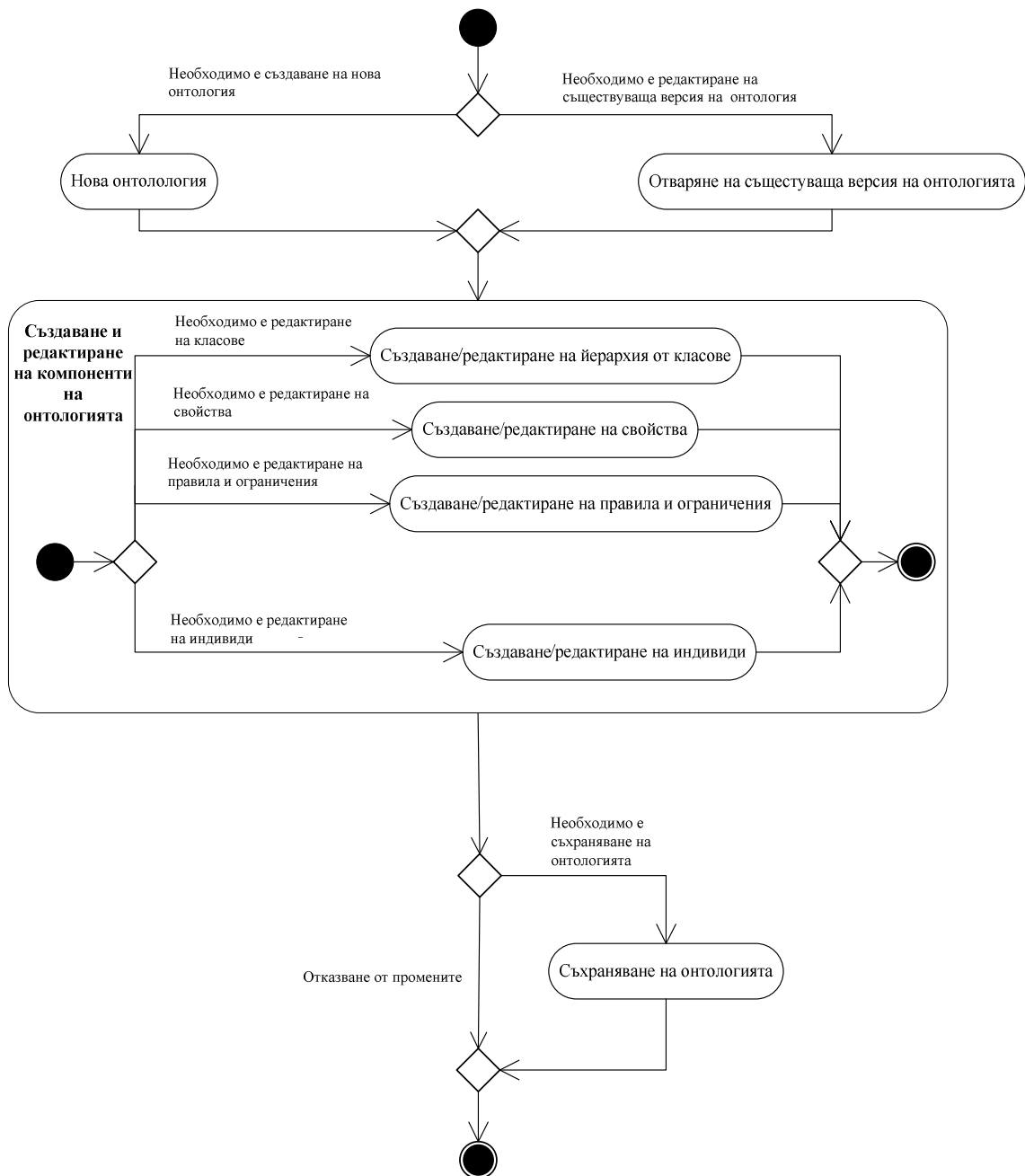
Изграждане на базовата и специализирани онтологии за иконографската област

Основни фази при разработка на онтологичните модели на знанието за иконографската област

Процесът на реализация на онтологичния модел на знанието за иконографската област преминава през следните основни фази (нива) според класификационната методология за разработка на знанияни системи: ниво на знанието, символно ниво и ниво осъществяване [Schreiber et al., 2000]. Нивото на знания определя целта, обсега, употребата, нивото на формализъм на онтологията и събиране на данни посредством различни методи за извличане. Символното ниво се грижи за специфицирането на термините и възможните интеграции на изградената онтология с други. Формализацията и оценката на пълнота, съгласуваност и рудиментарност се реализират в ниво осъществяване. Фигура 7 изобразява процеса на реализация на онтологичния модел на знанието за потребител на МЦБ.

⁸ Ермения (от гр. Ερμιναί) са онези "скрити" книги, които са ползвали зографите (художниците), за да спазват каноните и технологията на иконописца. В тях са проследени последователността при изработка на иконографските обекти (основни техники, грундове, основи, пигменти, техники на позлатата, и др. и начина на приготвянето им); рисунката в иконата и нейната специфика и символика, начините за пренасянето ѝ върху основата, мерки, пропорции, предписания и др. Пример, ерминия на Захарий Петрович, ерминия на Дичо Зограф и др.

Процес на реализация на онтолозиите за иконографската област



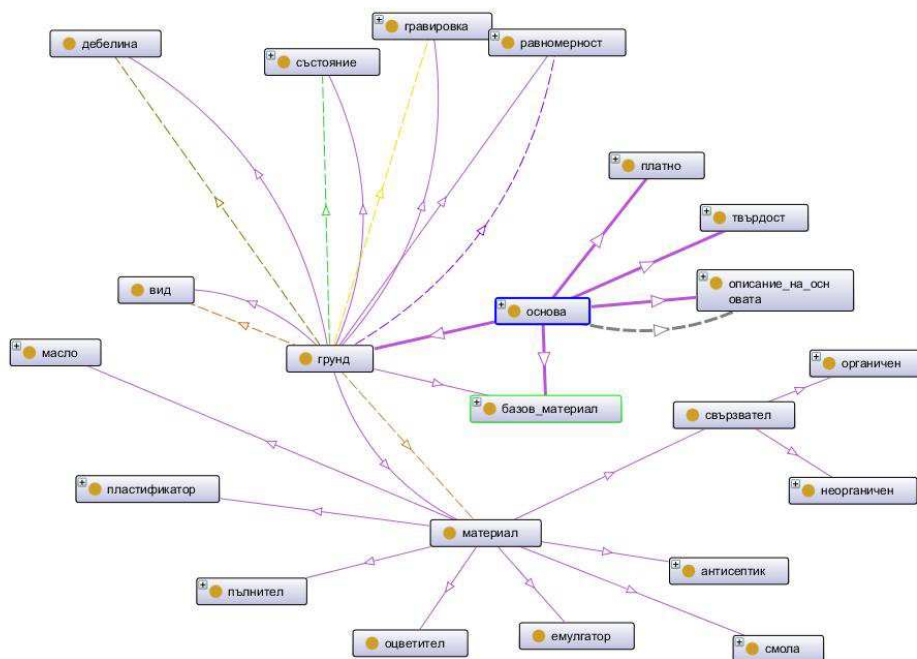
Фигура 7: Процес на реализация на онтолозиите за иконографската област

Формално представяне на онтолозиите за иконографската област

За да се представи ефективно аотираното знание за иконографската област в МЦБ според представената онтология, трябва да се използва формат (език), който не поставя семантични ограничения върху данните и улеснява сложни процедури с тях, позволявайки прилагане на алгебрата на семантичните заявки и др. За настоящия онтологичен модел бяха изследвани функционални характеристики, особености и възможности на

множество езици и средства за изграждане на онтологии (представени в Глава 2, Дял 2.2. и Приложение 1) и бе избран Web Ontology Language (OWL) като най-подходящ. Този език дава възможност за по-добра интерпретация на зададено на машина съдържание, в сравнение с XML, RDF и RDF Schema, чрез осигуряване на допълнителен речник (лексика) заедно с формалните семантики. Знанието за иконографската област е класифицирано чрез богата йерархия от понятия и връзки между тях. OWL е съставен и динамичен, осигурява категоризиращи понятия, разсъждаване, съгласуваност, обработка на информацията, правене на семантични заявки. За проучванията върху функционалностите на OWL и изграждането на онтологията в МЦБ е използван Protégé OWL Plug-in.

На фигура 8 е представен клас „Основа” и негови подкласове, които са базова семантична структура в онтологията на основата на иконографски обект.



Фигура 8: Клас „Основа” и негови подкласове

OWL позволи ясно и формално да се формулират понятията, нужни за настоящия онтологичен модел, като осигури: (1) формална семантика, описваща същността на предметната област; (2) точно дефиниран и структуриран синтаксис, подпомагащ обработката на кода от машини и извличането на данни; (3) удобно изразяване на сложни структури от данни и др.

Следният код демонстрира дефинирането на клас „Основа” и неговите подкласове на OWL:

```

<Declaration>
  <Class IRI="#основа"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#базов_материал"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#платно"/>
</Declaration>
<Class IRI="#описание_на_основата"/>
</Declaration>
<AnnotationAssertion>
  <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:comment"/>
  <IRI>#основа</IRI>
  <Literal datatypeIRI="&rdf;PlainLiteral">Основата, върху която се изработват
иконографските обекти</Literal>
</AnnotationAssertion>
<AnnotationAssertion>
  <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:comment"/>
  <IRI>#платно</IRI>
  <Literal datatypeIRI="&rdf;PlainLiteral">материал, покриващ основата на
иконографския обект</Literal>
</AnnotationAssertion>

```

Листинг 1: Клас „Основа” и неговите подкласове

Дефинирането на съответните свойства, свързващи индивидите на клас „Основа”, се осъществява чрез следния OWL код:

```

<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#има_базов_материал"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#има_описание"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#няма_описание"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#има_платно"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#няма_платно"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#има_грунд"/>
</Declaration>

```

Листинг 2: Свойства, свързващи индивидите на клас „Основа”

Приложение 3 на дисертационния труд включва пълната версия на специализирана онтология на *Основата на иконографски обект* формално представена чрез средства на семантичния уеб. Индивидите на класовете са конкретизирани според учебното приложение на онтологичния модел за нуждите на проект СИНУС и чрез използването им в мултимедийната цифрова библиотека „Виртуална енциклопедия на Българската иконография”.

Функционалност, внедрена в мултимедийната цифрова библиотека „Виртуална енциклопедия на Българската иконография”, базирана на онтологиите за иконографската област

Функционалността, внедрена в мултимедийната цифрова библиотека „Виртуална енциклопедия на Българската иконография”, която е базирана на онтологиите на иконографската област, покрива основно дейности като създаване, представяне, търсене и групиране на информационно съдържание и обекти.

Основни дейности в процеса на създаване на съдържание за мултимедийната цифрова библиотека „Виртуалната енциклопедия на Българската иконография” е аотирането и семантичното индексирание на цифрови обекти, както и тяхното включване в медийното хранилище на библиотеката. Въвеждането на технически⁹ и семантични метаданни се осъществява чрез различни автоматични и полуавтоматични услуги чрез използване на специален шаблон за аотиране. Шаблонът осигурява множество опции за улеснено и бързо въвеждане на метаданни:

- Функция за автоматично попълване (Всички използвани (вече въведени) стойности на дадено поле са налични за многократно ползване в специален допълнителен панел (виж фигура 9);
- Двуетично въвеждане на данни с автоматично показване на съответни стойности на двата езика (виж фигура 9);
- Автоматично показване на зависимости между стойности на полета. Зависимостите произлизат от съществуващи връзки между класове (понятия) в онтологията на Българските иконографски обекти, още наречена базова онтология на библиотеката. (Основни връзки и правила, валидни за света на иконографските обекти, изразени в онтологична структура са инкорпорирани в шаблона за аотиране при неговото създаване);

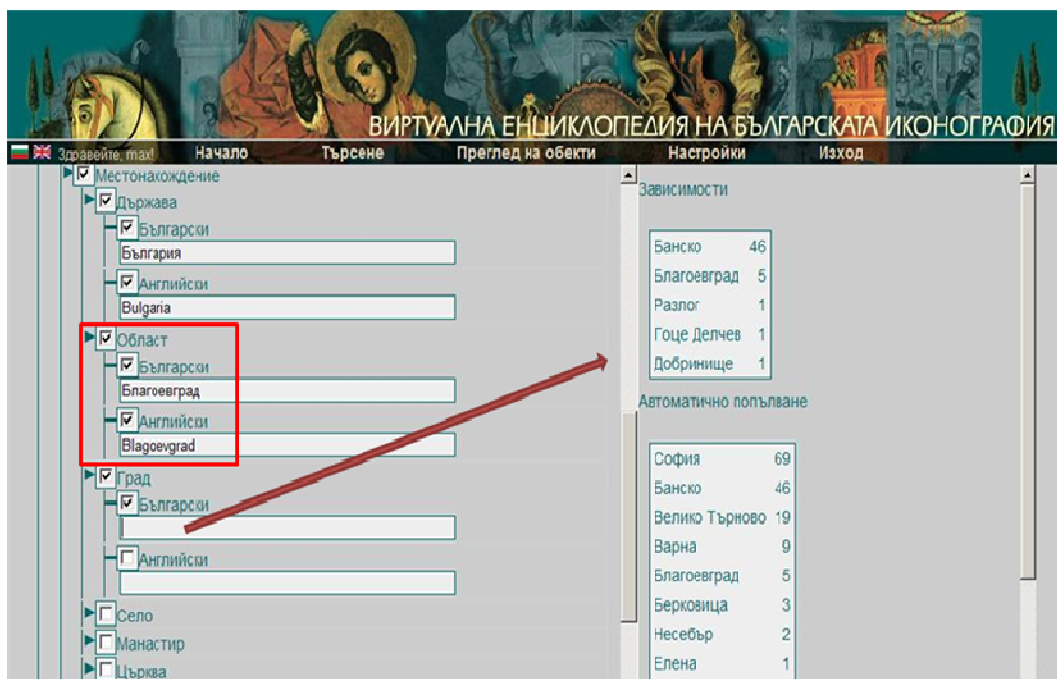
Пример: Ако стойността на полето **Регион** е Благоевград, при посочване с цел попълване на полетата Град на аотиращия шаблон в специален панел автоматично се появяват стойностите на

⁹ Техническите метаданни не са обект на настоящия дисертационен труд, но са част от аотирането на обектите в цифровата библиотека „Виртуална енциклопедия на българската иконография”.

градовете в **Регион** Благоевград. Всички нововъведени стойности са достъпни за многократно ползване след първоначално тяхно добавяне (фигура 10).



Фигура 9: Част от шаблона за аотиране на иконографски обект

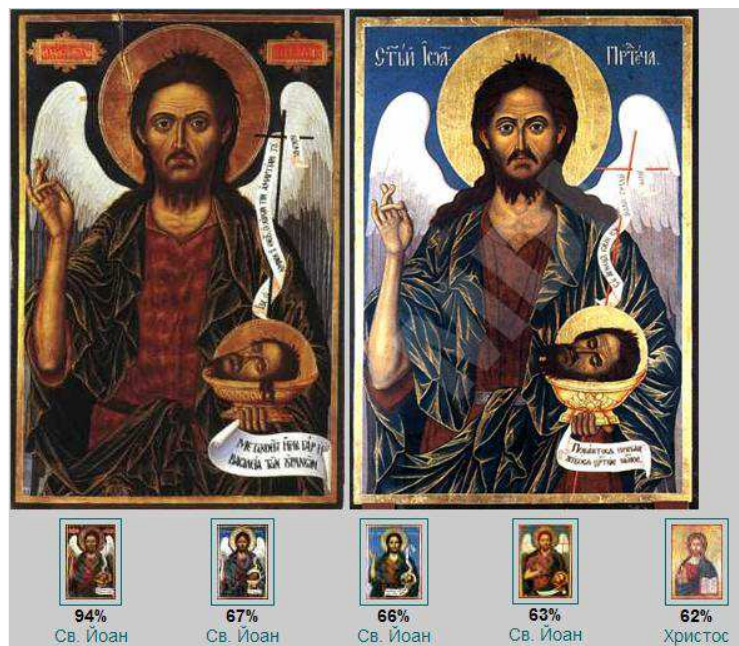


Фигура 10: Пример за автоматично показване на зависимости в шаблона за аотиране на иконографски обект

- Автоматично показване на броя на използване на стойност за дадено поле (виж фигура 10);
- Дървовидна структура на аотиращия шаблон. Само маркираните полета на дървото се разгръщат и позволяват попълване на метаданни (виж фигура 10);

- Възможност за добавяне на повече от една медия за метаописание с цел създаване на комплексни мултимедийни иконографски обекти;
- Многократно използване на вече създадена анотация за иконографски обекти; новият медиен обект замества стария, анотацията се запазва под ново име и новият иконографски обект се добавя в базата след функция за съхранение.
- Автоматично поставяне на водни знаци с цел защита на изображения и видео обекти;
- Автоматично оразмеряване на изображения и видео обекти;
- Автоматично разпознаване на файлови формати;
- Автоматично конвертиране на аудио, видео и текстови обекти във форма подходящ за Web-представяне;
- Речник на термините от областта¹⁰.

За да се предотврати повторно включване (дублиране) на медиен обект от тип изображение в библиотеката е осигурена услуга за проверка на подобие между ново и наличните в библиотеката изображения (фигура 11). За целта се използва алгоритъм за кеширане на изображенията с цел оптимизиране на тяхното сравняване [Pavlov et al., 2010].

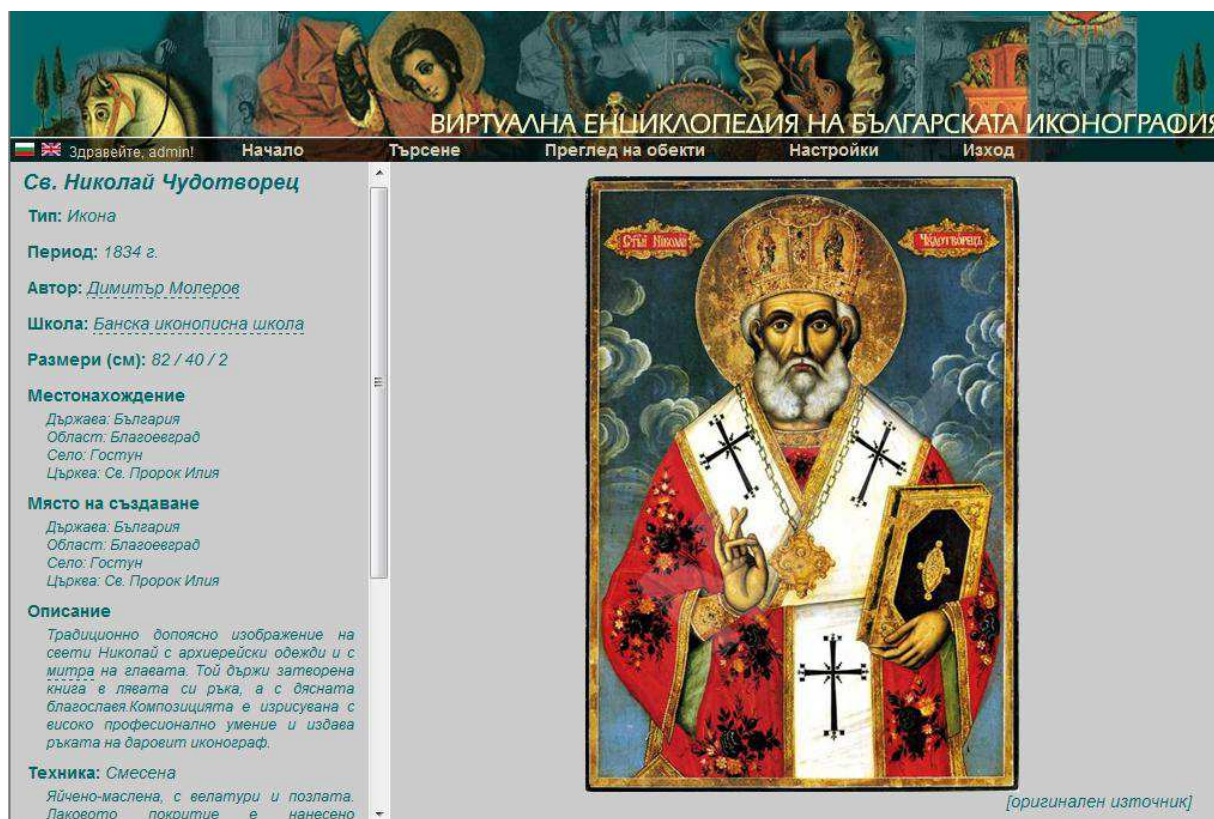


Фигура 11: Проверка на подобие между ново и наличните в библиотеката изображения

¹⁰ След съхраняване на даден иконографски обект в Медийното хранилище на библиотека специална машина го обхожда с цел търсене в анотациите му на специализирани термини от областта. При наличие на такива термини автоматично поставя хипервръзка към съответната им дефиниция (обяснение). В случай, че бъде въведен нов термин, неговото присъствие в анотациите за обектите се открива автоматично и се добавя хипервръзка към дефиницията му.

За разработката на услугата за представяне на съдържанието в мултимедийната цифрова библиотека „Виртуалната енциклопедия на Българската иконография” 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., 2010].

Визуализация на отделен иконографски обект в прозорец на браузър е осъществена в два панела: ляв и десен. Левият панел 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 (при оторизиран достъп). Фигура 12 изобразява изглед на отделен иконографски обект и неговото описание.

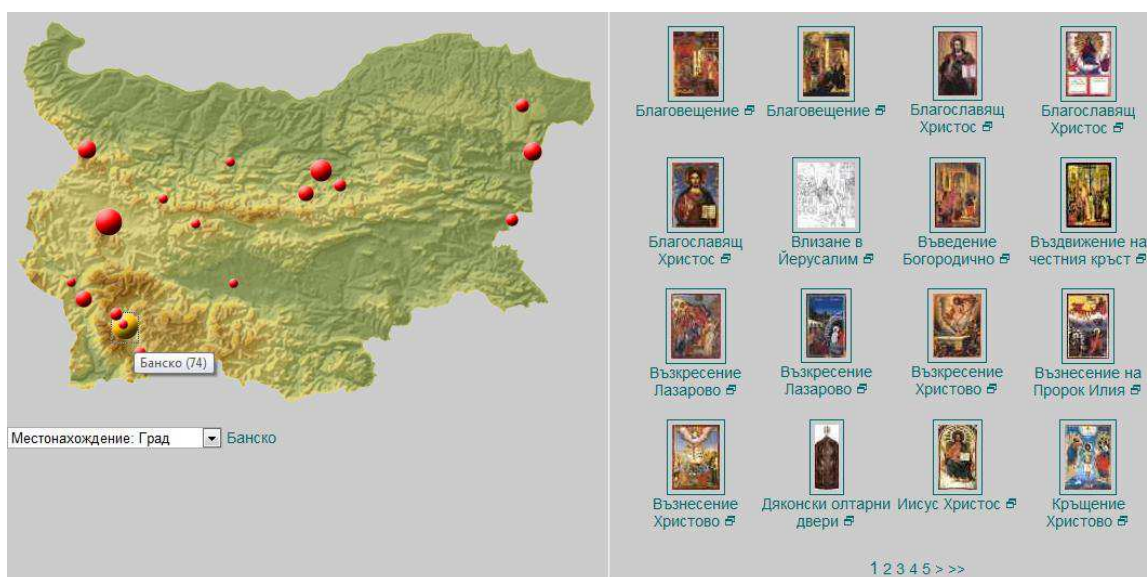


Фигура 12: Преглед на обект „Св. Николай Чудотворец” – Димитър Молеров, Банска иконописна школа

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 школите, 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.

При разработката на услугите за групиране на обекти в библиотеката като основни критерии за групиране бяха избрани класове от базовата онтологията на Българските иконографски обекти. 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 групираня са базирани на таксономия на иконографските сцени, персонажи и техните канонични типове, включена в от *Онтологията на Българските иконографски обекти*. За визуализацията на групираня по местонахождение и място на създаване на обекта е внедрена интерактивна карта за избор на обектите (Фигура 13).



Фигура 13: Интерактивна карта за избор на обектите по местонахождение и място на създаване в мултимедийната цифрова библиотека „Виртуална енциклопедия на Българската иконография”

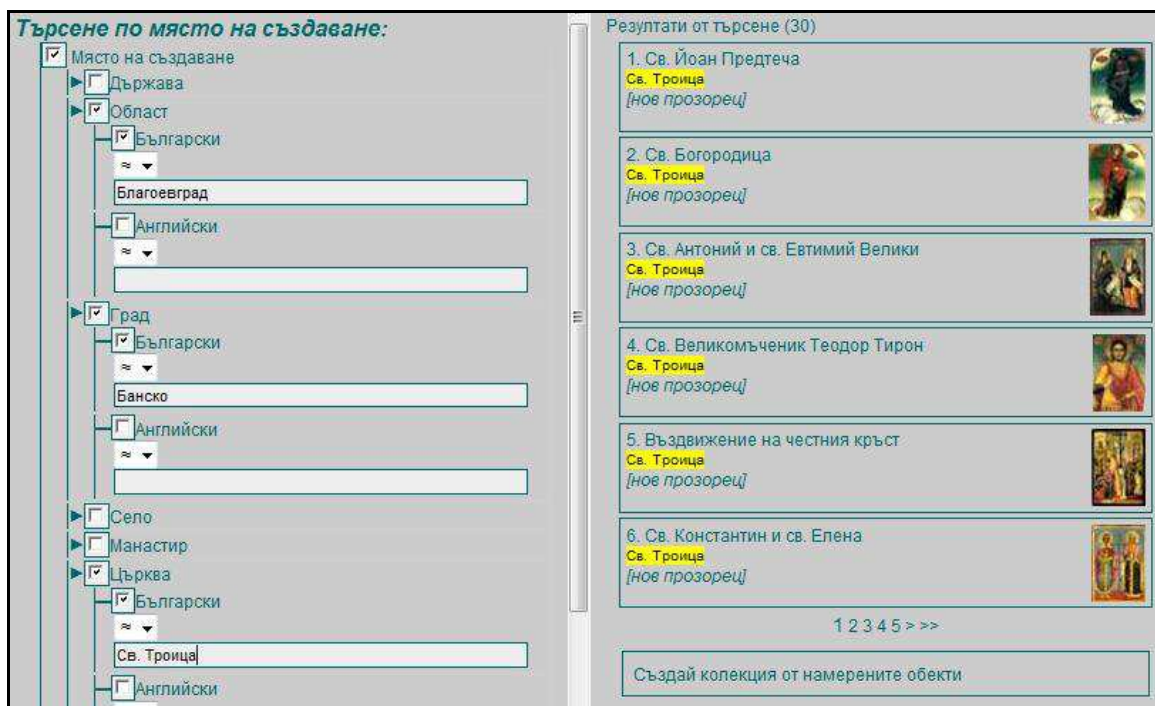
В допълнение всеки потребител може да създаде своя собствена колекция от подбрани обекти. Широк набор от възможности за търсене подпомагат процеса на създаване на такава колекция. Потребителят именува колекцията и включва кратко описание за нея при създаването ѝ, определя статуса ѝ: частна или споделена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

Мултимедийната цифрова библиотека „Виртуалната енциклопедия на Българската иконография” предоставя широк набор от услуги за търсене като търсене по ключови думи (еднокритериално) (фигура 14), разширено търсене (по ключови думи), семантично, контекстно-базирано търсене, комплексно търсене (фигура 15) и търсене с групиране на резултатите (фигура 16). Тяхната реализация се базира на различни по тип и сложност заявки към знаниената база 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:

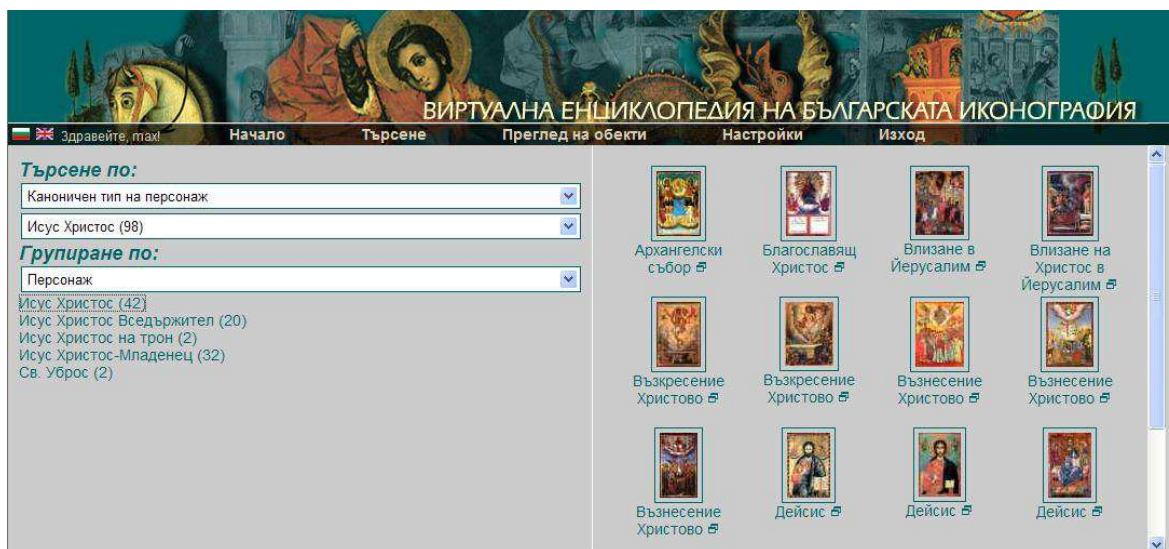
- Обектите имат стойност за характеристика c
- Обектите имат стойност $\neq v$ за характеристика c
- Обектите имат цифрова стойност $\geq, \leq, >, <, or = v$ за характеристика c
- Обектите имат характеристика c
- Обектите нямат характеристика c

The image shows a search interface with three overlapping panels. Each panel has a search input field and a list of results. The top panel is for 'Търсене по заглавие' with the search term 'Михаил' and 6 results. The middle panel is for 'Търсене по автор' with the search term 'Тома Вишанов-Молера' and 12 results. The bottom panel is for 'Търсене по школа' with the search term 'Банска' and 79 results. Each result entry includes a title, author, and a small thumbnail image. The bottom panel also features a pagination control and a button to 'Създай колекция от намерените обекти'.

Фигура 14: Примери за еднокритериално търсене



Фигура 15: Комплексно търсене



Фигура 16: Търсене с групиране на резултатите

Изводи: През последните години онтолозиите се превърнаха в „сребърния куршум” в областта на представяне и моделиране на знания. Мултимедийните цифрови библиотеки не могат да бъдат разработвани изолирано от тази тенденция, напротив, те трябва да се развиват, следвайки добрите практики на тази научна област.

Изграждането на онтологичен модел на знанието за предметната област „Българска иконография” е задача, която изисква формулиране на речника от понятия, релации между тях, валидни аксиоми, правила и факти в

областта. За онтологичното описание е необходимо да се изберат само концепции, съгласувани с утвърдените стандарти в областта, които да притежават лесно формулируеми и разбираеми индивиди. При изграждането на настоящия модел е взет под внимание фактът, че въпреки стриктната формализация на областта, съществуват спорни, нееднозначни понятия, връзки, тълкувания на правила и пр. Затова в процеса на експлоатация онтологичният модел ще продължи да се обновява и подобрява, за да заснеме най-точно знанието за конкретните си приложения.

4. Учебни приложения на онтологии за иконографската област

Реални учебни ситуации, базирани на използването на онтолозиите за иконографската област в проект СИНУС „Семантични технологии за Интернет-услуги и технологично поддържано обучение”

Онтолозиите на иконографската област (т.нар. базова и специализирани) могат да се използват в широка област на научните изследвания и за анализи в областта, като например: анализ на религиозния смисъл на даден иконографски образ – обект на проучване; изкуствоведски анализ на развитието на образи, иконографски обекти и сцени в различни иконографски школи във времето; проследяване на развитието и ползването на иконографски техники в различни иконографски школи и периоди от време – технологични анализи на иконографски обекти (проследявайки промени в базовия материал: грунд, лак, живописен слой и др.); установяване на текущото състояние, реставрационни намеси и манипулации; проучване на донорство, подписи, надписи, авторство, автентичност, собственост на даден обект, и т.н. [Павлов и др., 2011]

Понастоящем такива анализи с цел обучение се извършва с помощта на материали (иконаграфски обекти и информация) от мултимедийната цифрова библиотека "Виртуална енциклопедия на Българската иконография" чрез специален обучаващ слой, надграждащ библиотеката, който се разработва по проекта СИНУС. За целта през първия етап на проекта беше създаден специален учебен сценарий [Pavlova-Draganova et al., 2009] [Draganov et al., 2010] [Павлов и др., 2009], определящ функционалните спецификации на разработваната среда. Сценарият включва случаи на употреба (включени по-долу) според различни учебни анализи, изпълнявани от различни групи потребители. В сценария онтолозиите на иконографската област се използват за анотация, семантично индексирание и търсене на иконографски артефакти и знания, включени в библиотеката.

Приложение 4 включва пълната версия на специализирания учебен сценарий, разработен по проекта СИНУС.

Заглавие на учебната ситуация: Разработване на проект „Иконографският образ на Иисус Христос по българските земи“

Учебна област: Българската иконография в Източноправославната култура и изкуство

Първичен източник на цифрови ресурси за целевата учебна област: мултимедийната цифрова библиотека "Виртуална енциклопедия на Българската иконография"

Потребители: разработчици на различни видове ресурси чрез платформата СИНУС и ползватели на учебни семантични ресурси

Обща постановка: Професор Иванов е преподавател в Националната художествена академия и провежда спецкурс по иконография за студенти от различни курсове и специалности *Стенопис, Изкуствознание и Консервация и реставрация* от Националната художествена академия и за студенти от Богословския факултет на Софийския университет. На всички участници в спецкурса той поставя задачата да работят колективно по проект „Иконографският образ на Иисус Христос по българските земи“, в рамките на който трябва да бъдат направени:

1. анализ на богословското значение на иконографския образ на Иисус Христос;
2. изкуствоведски анализ на развитието във времето на иконографския образ на Иисус Христос в различните иконографски школи по българските земи;
3. проследяване на основните иконографски техники, използвани при изобразяването на Иисус Христос в иконографските образци по българските земи;
4. изработка на икона на Иисус Христос или на част от стенопис на Господен празник.

Така зададеният проект предполага тематично разпределение на задачите и работата на студентите в няколко екипа според интересите им:

- богословски екип;
- изкуствоведски екип;
- реставрационен екип;
- художествен екип.

Предварителна подготовка: За да бъде реализирана учебната цел – разработване на зададения проект, е необходимо професор Иванов и неговия екип да подготвят и осигурят достъп на студентите до допълнителни учебни семантични ресурси от областта на Източноправославното християнско изкуство и Българската иконография. За да дадат възможност за комплексно семантично-базирано търсене на тези обекти, професорът и екипът му трябва да осигурят описание на семантиката им според спецификациите и утвърдената терминология на областта.

Версия 1 на учебната ситуация

Потребители: разработчици на различни видове ресурси чрез платформата СИНУС и ползватели на учебни семантични ресурси

Експлоатационен етап 1: Създаване на учебни семантични ресурси

Потребители: Автори на семантични цифрови ресурси, автори на учебни семантични ресурси

Описание на експлоатационен етап 1: Чрез предоставените от платформата СИНУС услуги екипът от автори на семантични цифрови ресурси (екип 1) на професор Иванов има достъп до мултимедийната цифрова библиотека „Виртуална енциклопедия на Българската иконография”, от която подбира широк набор от първично анотирани цифрови ресурси – цифрови съответствия на икони и иконографски обекти от различни школи, автори, периоди, иконописна техника и др. Следваща стъпка на екип 1 е описание на семантиката (семантично анотиране) на избраните обекти чрез използване на вече разработена предметна онтология на учебната област, *Онтология на Българските иконографски обекти* и предоставените в нея анотирани шаблони. Семантичните анотации на ресурсите се съхраняват в хранилище.

Следваща стъпка на експлоатационен етап 1 е създаване на учебни семантични ресурси, която се реализира от екип от автори на такива ресурси (екип 2). Този екип има достъп до хранилището на семантичните анотации и използва осигурения достъп до ресурсите за преглед на съдържанието, визуализация на избрания ресурс, добавяне, изтриване и обновяване на ресурс. За всеки избран обект авторите на учебни семантични ресурси добавят анотация според стандарта LOM, описващ учебното съдържание и ситуация/и, които ще се използва в контекста на проекта СИНУС.

Експлоатационен етап 2: Създаване на семантични ресурси

Потребители: Автори на семантични ресурси

Описание на експлоатационен етап 2: Семантичният ресурс, който екипът на професор Иванов ще създаде чрез средата, е онтология на целевата предметна област – *Онтология на Българските иконографски обекти*, формално описана на онтологичен език чрез средства на платформата СИНУС.

Експлоатационен етап 3: Откриване на подходящи учебни семантични ресурси

Потребители: Ползватели на учебни семантични ресурси

Описание на експлоатационен етап 3: В рамките на зададения проект професор Иванов, подпомаган от своите колеги – автори на учебни семантични ресурси, поставя следните задачи на различните работни екипи, формирани от студентите в спецкурса:

1. да направят анализ на богословското значение на иконографския образ на Иисус Христос (богословски екип);
2. да направят изкуствоведски анализ на развитието във времето на иконографския образ на Иисус Христос в различните иконографски школи българските земи (изкуствоведски екип);
3. да проследят основните иконографски техники, използвани при изобразяването на Иисус Христос в иконографските образци по българските земи (реставрационен екип);
4. да изработят икона на Иисус Христос или част от стенопис на Господски празник (художествен екип).

За да подготвят анализи си, участниците в екипите осъществяват различни конкретни задачи, например:

Примерна задача на изкуствоведския екип: Да се направи изкуствоведски анализ на развитието във времето на иконографския образ (персонаж) на Иисус Христос в различните иконографски школи по българските земи.

Стъпки:

1. Да се изберат минимум 6 иконографски обекта, съдържащи образа (персонажа) на Иисус Христос в еднофигурна композиция (забележка: правилният избор би бил иконографски обекти с

персонаж, който е или Иисус Христос Вседържител, или Благославящ Христос, или Иисус Христос на трон, или Св. Уброс, и др.).

2. Да се подредят иконографските обекти в групи по иконописна школа.
3. Ако в група на иконописна школа има обекти от бележит автор или основател на школата, те трябва да се поставят на предни места в списъка. Сред обектите, определени за изкуствоведски анализ, трябва да присъства поне един обект от бележит автор/основател на школа, ако има такъв.
4. Иконографските обекти, определени за изкуствоведски анализ, да са в добро състояние в настоящия момент.
5. В иконографските обекти, определени за изкуствоведски анализ, да се включи поне 1 иконографски обект – примитив и поне 1 възрожденски иконографски обект.
6. При писането на изкуствоведския анализ да се съпоставят избраните образци (икконографски обекти) като се сравняват одеждите, жестовете, пропорциите на персонажа, символите, фоновете и присъствието на друг/и елемент/и при иконописването на образа на Иисус Христос. В избраното множество от образци да се търсят вариации, поява или липса на компоненти (предмети, символи, персонажи и др.), промяна на фон, одежди и др.

Забележка: Изкуствоведският анализ да се представи в текстов вид с демонстрационни образци (икконографски обекти), поставени преди и/или след свързаните с тях обяснителни текстове.

Анализ:

<i>Задача:</i>		
<i>Първа примерна задача на изкуствоведския екип:</i> Да се направи изкуствоведски анализ на развитието във времето на иконографския образ (персонаж) на Иисус Христос в различните иконографски школи по българските земи.		
<i>Стъпки:</i>	<i>Нови понятия:</i>	<i>Бележки:</i>
Да се изберат минимум 6 иконографски обекта, съдържащи образа (персонажа) Иисус Христос в еднофигурна композиция	Еднофигурна композиция – ново понятие, което е включено в специализирана онтология на композиция, представена върху иконографски обект.	В библиотеката няма брояч за минимален брой иконографски обекти
Да се подредят иконографските обекти в групи по иконописна школа		В библиотеката има панел, в който всички иконографски обекти в библиотеката са показани в групи по иконописна школа

<p>Ако в група на иконописна школа има обекти от бележит автор или основател на школата да се поставят на предни места в списъка. Сред обектите, определени за изкуствоведски анализ, да присъства поне един от бележит автор/основател на школата, ако има такъв.</p>	<p>Бележит автор, основател на иконописна школа – нови понятия, ще се включи в специализирана онтология на автора на иконографски обект.</p>	<p>В библиотеката подреждането на открити при търсене иконографски обекти е по азбучен ред на заглавието на обекта. Ограничението <i>поне един</i> не е заложено в библиотеката.</p>
<p>Иконографските обекти, определени за изкуствоведски анализ, да са в добро състояние в настоящия момент.</p>	<p>Текущо състояние на иконографски обект – ново понятие, което се включва в специализирана онтология на текущо състояние на иконографски обект.</p>	<p>В библиотеката информацията за текущото състояние на иконографския обект се намира в панел „Състояние, реставрационни намеси и коментари”.</p>
<p>В иконографските обекти, определени за изкуствоведски анализ, да се включи поне 1 иконографски обект – примитив и поне 1 възрожденски иконографски обект.</p>	<p>Иконографски обект – примитив, възрожденски иконографски обект – нови понятия, които се включат в базовата онтология на Българските иконографски обекти.</p>	<p>Ограничението <i>поне един</i> не е заложено в библиотеката.</p>
<p>При писането на изкуствоведския анализ да се съпоставят избраните образци (иконаграфски обекти) като се сравняват одеждите, жестовете, пропорциите на персонажа, символите, фоновете и присъствието на друг/и елемент/и при иконописването на образа на Исус Христос. В подбраното множество от образци да се търсят вариации, поява или липса на компоненти (предмети, символи, персонажи и др.), промяна на фон, одежди и др.</p>	<p>Облекло и жест на персонаж, предмет, символ, фон, други елементи – нови понятия, които ще се включат в базовата онтология на Българските иконографски обекти и в разработените специализирани онтологии за облекло на персонаж, жестове, символи и пр.</p>	<p>В библиотеката в панел „Описание на обекта” е включена подробна информация за облекло, изобразен/и жест/ове, изобразен/и предмет/и, изобразен/и символ/и, фон, друг/и елемент/и, персонаж, изобразен на иконографски обект.</p>

Таблица 5: Анализ на примерна учебна задача на изкуствоведския екип

В представената *примерна задача на изкуствоведския екип* основната учебна цел е да се направи конкретен анализ върху избраната област – иконография [Pavlova-Draganova et al., 2011]. Подзадачите (1-6) демонстрират стъпките (подцелите), които е необходимо да се изпълнят за осъществяването на анализа. Тези стъпки могат да се представят като формула, комбинираща глагол от таксономията на Блум [Bloom et al., 1956] с термин от базовата онтология на Българските иконографски обекти. На платформата на СИНУС **обучаемият** „ще осъществи” действието на глагола на Блум върху понятие от онтологията [Pancheva-Marinova et al., 2012]. Например, на първата стъпка **обучаемият избира иконографски обекти**, представящи иконаграфски персонаж=Иисус Христос в тип композиция=еднофигурна. В стъпка 2 **обучаемият класифицира** (т.е. *подрежда иконографските обекти в групи*) иконаграфските обекти според иконописна им школа. Проследявайки останалите подзадачи, ясно се вижда мястото на таксономичните термини от разработваните онтологии за иконографската област, необходими за нуждите на учебни анализи. В сценария са представени подобни задачи за *реставрационния екип* и *богословския екип*.

Дисертационният труд включва детайлно представяне на *втората примерна задача на изкуствоведския екип*, *примерната задача на богословския екип* и *разширено описание на версия 2 на учебната ситуация*.

Разработка на учебен сценарий и учебно съдържание за повсеместно обучение по Българска иконография в проекта ЛОГОС „Знания по поискване за повсеместно обучение”

Проектът ЛОГОС „Знания по поискване за повсеместно обучение” е иновативна разработка на основни компоненти на учебния процес – ресурси, услуги, комуникационни пространства. В проекта се цели постигане на нова функционалност за интеграция на различни комуникационни пространства (Уеб, цифрова телевизия и мобилни технологии) с учебна цел, поддържайки междупростраствена преносимост на учебно съдържание. Новата среда за управление на електронно повсеместно обучение на ЛОГОС е ориентирана към подобряване и разширение на учебни сервиси с изцяло нов поглед върху учебния процес, представен в специални учебни сценарии. Използването на аотирано и адекватно структурирано знание от цифрови архиви, базова идея на ЛОГОС проекта, позволява на преподавателите и авторите на учебно съдържание да участват в разработване на отворено за достъп съдържание с масиви от динамично увеличаващи се учебни ресурси.

В проекта екипи от осем страни очертах сценарии за бъдещо използване на средата на ЛОГОС, проследявайки различни групи потребители, контекст и тематика. Сценариите се използват за

изграждането на дизайна и функционалността на средата, за нейното целево и разширено използване. Тези сценарии целят всеобщо еднозначно разбиране от страна на дизайнерите, разработчиците, потребителите и мениджърите на целта и начините за използване в практиката на системата [Pemberton et al., 2007]. Многообразието на сценариите очертава възможно най-широко целеви групи потребители и различните модели на взаимодействието им с услугите, предоставяни от платформата на ЛОГОС.

В Института по математика и информатика на БАН се изгради сценарий, целящ да предостави достъп по поискване до учебни ресурси по Източноправославна култура и изкуство. Той бе създаден да обхване голям брой учебни ситуации с използване на различни комуникационни канали, широк набор от потребители, свързани пряко или непряко с формален учебен процес. Сценарият е разработен в няколко варианта и е специфициран по следните характеристики: учебен контекст, област на приложение, учебна ситуация, свързаност с учебна програма, учебни характеристики (в т.ч. поддръжка, място, време, използвани устройства, профил на потребителя – години, роля, мотивация и др.), планирани учебни дейности, типове достъпни материали, специфични цели, учебен подход, интерактивни функции, необходими и използвани от обучаемия, и др. [Pavlov et al., 2007b] [Pavlova-Draganova et al., 2010b].

При изграждането на сценария са взети под внимание основни слабости в обучението в областта на иконографското изкуство, а именно:

- Основен източник на визуализиращи ресурси за областта се намират в манастири и църкви, които често са трудно достъпни или скриват ценни иконографски обекти във вътрешни хранилища без отворен достъп.
- При обучението по иконография е необходимо изучаването отблизо и в детайли на обектите, което е рядко осъществимо.
- Необходимо е да се достъпва бързо информация за интересни детайли (стил, значение на символ, авторство, ктиторство и други), изложена и вече изследвана от други изследователи на областта.
- Необходимо е поставяне в контекст на големи колекции от подобни артефакти, представящи специфична иконописна школа, като по този начин се засили и постави акцент на тяхната значимост и ценност.

За имплементиране на сценария бе използвано съдържание и обекти от цифровата библиотека „Иконографска енциклопедия на Българската иконография”, датираща от 2004 [Pavlov et al., 2006][Павлов и др., 2006][Pavlova-Draganova et al., 2007b], популяризираща в широк план иконографското изкуство. Проектът ЛОГОС дава нов прочит на иконографското познание чрез посеместно достигане до знанието и учене през Уеб, iTV и мобилни устройства [Pанева et al., 2005].

5. Приноси на дисертационния труд

Научните и научно-приложните приноси на дисертационния труд са следните:

- Разработен е онтологичен модел за семантично-ориентирано представяне на знанието за избрани области от Българското иконографско изкуство като е описана в детайли семантиката на предметната област: Изградени са: *Онтология на Българските иконографски обекти* (базова онтология) и *допълнителни специализирани онтологии за композиция, иконописна школа, автор на иконографски обект, иконографски род, иконографски персонаж, иконографска сцена, памет, църковен празник, облеклото на иконографски персонаж, иконографска техника за създаване на иконографски обект, основа, позлата, лаково покритие, обков и текущо състояние*. Представено е свързване на класове от базовата онтология (*Онтологията на Българските иконографски обекти*) с класове от специализираните онтологии на ниво „Идентификация”, ниво „Описание” и ниво „Технология” чрез голям брой правила и факти. Онтологичният модел е реализиран чрез подхода и средствата на технологията Семантичен уеб и е интегриран в мултимедийната цифрова библиотека „Виртуална енциклопедия на Българската иконография”.
- Създадени са функционални модули за семантично аотиране, индексирание и контекстно-базирано търсене на цифрови иконографски обекти в мултимедийната цифрова библиотека „Виртуална енциклопедия на Българската иконография”. Услугите са базирани на онтологичния модел за семантично-ориентирано представяне на знанието за Българското иконографско изкуство и са съобразени със спецификата и особеностите на обектите.
- Разработени са методологически подходи и техники за достъп до знания в цифрови библиотеки за използване на съдържанието им за учебни приложения. Конкретизирани са познавателни цели и задачи за задоволяване на нужди от знания за Българската иконография на обучаемия. В допълнение са представени реални учебни ситуации, внедрени по проект СИНУС „Семантични технологии за Интернет-услуги и технологично поддържано обучение”, както и учебен сценарий за повсеместно обучение по Българска иконография, реализиран по международен научно-изследователски проект ЛОГОС „Знания по поискване за повсеместно обучение”.

Получените в процеса на работата резултати показват, че проведеното изследване може да бъде развито и разширено в следните аспекти:

- *Теоретичен* – разширение на създаденото семантично-ориентирано представяне на иконографското изкуство със знания за църкви, манастири, стенописи, иконостаси, мозайки, църковна утвар, етнографски обекти, използвани за идолопоклонничество и други артефакти, свързани с Източноправославното изкуство. По този начин ще се осигури компютърно-обработваема база, чрез която да могат да се правят интердисциплинарни изследвания за Източноправославното изкуство и култура.
- *Приложен* – внедряване и експериментирание с предложените семантични структури и услуги в други области като: автоматично разпознаване на иконографски персонажи и сцени, цялостен анализ на съдържанието на иконографски обект, анализ на технологията при създаване на иконографския обект, съпоставяне на иконографски течения и школи, интерпретации в изобразяването на персонажи и сцени, идентифициране, съхраняване и цифрово реставриране на икони в риск, персонализирано създаване на съдържание за иконографската област за различни групи потребители (с различен профил, нужди, цели) и др.

Апробация

Част от резултатите, получени в дисертационния труд, са публикувани в международните списания “Serdica Journal of Computing” (2011 и 2010) и “Information Technologies&Knowledge” (2009, 2008 и 2007) 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), „Създаване на сценарий за експлоатация” и Реализация на специализирани онтологии за учебната област (договор № Д-002-189 с фонд „Научни изследвания”, 2009 и 2011). Постигнати резултати още са докладвани на международни конференции по проектите LOGOS, HUBUSKA и CHIRON: “New Technology Platforms for Learning – Revisited” (Будапеща, Унгария, 2009), “Cross-Media and Personalized Learning Applications on top of Digital Libraries” (Будапеща, Унгария, 2007), „Generic Issues of Knowledge Technologies” (Будапеща, Унгария, 2005), „Semantic Web and Knowledge Technologies Applications” (Варна, България, 2006), „Knowledge Technologies and Applications” (Кошице, Словакия, 2007) и на конференциите: Международна конференция „Компютърни системи и технологии” (“Computer Systems and

Technologies”) – ComSysTech’12 (Русе, България, 2012) и ComSysTech’13 (Русе, България, 2013), Международна конференция “Цифрово представяне и опазване на културно и научно наследство” („Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage”) – DiPP2012 (Велико Търново, България, 2012), Трета международна конференция посветена на цифровото наследство (3rd International Conference dedicated on Digital Heritage) – EuroMed 2010 (Лимасол, Кипър, 2010), Международна конференция “Електронно обучение и общество на знанието” (International Conference on e-Learning and the Knowledge Society) (Рига, Латвия, 2010), Четиринадесета международна конференция по виртуални системи и мултимедия (14th International Conference on Virtual Systems and Multimedia) (Лимасол, Кипър, 2008), Международна конференция „Изследване на информацията и приложения” („Information Research & Applications”) (Варна, България, 2007 и 2010), 12th EuroLogo conference (Париж, Франция, 2010), Международна конференция „e-Learning and the Knowledge Society” – E-Learning’11 (Букурещ, Румъния, 2011), Юбилейна международна конференция на секция математическа лингвистика към ИМИ–БАН (София, България, 2007) и др.

Резултатите, получени в изследването, са използвани в 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 ИМИ–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";
- Международен проект по шеста рамкова програма – LOGOS „Знание по поискване за повсеместно обучение” с партньори от България, Гърция, Франция, Италия, Унгария, Словакия и др.;
- Международен проект по шеста рамкова програма – HUBUSKA „Мрежови дейности на центрове за изследвания по технологията за обработка на знания и нейните приложения” по договор № INCO-CT-20030003401 с партньори от България, Австрия, Словакия и Унгария;
- Международен проект по програма Leonardo da Vinci – CHIRON „Иновационни технологии и решения за повсеместно електронно обучение” по договор № FR/04/C/F/RF-81103 с партньори от България, Гърция, Италия, Унгария, Франция и Швеция.

Четиринадесет от публикациите на автора по тема на дисертационния труд са цитирани 53 пъти (без автоцитирания).

Литература

Научни публикации на автора по темата на дисертационния труд

1. Luchev, D., Paneva-Marinova, D., Pavlova-Draganova, L., Pavlov, R. (2013). New Digital Fashion World, In the Proceedings of the International Conference on Computer Systems and Technologies ComSysTech'13, Ruse, Bulgaria, 28-29 June, 2013 (in print).
2. Pavlova-Draganova, L., Luchev, D., Goynov, M. (2012). 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.
3. Pavlova-Draganova, L., D. Paneva-Marinova, R. Pavlov (2011). Ontological Presentation of East-Christian Iconographical Art Domain, International Journal "Serdica Journal of Computing", Vol.2, 2011, pp. 101-114, ISSN: 1312-6555.
4. Pavlova-Draganova, L., D. Paneva-Marinova, R. Pavlov, M. Goynov (2010). 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.
5. Draganov, L., D. Paneva-Marinova, L. Pavlova-Draganova, R. Pavlov (2010). Use Case for Creative Learning-by-Authoring, In the Proceedings of the International Conference on e-Learning and the Knowledge Society, 25-27 August, 2010, Riga, Latvia, pp. 191-196, ISBN: 978-9984-30-181-5.
6. Paneva-Marinova, D., R. Pavlov, M. Goynov, L. Pavlova-Draganova, L. Draganov (2010). 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, ISBN: 978-954-16-044-3.
7. Pavlov, R., D. Paneva-Marinova, M. Goynov, L. Pavlova-Draganova (2010). 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.
8. Pavlova-Draganova, L., D. Paneva-Marinova, L. Draganov (2009). A Use Case Scenario for Technology-Enhanced Learning through Semantic Web Services, International Journal „Information Technologies & Knowledge", vol. 3, Number 3, 2009, pp. 257-268, ISSN: ISSN 1313-0455.
9. Paneva-Marinova D., L. Pavlova-Draganova, L. Draganov, R. Pavlov, M. Sendova (2009). 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, ISBN: 978 954 91700 3 0.
10. Paneva-Marinova, D., R. Pavlov, L. Pavlova-Draganova (2011). Educational Application of top of Digital Library for Cultural Heritage, In the Proceedings of the International Conference on e-Learning and the Knowledge Society (E-Learning'11), 26 August, 2011, Bucharest, Romania, pp. 219-224, ISBN: 978-606-505-459-2.
11. Paneva-Marinova, D., L. Pavlova-Draganova, R. Pavlov, M. Sendova (2008). Cross-media and Ubiquitous Learning Applications on Top of Iconographic Digital Library. In the Proceedings of the 14th International Conference on Virtual Systems and

- Multimedia, Limassol, Cyprus, 20-25 October 2008, pp. 367-371, ISBN: 978-963-9911-00-0.
12. Staykova, K., D. Dochev, D. Paneva, L. Pavlova-Draganova, V. Saraydarova (2007). Development of Domain Ontology, Targeted at the Creation of Learning Materials From Digital Archives, In the Proceedings of the LOGOS Open Workshop “Cross-Media and Personalized Learning Applications on top of Digital Libraries” (LADL 2007) in conj. with the 11th European Conference on Research and Advanced Technology for Digital Libraries (ECDL 2007), 16-21 September, Budapest, Hungary, pp. 91-100.
 13. Paneva D., L. Pavlova-Draganova, L. Draganov (2005). Digital Libraries for Presentation and Preservation of East-Christian Heritage, In the Proceedings of the HUBUSKA Second Open Workshop “Generic Issues of Knowledge Technologies”, 14 September, 2005, Budapest, Hungary, pp. 75-83, ISBN: 954 91700 2 0.
 14. Pavlov R., D. Paneva, L. Pavlova-Draganova, L. Draganov (2007). Ubiquitous Learning Applications on top of Iconographic Digital Library, In the Proceedings of the Jubilee International Conference on Mathematical and Computational Linguistics "30 years Department of Mathematical Linguistics", 6 July, 2007, Sofia, Bulgaria, pp.107-118, ISBN: 978 954 8986 28 1.
 15. Pavlova-Draganova, L., D. Paneva, L. Draganov (2007), Knowledge Technologies for Description of the Semantics of the Bulgarian Iconographical Artefacts, In the Proceedings of the Fifth HUBUSKA Open Workshop "Knowledge Technologies and Applications", 31 May - 1 June, 2007, Kosice, Slovakia, pp. 41-46, ISBN: 978 80 969148 8 3.
 16. Pavlova-Draganova, L., V. Georgiev, L. Draganov (2007), Virtual Encyclopaedia of Bulgarian Iconography, “Information Technologies&Knowledge”, vol.1, №3, pp. 267-271, ISSN 1313-0455.
 17. Pavlov R., L. Pavlova-Draganova, L. Draganov, D. Paneva (2006), e-Presentation of East-Christian Icon Art, In the Proceedings of the Fourth HUBUSKA Open Workshop “Semantic Web and Knowledge Technologies Applications”, Varna, Bulgaria, 12 September, 2006, pp. 42-48, ISBN:978 954 8986 23 6.

Други цитирания

[Bloom et al., 1956] Bloom, B., D. Krathwohl, editors. Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals: Handbook I. Cognitive Domain, Longman, New York, 1956.

[Fensel, 2004] Fensel, D., Ontologies: A Selve Bullet for Knowledge Management and Electronic Commerce, Second edition, 2004.

[Gill et al., 2000] Gill, T., A. Gilliland, M. Woodley, Introduction to Metadata: Setting the Stage, Patways to Digital Information, Getty Information Institute, 2000, Available at: <http://www.getty.edu/research/institute/standards/intrometadata/> (достъпен през януари, 2013)

[Goynov et al., 2011] Goynov, M., D. Paneva-Marinova, M. Dimitrova (2011), 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.

[Paneva-Marinova et al., 2011a] Paneva-Marinova, D., R. Pavlov, M. Goynov (2011), 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., R. Pavlov (2011), Educational Application of top of Digital Library for Cultural Heritage, In the Proceedings of the International Conference on e-Learning and the Knowledge Society (E-Learning’11), 26 August, 2011, Bucharest, Romania, pp. 219-224, ISBN: 978-606-505-459-2

[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., 2007b] Pavlov, R., D. Paneva (2007). Toward Ubiquitous Learning Application of Digital Libraries with Multimedia Content In Cybernetics and Information Technologies, vol. 6, № 3, pp. 51-62.

[Pavlov et al., 2011] Pavlov, R., D. Paneva-Marinova (2011), 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.

[Pemberton et al., 2007] Pemberton, L., S. Faliahkhair, R. Grifits, M. Kanerva, G. Feher (2007). Combining Learning Affordances in Cross Platform Learning Environments In the Proceedings of the EDEN 2007 Annual Conference, Naples (pp. 13-14).

[Rangochev et al., 2012] Rangochev, K., Dimitrova, M., Paneva-Marinova, D. (2012), 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.

[Schreiber et al., 2000] Schreiber, G., H. Akkermans, A. Anjewierden, R. De Hoog, N. Shadbolt, W. Van De Velde, B. Wielinga, Knowledge Engineering and Management - The CommonKADS Methodology, MIT Press, 2000.

[Tzouveli et al., 2008] Tzouveli, R., Simou, N., Stamou, G., Kollias, S., Kalomoirakis, D., Foukareli, G., Fyssas, N. (2008), Sacred Figure Recognition based on Byzantine Iconography Knowledge. Digital Heritage in New Knowledge Environment: shared spaces & open paths to cultural content, Hellenic Ministry of Culture, Athens.

[Tzouveli et al., 2009] Tzouveli, R., Simou, N., Stamou, G., Kollias, S. (2009), Semantic Classification of Byzantine Icons. IEEE Intelligent Systems, 24 (2009), No 2, 35–43.

[Павлов и др., 2003] Павлов, Р., Д. Дочев, Нови информационни технологии и интерактивни среди за професионално и продължаващо обучение (Аналитично изследване), Държавна агенция за информационни технологии и съобщения, 2003, стр.1-100.