

Институт по математика и информатика,
Българска академия на науките

Подходи и методи за създаване, съхранение,
представяне и защита на цифрови ресурси от
областта на културно-историческото наследство чрез
технологии, основани на знания

ДИ С Е Р Т А Ц И Я

на Николай Генчев Ноев

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

Научен ръководител:

доц. д-р Галина Богданова

Рецензенти:

София, 2015

Съдържание

Съдържание	2
Увод	4
Глава 1. Обща постановка на задачата	15
1.1 Обект, предмет, цел и задачи на изследването	16
Глава 2. Технологии, подходи и средства, за създаване, представяне и защита на цифрови ресурси от областта на културно-историческото наследство	20
2.1 Специфика на обекти от културно-историческото наследство (област камбаноология)..	20
2.2 Специфични особености при създаване на цифрови ресурси за обект камбана. Процес на цифровизация, мета-описание, модели, цифрови формати и стандарти на цифрови обекти. Подходи за създаване цифрови триизмерни модели	26
2.3 Подходи за защита на цифрови медийни ресурси.....	41
2.4 Средства и системи за съхранение и представяне на обекти и знания от културно-историческото наследство	49
Глава 3. Семантично ориентирана архитектура, представяща знанието за обекти от областта на камбанологията.....	64
3.1 Семантично-ориентирано представяне на знания за обекти от културното наследство. 65	
3.1.1 Средства за семантично-ориентирано представяне на знания. Семантичен уеб.....	65
3.1.2 Подходи за използване на онтологии и онтологични метаданни за реализация на семантични описания на цифрови обекти камбана.....	77
3.2 Формализация на семантиката на обекти от областта на камбанологията.....	80
3.3 Знания за предметната област	81
3.3.1 Ниво на знание за предметната област, приведено към Онтология на реалния свят.....	81
3.3.2 Онтология за обект камбана.....	83
3.3.3 Допълнителни специализирани онтологични структури	90
Онтология на историческите събития, свързани с предметната област.....	90
Онтология на религиозни и светски сюжети, изобразени на камбанни обекти	92
Онтология на камбанолелярството	94
Терминологичен речник (таксономия) в областта на камбанологията	96
3.4 Връзка на базовата онтология за обект „камбана” със специализираните онтологии.....	97
3.5 Изграждане на онтологичните структури за предметната област	103
3.5.1 Основни изисквания към онтологичните модели на знанието за обектите	103
3.5.2 Основни етапи на изграждане на онтологичните модели на знанието за камбани	104
3.5.3 Реализация на онтологиите в областта на камбанологията	105
3.5.4 Връзки на онтологиите за обект камбана с други бази от знания.....	112
3.6 Особенности при защитата на семантичните описания на обектите от област камбанология	114
XML криптиране. Криптиране на RDF граф	117

Модел за защита на семантични описания на обекти от област камбанология	119
Глава 4. Реализация на семантично-базирано представяне знания за цифрови ресурси от областта на камбанологията, тяхното създаване, съхранение и защита	126
4.1 Създаване на цифров ресурс.....	126
4.2 Организиране на цифрово хранилище за обекти от тип „камбана”	135
4.3 Изграждане на онлайн платформа за представяне на цифрови ресурси и семантично описани обекти от предметната област. Функционалност, внедрена в тази среда, базирана на моделите за знание	146
Глава 5. Приноси на дисертационния труд	161
Списък на таблиците.....	169
Списък на фигурите	170
Списък на съкращенията	172
Литература	173
Списък на авторските публикации по темата на дисертацията.....	181
Списък на цитирания	183
Списък на докладвани резултати.....	184
Декларация за оригиналност на резултатите.....	186
Приложение 1. Паспорт на обект камбана.....	187
Приложение 2. Формално представяне на онтология за камбани	192
Приложение 3. Програмен код на криптирани, електронно подписани семантични анотации на обекти камбана с цел защита.....	208
Приложение 4. Създаване на цифрови триизмерни модели на обемни артефакти	211

Увод

Съвременните цифрови технологии изцяло промениха начина на общуване, предаване, съхранение и представяне на знания, значението на понятия като разстояние, време, общуване, история, култура, забавление и много други, които са определящи за обществото, местно и глобално. Развитието на тези технологии позволи нови начини за запазване, поддържане, представяне и разпространение на богатото културно и историческо наследство. Знанието и артефактите от това богато наследство, преобразувани цифрово, предоставят огромен ресурс за представяне, обработване, анализ, разпространение, съхранение и реклама, като позволяват многократно увеличение на потребителите с достъп до това съдържание, независимо от времето и мястото. Съвременните технологични решения като среди за управление на цифрово съдържание, цифрови библиотеки, мултимедийни хранилища и световната мрежа Интернет, осигуриха тези възможности. Мултимедийните хранилища целят запазване, съхранение, опазване и бърз достъп на цифрово съдържание. Цифровите библиотеки целят управление и предоставяне на голямо разнообразие от информационни ресурси в хипертекстово-организираните структури. Техните ресурси се индексират и семантично аотират за да пресъздадат цифрово знанието по съдържание и форма. Мултимедийните хранилища и цифровите библиотеки се характеризират с гъвкавост и децентрализираност като информационните им ресурси се достигат максимално бързо и лесно. Поддържат се специализирани функционалности и услуги и се внедряват механизми за автоматична обработка и обновяване, позволяващи ползване на ресурсите с различни цели и приложения, а достъпът до тях най-често се осъществява пряко или чрез уеб-базирани портали.

Съхраняването на знанията за ценните за нашата култура камбани е научно предизвикателство. За своето време всяка камбана, освен че е била произведение на изкуството, е представлявала и високотехнологичен обект. Някои от тайните на старите майстори още не са разкрити. През последните десетилетия бяха загубени стотици камбани, традициите за тяхната направа, техният уникален звън, свързан с радости и скърби, с война и мир, с национални и религиозни празници и церемонии, с живота, културата и съдбата на много поколения българи.

Камбанологията и в частност уникалните български камбани са една все още недостатъчно проучена област. Някои от изследванията в тази област се извършват в реална среда – камбанарии на църкви и музеи, което изисква решаването на сложна интердисциплинарна задача. Следователно има необходимост от интердисциплинарни изследвания в това направление, които да са на високо научно и техническо равнище и които да осигурят възможности за достъп до резултатите.

По тези причини създаването и оптимизирането на подходи и методи за съхранение на знанията за ценни български камбани в цифрово мултимедийно хранилище, за защита на цифровите ресурси и за представяне и поддържане на подробна информация в онлайн платформа, е актуална и трудна задача. Неизменна част от тези изследвания е дефинирането на основните характеристики и събирането, цифровизирането и обработката на първичните данни за камбаните, както и изграждането на платформата „Мултимедиен фонд BellKnow” за български камбани, поради липсата на подобни изследвания досега за тях.

Настоящият труд цели разработването на средства и услуги за семантично базиран достъп до знания от областта на културно-историческото наследство и в частност за обекта камбана. Целта е да се подпомогне потребителя в достигането и използването на цифрови информационни ресурси и тяхната богата семантика. Настоящата разработка има за цел също така и дефинирането на подходи за създаване, представяне, съхранение и опазване на цифрови ресурси и обекти от предметната област, като се съобразяват спецификите им. Разработката има приложение при създаването на цифрови обекти и информационни контекстно-базирани ресурси, знания от областта на културно-историческото наследство, тяхното съхранение в цифрови мултимедийни хранилища, представяне чрез цифрови библиотеки и опазването им чрез маркиране и влагане на код.

Множество предизвикателства възникват по време на работата върху поставените задачи, които изискват задълбочено изследване и анализ на различни компоненти:

- спецификите и характеристиките на обектите от предметната област;
- специфициране на ключови описатели и индекси;
- определяне на необходимите индекси за маркиране според целите за съхранение и представяне;

- определяне и разделяне на тематични зони и нива на знанието, придобито в конкретната предметна област;
- индексирание, семантично аотиране на това знание;
- създаване на контекстно-базирана логика;
- създаване на цифрови ресурси според спецификите на обектите от предметната област;
- оптимизиране на обработката на огромното количество съдържание;
- осигуряване на многократната използваемост на ресурсите в специфичен контекст и ситуация;
- гъвкави концептуални решения с нови технологични средства за съхранение на информационните ресурси;
- опазване на цифровите обекти и съдържание.

Дисертационният труд е в областта на информационните технологии, основани на знания. Основната цел на работата е проучване и разработване на подходи за създаване на цифрови ресурси и изграждане на семантично-базирана архитектура на знание за културно-исторически артефакти в конкретна предметна област. Разработката предлага подходи и методи за създаване, съхранение, представяне и защита на цифрови обекти от областта на културно-историческото наследство.

Дисертационният труд включва увод, пет глави, списък на използваната литература от деветдесет литературни източници, списък на десет публикации на автора (една от които самостоятелна), свързани с представената работа и списък на техни цитирания. Основният текст на дисертационния труд се съпровожда от четири приложения.

В глава 1 „Обща постановка на задачата” се поставя проблемът за създаване на цифрово културно съдържание, съхранението и представянето му. Формулират се обектът, предметът, основната цел и задачите на изследването.

Глава 2 „Технологии, подходи и средства, за създаване, представяне и защита на цифрови ресурси от областта на културно-историческото наследство” е съставена от четири основни раздела, в които е направено проучване на областите в обхвата на поставените задачи. В първия раздел е представена спецификата на избраната предметна област и анализ на обектите. Изследват се особеностите на обектите,

влияещи върху описанието на знанието за тях. Във втория раздел се изследват подходите към създаване на цифрови ресурси. Проследени са различни методи за цифровизиране, включително на цифрови триизмерни модели на обемни артефакти. Анализирани са съвременни стандарти за индексирание с метаданни, техните елементи и характеристики, отговарящи на стандартите за описание на обекти от културно-историческото наследство. В третия раздел са описани методи за защита на цифрови ресурси чрез влягане на съдържание в различни типове медия записи (добавяне на идентификационен код в аудио записи и добавяне на съдържание в цифрови изображения). В последния раздел на главата се описва същността, характеристиките и основните компоненти на цифровите хранилища и библиотеки, които ще съхраняват цифровите ресурси и семантично-описаните обекти. Проследени са различни видове системи за съхранение и категоризиране на цифрово съдържание (речници, архиви и др.) с техните характеристики и особености. Представени са принципи и особености при изграждането на цифрови хранилища и библиотеки с цел оптимизация и подобряване на контекстно-базиран/семантичен достъп до обектите в тях и са анализирани подходи за използване на семантични технологии в цифрови библиотеки. Направен е кратък преглед на международни и национални проекти и инициативи за разработка на цифрови библиотеки и тяхното съдържание.

В Глава 3 „Семантично ориентирана архитектура, представяща знанието за обекти от областта на камбанологията” е направено аналитично изследване на технологии за представяне на знания и по-конкретно технологии за аотиране на знание в Семантичния уеб. Проучени са начини за изграждане на онтология и е представена нейната обща структура, компоненти и особености. Направен е обзор на 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 изборът на средства и методи за изграждане на онтология с оглед поставената в дисертационния труд цел. В раздела е проследен процесът на семантично маркиране на данни. Изградена е концепция и са очертани подходи за използване на онтологии и онтологични метаданни за реализация на семантични описания на обекти от културно-историческото наследство. Направено е изследване на подходите за представяне на семантично-ориентирано знание за ценни в културно-исторически план камбани, реализирано чрез средствата на технологиите на Семантичния уеб. Описани са в детайли семантиката и знанията за избраната

предметна област, като е направена е формализация на знанието за описаните обекти. Разработени са различни онтологични подструктури, допълващи това знание, реализирани на базата на знанието за обект тип камбана, включващи: „Онтология на историческите събития, свързани с предметната област”; „Онтология на религиозни и светски сюжети изобразени на камбанни обекти”; „Онтология на камбанолеярството”; „Терминологичен речник (таксономия) в областта на камбанологията”. Представени са връзките между тези онтологични подструктури, както и връзки на обектите с други (външни) семантични системи. Описани са модели за индексирание на обекти от избраната културно-историческа област, използвани в цифрови хранилища и библиотеки. Проследено е изграждането на онтологичните структури и процеса им на реализация. Главата завършва с анализ на специфични особености за защита на онтологично-ориентираното знание за обекти тип камбана, чрез влагане на електронен подпис в семантично структурирани текстови анотации.

В Глава 4 „Реализация на семантично-базирано представяне знания на цифрови ресурси от областта на камбанологията, тяхното създаване, съхранение и защита” е представено създаването на цифрови обекти и ресурси от предметната област. Проследено е изграждането на цифрово хранилище за обекти камбана и са описани неговата специфика и архитектура. Разгледани са реализираните, вградени в хранилището функционални подмодули. Проследена е реализацията на онлайн платформа за представяне на цифрови ресурси и семантично описани обекти от областта на камбанологията, заедно с функционалността внедрена в тази среда, базирана на моделите за аотирано знание за предметната област. Главата се състои от три основни дяла. В първия раздел е показан процесът по създаване на цифрови обекти като се проследяват: цифровизацията на обекта, индексирането на полученото съдържание, 3D модели на обемни артефакти, приложените методи за защита на цифров обект камбана и методите за представянето им чрез паспорт. Във втория раздел е представена реализацията на цифрово хранилище за обекти тип „камбана”. Разгледана и анализирана е спецификата на хранилището, характеристиката му и използваните технологии при изграждането му. В последния раздел е представено проектирането, разработването и изграждането на онлайн платформа „Мултимедиен фонд BellKnow”, заедно с основните функционалности от архитектурата му. Разгледани са анализи на техните преимущества, недостатъци и функционални модули, внедрени в тази среда. Модулите добавят функционалност, оптимизация и автоматизация за

процесите: добавяне на цифрово съдържание; семантично индексирание на медия записи; семантично търсене; подбор на медия записи по множество критерии; създаване на колекции; извеждане на семантично знание и др.

В глава 5 „Приноси на дисертационния труд” са представени получените резултати и направления за бъдещо развитие и задълбочаване на изследването.

Приноси на дисертационния труд

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

- Създаден е онтологичен модел на знание от областта на културно-историческото наследство, описващ обекти камбани. Детайлно е описана семантиката на предметната област като са дефинирани характеристики, метаданни, правила, класове знание и взаимовръзките между тях. Развити са онтологично-семантични подструктури, допълващи знанието за предметната област: „Онтология на историческите събития, свързани с предметната област”, „Онтология на религиозните сюжети, изобразени на камбани”, „Онтология на камбанолоеярството” и „Терминологичен речник (таксономия) за областта на камбанологията”. Определени са формални правила/инструкции и алгоритми за взаимодействие между семантичните структури, както и връзки към семантични структури извън предметната област;
- Изградена е онлайн платформа „Мултимедиен фонд BellKnow” съдържаща цифрови ресурси и семантично-базирано знание за обекти камбана. Разработени на базата на онтологичния модел на знание за предметната област и внедрени в платформата са функционални модули за оптимизация и автоматизация на процесите: по добавяне на цифрово съдържание с данни и семантични описания; на семантично индексирание на медия записи; търсене съдържание в мета данните и семантични описания на цифровите ресурси; подбор на медия записи по множество критерии; сравнение на цифрови медийни ресурси; създаване на колекции по определени семантични признаци и/или характеристики; динамично генериране на електронен паспорт за обекти камбана; извеждане на семантично знание и др.;

- Усъвършенствани са методи и технологии за създаване и индексирание на цифрови ресурси от разнородни обекти от областта на културно-историческото наследство, съобразени с техните специфики: текст, изображения, аналогови аудио и видео записи, цифрови триизмерни модели на обемни артефакти;
- Развити са методи за маркиране на цифрови ресурси чрез влагане на съдържание (добавяне на идентификационен код в аудио записи и на съдържание в цифрови изображения). Създадени и анализирани са методи за защита на знание чрез криптиране на семантични анотации (текстови XML-RDF анотации) с електронен подпис, приложени върху цифрови ресурси и знания за обект камбана;
- Разработени са методологически подходи и техники за организация и съхранение на разнородни медийни записи в цифрови хранилища. Изградено е цифрово мултимедийно хранилище BellKnow, включително функционални модули за индексирание и аотиране на цифрови ресурси, за търсене в медийни обекти, за извеждане на информационно съдържание, за създаване и представяне на колекции от медийни записи по различни критерии и схеми;
- Реализирани са цифрови мултимедийни хранилища в различни културно-исторически области, използвайки адаптирани методи и подходи, съобразени със спецификата на областта:
 - фолклор (Експериментален архив БФН) [БФН, проект];
 - история (Архив BalkanWars) [Балкански войни, проект];
 - архитектура (Архив KolioFicheto) [Колю Фичето, проект].

Направления за бъдещо развитие по темата на дисертацията

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

- Теоретично направление – Разширение на създаденото семантично-ориентирано представяне на обект камбана чрез формализиране на знанията за други културно-исторически области като занаятчийство, фолклор, църковни обреди, исторически събития и др. По този начин ще

се осигури по-широка компютърно-обработваема база от знания, чрез която да могат да се правят интердисциплинарни изследвания за културно-историческото наследство.

- Практико-приложно направление – изследвания може да се реализират в следните насоки:
 - Усъвършенстване и оптимизиране на методите и подходите за създаване, индексирание, защита, съхранение и представяне на цифрови разнородни медия ресурси (включително триизмерни модели);
 - Разширяване на възможностите (и създаване на нови услуги) на цифрови медийни хранилища и онлайн платформи да обработват семантично-базирано знание;
 - Разработване или модифициране на нови функционални модули на такива за представяне на цифрови ресурси в мрежовото пространство чрез добавяне на нови възможности за обработка на контекстно съдържание;
 - Усъвършенстване на методите за маркиране и защита на цифрови обекти и семантични анотации на знание;
 - Адаптиране и прилагане на методите и подходите в нови научно-практически проекти от областта на културно-историческото наследство.

Основният текст се съпровожда от 4 (четири) приложения: „Паспорт на обект камбана”, „Формално представяне на онтология за камбани”, „Програмен код на криптирани електронно подписани семантични анотации на обекти камбана с цел защита” и „Създаване на цифрови триизмерни модели на обемни артефакти”.

Приложение на резултатите

Резултатите от изследванията са използвани в няколко научно-изследователски проекти, свързани с цифровизация на културно-историческото наследство на България:

- „Изследване и идентификация на значими камбани от историческото и културно наследство на България и създаване на аудио и видео архив с

помощта на съвременни технологии“, <http://www.math.bas.bg/bells/> (BELL) [Bell, проект];

- „Изграждане на цифров мултимедиен фонд – BellKnow“, <http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/> [BellKnow, проект];
- „Технологии, основани на знания за създаване на дигитални ресурси и виртуално представяне на значими колекции от българското фолклорно наследство – FolkKnow“, модул 2 „Създаване, анотиране и защита на дигитален архив „Българско фолклорно наследство““, <http://folkknow.cc.bas.bg/> (FolkKnow) [БФН, проект];
- „Електронен архив на документалното наследство за Балканските войни“, <http://www.math.bas.bg/vt/balkanwars/balkanwars.htm> (BalkanWars) [Балкански войни, проект];
- „Цифровизиране на творчеството на Колю Фичето“, <http://www.math.bas.bg/vt/exhibitions/KolioFicheto2013/> (KolioFicheto) [Колю Фичето, проект].

Докладвани и публикувани резултати

Част от резултатите, получени в дисертационния труд, са публикувани в международни списания („Mathematica Balkanica“ (2010 и 2011) и „Information Technologies and Knowledge“ (2011)). Постигнатите резултати са докладвани и публикувани в сборници на международни и национални конференции: Международна конференция „Цифрово представяне и опазване на културно и научно наследство“ („Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage“) – DiPP ’11 ’12 ’13 ’14 (Велико Търново, България, 2011, 2012, 2013 и 2014); Международна конференция „Информационни изследвания и приложения“ („Information Research and Applications“) – i.Tech’11 (Варна, България, 2011); Международна конференция „Компютърни системи и технологии“ („Computer Systems and Technologies“) – ComSysTech’10 (София, България, 2010); Международна конференция „Алгебрична и комбинаторна теория на кодирането“ („Algebraic and Combinatorial Coding Theory“) – АССТ’2010 (Новосибирск, Русия, 2010); Научни конференции с международно участие "Библиотеки-четене-комуникации" (Велико Търново, България, 2011 и 2012); Национална конференция „Майски четения - Дни на науката 2013“, посветена на 50-годишнината на Великотърновския университет „Св. Св. Кирил и Методий“ (Велико

Търново, България, 2013); Национална конференция „Иновации в програмните технологии, алгоритми и обучението във висшите училища, свързано с тях“, (Априлци, България, 2009) и семинари: „Годишен семинар по алгебрична и комбинаторна теория на кодирането“ (Ксилифор, България, 2010); Научен интердисциплинарен семинар „Информационно общество“ (Велико Търново, България, 2011, 2012) и др.

Част от резултатите са представени в аналитични изследвания и отчети за проекти: „Изследване и идентификация на значими камбани от историческото и културно наследство на България и създаване на аудио и видео архив с помощта на съвременни технологии“; „Електронен архив на документалното наследство за Балканските войни“; „Технологии, основани на знания за създаване на дигитални ресурси и виртуално представяне на значими колекции от българското фолклорно наследство – FolkKnow“, модул 2 „Създаване, анотиране и защита на дигитален архив „Българско фолклорно наследство““.

Първите изследвания по темата за цифровизиране на артефакти от културно-историческото наследство са представени в магистърската теза [Ноев, 09a]. Изследванията за цифровизация на обекти от областта на камбанологията и организирането им в цифров архив са публикувани в [Noev, 10]. Темата за цифровизация на културно-исторически артефакти и създаването на цифров архив е разширена в [Bogdanova et al., 11f], [Bogdanova et al., 10c], [Bogdanova et al., 11d], [Bogdanova et al., 10a] и [Bogdanova et al., 15]. Цифровизацията на триизмерни обекти чрез моделиране на изображения е представена в публикацията [Bogdanova et al., 11a] и триизмерното сканиране на обемни културно-исторически артефакти е развито в [Bogdanova et al., 13a] като технологията за триизмерно сканиране „Структурирана светлина“ е анализирана в [Noev, Todorov, 14].

Семантичните анотации на цифрови обекти камбана са представени в [Bogdanova et al., 10d], [Богданова и др., 13б] и [Богданова и др., 12]. Защита на семантично-базирани анотации чрез подписване на RDF структури е развита в [Bogdanova et al., 10e] и [Bogdanova et al., 14a]. Направени са и лингвистични проучвания на знания от областта на културно-историческото наследство [Bogdanova et al., 12b] и [Bogdanova et al., 11b] като е експериментирано със създаването на речници [Ноев и др., 09б]. Представени са проучвания, свързани със създаването на онтология чрез съвременни методи в [Bogdanova et al., 12a].

Дълбока благодарност дължа на научния си ръководител доц. д-р Галина Богданова за ползотворните дискусии, съветите и подкрепата, която ми бе оказана през целия период на работата върху дисертацията. За подкрепата, съветите и критиките дължа особена благодарност на колегите проф. д-р Радослав Павлов, гл. ас. д-р Тодор Тодоров и не на последно място на човека, който пръв прояви доверие към мен академик д-р Стефан Додунеков. Особена признателност дължа на ръководството и членовете на секциите „Математически основи на информатиката“, „Математически лингвистика“, както и на целия Институт по математика и информатика за търпението, с което ме приеха сред тях. За ползотворната ни съвместната и интердисциплинарна работа благодарности дължа на гл. ас. д-р Стефка Кънчева (ВТУ „Св. Св. Кирил и Методий“) и Галя Чохаджиева (РИМ – Велико Търново).

Глава 1. Обща постановка на задачата

Осъществяването на идеята за осигуряване на семантичен и контекстно-базиран достъп до съдържание от областта на културно-историческото наследство 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 средите за управление и достъп до цифрово съдържание. Най-общо се включват дейности като:

- Описание на семантиката на цифрови мултимедийни 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 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 се цели максимално достигане до богатата семантика на ценните артефакти от културно-историческото наследство, които съхраняват. Знанието за тези съкровища, сътворени от човешката ръка, е скрито за съвременния зрител поради недостатъчно 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 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 и не позволяваше 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.

Често прилаганите анотирания 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 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.

1.1 Обект, предмет, цел и задачи на изследването

Обект на изследването са конкретни обекти от културно-историческото наследство и съвременните цифрови среди. Също така и създаването на цифрови ресурси за тези обекти, тяхното съхранение и представяне, както и използването на съвременни информационни и семантично-базирани технологии за ефективна обработка, достъп, представяне и опазване на тези ресурси и знанията за тях.

Предмет на изследването е дефиниране на възможности за използване на семантично-базирани технологии за подобряване на процесите на подбор, търсене,

представяне, групиране и защита на конкретно съдържание, създадено на базата на налични в цифрови хранилища и библиотеки, обекти и колекции.

Основната цел на дисертационния труд е дефинирането на интердисциплинарни подходи за създаване, представяне, съхранение на цифрови ресурси, модели на защита на тези ресурси и разработване на семантично-базирана архитектура на знание за културно-исторически артефакти в конкретна предметна област.

За постигането на тази цел се дефинират следните задачи:

***Задача 1:** Аналитично проучване на състоянието на проблемите и областите на приложение*

Тази задача се реализира чрез следните стъпки:

- Изследване на специфичните особености на артефактите от областта на камбанологията;
- Изследване на съвременните тенденции в областта на създаване на цифрови ресурси, цифрови хранилища и библиотеки;
- Изследване на подходите на Семантичния уеб за онтологично-базирано описание на съдържание и знание;
- Изследване на съвременните цифрови хранилища, архитектурните им решения и подходите за използване на технологиите на Семантичния уеб за описание на семантиката на информационните им обекти и колекции.

***Задача 2:** Дефиниране на методи за създаване на цифрови ресурси чрез цифровизация на културни артефакти и организирането им в хранилища*

За реализирането на тази задача са нужни следните стъпки:

- Анализирание на специфичните подходи към създаване на цифрови ресурси от областта на културно-историческото наследство;
- Дефиниране на процесите, нужни за създаване цифрови обекти;
- Изследване на нужните компоненти за цифровизация;

- Дефиниране на специфичните подходи за организиране на цифрови хранилища;
- Систематизиране и описание на основните типове обекти и хранилища, както и използваните в тях модели на метаданни.

Задача 3: Разработване на семантично-базирана архитектура на знания за културно-исторически обекти камбана. Методи за мета-семантично аотиране и индексирание на цифрови ресурси

Тази задача изисква изпълнението на следните етапи:

- Дефиниране на методи и технологии за мета-семантично аотиране и индексирание на цифрови ресурси;
- Създаване на модел на знанието, описващ характеристиките и спецификите на обект камбана, съобразен със съществуващите утвърдени стандарти. Детайлно описание на семантиката и знанията за избраната предметна област, като се направи формализация на знанието за описаните обекти и да се разработят различни онтологични структури, реализирани на базата на това знание;
- Моделиране и разработване на функционалност за семантичен и контекстно-базиран достъп до знания в онлайн платформа, включващ семантично аотиране, индексирание, търсене и групиране на информационно съдържание и обекти в цифрово хранилище на базата на разработения онтологичен модел за област камбанология.

Задача 4: Разработване и реализация на методи за защита на цифрови ресурси и семантично-базирано знание

За реализирането на тази задача са нужни следните стъпки:

- Изследване на възможностите за вграждане на защита в цифрови обекти и семантично-базирано знание;
- Моделиране на методи за вграждане на защита в цифрови ресурси от предметната област и експериментиране с тях;

- Създаване и усъвършенстване на методи за защита на семантично-базирано знание от предметната област.

Задача 5: Реализация на онлайн платформа с внедрени цифрови ресурси и функционалности на базата на семантично-базираното знание за обект камбана

За реализирането на тази задача са нужни следните стъпки:

- Проектиране, разработване и изграждане на онлайн платформа, представяща знанието за обекти камбана;
- Внедряване на цифрови ресурси и семантично-базирано знание за конкретни обекти камбана;
- Създаване и внедряване на функционалности в тази среда;

Задача 6: Експерименти на предложените методи и подходи за реални цифрови хранилища и онлайн платформи

Глава 2. Технологии, подходи и средства, за създаване, представяне и защита на цифрови ресурси от областта на културно-историческото наследство

В главата е направено изследване на спецификата на избраната предметна област и особеностите на обектите, влияещи върху описанието на знанието за тях. Изследвани са интердисциплинарни подходи към създаване на цифрови ресурси. Проследени са различни методи за цифровизиране, включително на цифрови триизмерни модели на обемни артефакти. Анализирани са съвременни стандарти за индексирание с метаданни, техните елементи и характеристики, отговарящи на стандартите за описание на обекти от културно-историческото наследство. Описани са методи за защита на цифрови ресурси чрез влагане на съдържание в различни типове медия записи (добавяне на идентификационен код в аудио записи и добавяне на съдържание в цифрови изображения). Проучени са същността, характеристиките и основните компоненти на цифровите хранилища и библиотеки, съхраняващи цифровите ресурси и семантично-описани обекти. Проследени са различни видове системи за съхранение и категоризиране на цифрово съдържание (речници, архиви и др.) с техните характеристики и особености. Представени са принципи и особености при изграждането на цифрови хранилища и библиотеки с цел оптимизация и подобряване на контекстно-базиран/семантичен достъп до обектите в тях и са анализирани подходи за използване на семантични технологии в цифрови библиотеки. Направен е кратък преглед на международни и национални проекти и инициативи за разработка на цифрови библиотеки и тяхното съдържание.

2.1 Специфика на обекти от културно-историческото наследство (област камбанонология)

В секцията е разгледана спецификата на избраната предметна област и особеностите на обектите, влияещи върху описанието на знанието за тях.

Обектите камбана са артефакти с висока художествена стойност от областта на културно-историческото наследство, които са тясно свързани с духовния, социалния и материален живот на обществото през изминалите векове. Разгледана е спецификата на

избраната предметна област и особеностите на обектите, влияещи върху описанието на знанието за тях.

Изследвания и описания на камбаните в България са направени в края на миналия век от Добри Палиев [Палиев, 85] и група руски изследователи [Шариков и др., 00]. Те описват художествената и културна стойност на някои от камбаните и правят аудио записи на грамофонни плочи и магнитни ленти. Изследвания, свързани с камбани се провеждат в Московския камбанен център и в Института за изследване на културното наследство в Европа в Тулуза-Франция. Паспортизация на църковни камбани в Беларус е направила Елена Шатько [Шатько, 14].

Обзор на разпространение и развитие на камбаните

За историята на камбаната като форма и функция свидетелстват множество археологически находки от различни краища на България и света. Камбана се появява в живота на човека през VI-VII век като елемент на църковния ритуал. Медта за изработката на камбаните е била от областта Кампания – откъдето получават името си. Някои изследователи смятат, че за първи път в Западната църква, камбани са били използвани от епископа на град Нола Павлин, в края на IV и началото на V век, но тази теория има не малко противници. По-вероятно, това да е станало през VI век при приемника на папа Григорий Велики, Савиан Римски. Други от съвременните изследвания сочат, че най-вероятно прародината на камбаните е Китай. Най-древните звънчета са намерени именно там от XXIII-XI век преди н.е. Първите запазени до наши дни камбани - на св. Гал в Швейцария и св. Патрик в Ирландия са от VI-VII в и са с четириъгълна форма, не са лети, а запоени. На Изток за пръв път църковните камбани се появяват към средата на IX век, когато по „просба” на византийския император, венецианският дож Урс изпратил в Константинопол 12 камбани, монтирани на специална кула, построена в двора на църквата „Св. София”.

В средата на IX век, в Русия, камбаната става неотменна част от църковния обред и започва отливането на големи камбани, за които се строят специални камбанарии. Най-голямата камбана в света е „Цар Колокол”, която е разположена на Кремълския площад.

По българските земи на практика липсват данни за църковните камбани през Средновековието (в НИМ се пазят двете известни мелнишки камбани от XII век). Камбани започват да се използват по време на Възраждането. Тогава българите получават право вместо използваните до тогава клепала да бият камбани, издигнати на високи кули-звънарници. Те стават център на обществения живот в българските градове и села [Чохаджиева, 11].

Преглед на камбаните като обекти за цифровизация и семантично описание

Камбаната може да се разглежда по различен начин в зависимост от контекста и насочеността на изследването. От проучванията за създаване и реализацията на архива за ценни камбани се достигна до извода, че камбаната като обект и предмет може да се разглежда по няколко начина и да съдържа в себе си различно знание:

- Като предмет от действителността, който има своите параметри, размери, форма и характеристика;
- Като музикален инструмент – в музиката камбаната се класифицира като вид перкусионен музикален инструмент;
- Като предмет със социално значение – през вековете камбаната е била средство за комуникация и разпространение на новини в малките населени места. Там тогава чрез различно биене на камбана или камбани населението се известявало за опасност, бедствие, празник, сватба, погребение и др.;
- Като произведение на леярското изкуство камбаната се е отливала от майстори-занаятчии по искане (поръчка) на знатни хора, духовенство, владетели и др., които са искали да изпъкнат и да увековечат събития или ритуали. Поради това на камбаните се изписвали много текстове и изографисвали много религиозни сюжети;
- Като културно-исторически символ – едно от значенията на камбаната винаги е било да напомня на хората за празници и събития, свързани с историята. Поради това в много храмове и паметници има камбани, които огласяват със своя глас на определени празници.

Обект камбана

Камбаната е просто устройство за произвеждане на звук, което обикновено има форма на кух цилиндър или пресечен конус с един отворен край, който резонира щом бъде ударен. Инструментът, с който се нанасят ударите, може да бъде окачено в камбаната парче метал, наречено език, метална сачма, затворена в обема на камбаната, или отделен чук.

Камбаните обикновено се отливат от метал (бронз или друга сплав), а някои малки камбанки се правят от стъкло или керамика.

Геометрични измервания и моделиране на обект камбана

За осъществяване на геометричните измервания и тяхната обработка е важно да се определят и изберат:

- Схема на камбаната, място и количество на точки за измерване съобразно спецификата на обекта;
- Граници на измерваните параметри;
- Основни и спомагателни технически средства, необходими за реализиране на измерванията;
- Средства за пост-обработка и съхраняване на данни.

Математически анализ на геометрично построяване на формата на камбана

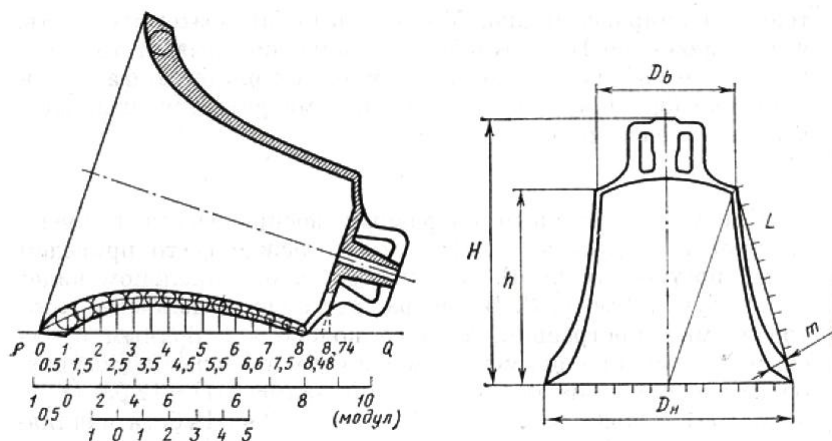
Все още няма доказателства за съществуването на стандартни техники за моделиране на камбана. До този момент всички съществуващи описания не са нищо повече от чисто емпирично представяне на занаятчийските техники. Познатите методи за построяване на формата на тялото се основават на композиционните свойства на модулния принцип: основните части на формите са подчинени на една схема, която се разделя на модули. Големината на модулите се избира в зависимост от тежестта на камбаната по специализирани таблици [Шашкина, 85]. Най-известният и логически издържан метод за конструиране на формата на православните камбани е на руския учен В. С. Кнаббе. Неговото описание е най-подходящо за математически анализ, защото изгражда първо за основа осевата линия (крива) на профила на стената на камбаната и след това като производни на тази линия се построяват вътрешния и

външния профил. Следва да се отбележи, че ключът към идентифицирането на „скритата“ геометрия на формата на камбани е осевата линия, която е крива, подчинена на логаритмична функция.

Следващият пример показва построението на профила на една камбана по метода на Кнаббе. Първо се построява права, която ще свързва основата на камбаната с нейния горен „ръб“ (права PQ на следващите схеми и абсциса на координатната система за построение). Избира се първоначална (в основата на камбаната) и крайна (горния „ръб“ или венец на камбаната) точка и разстоянието между тях се дели на 8 равни части (осем модула). От всяко деление (точка) между началната и крайната точка се построява перпендикуляр на определено разстояние. По така получените точки се построява крива, която е основа на профила на стената на камбаната. Следва да се построят окръжности с център тези точки и определен радиус. В таблица 1 са дадени примерни стойности за коефициентите на стойностите на дължините на перпендикуляра построен върху деленията на правата PQ и стойностите на радиусите на построените окръжности, които се умножават по определен коефициент спрямо големината на търсената форма на камбана. Схема на построение по така зададените стойности е представена на фигура 1 [Шашкина, 85].

Координати	Абсиса (модул)	1	2	3	4	5	6	7	8
	Ордината (части на дължина на отс.)	0.4142	0.867	1.025	1.000	0.875	0.665	0.390	0.075
Части от радиуса δ		1.000	0.653	0.474	0.380	0.327	0.291	0.279	0.267
Координати	Абсиса (модул)	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.74
	Ордината (части на дължина на отс.)	0.686	0.974	1.030	0.995	0.775	0.530	0.235	0.78
Части от радиуса δ		0.800	0.547	0.423	0.351	0.301	0.286	0.275	0.333

Таблица 1. Коефициенти на построение на кривата на профила на камбана



Фигура 1. Схеми на построение на стената на камбана по метода на Кнаббе

Следващата стъпка е да „завъртим“ схемата в нова координатна система, където центърът на системата е в точка O (първа точка от правата PQ , разделена на модули) и абсцисата да е основата на камбаната. От което следва, че ъгълът на завъртане е $\beta = 90^\circ - \alpha$ където α е ъгълът в основата на профила. Преобразуването на новите точки от правата PQ в новопостроената координатна система може да изразим така:

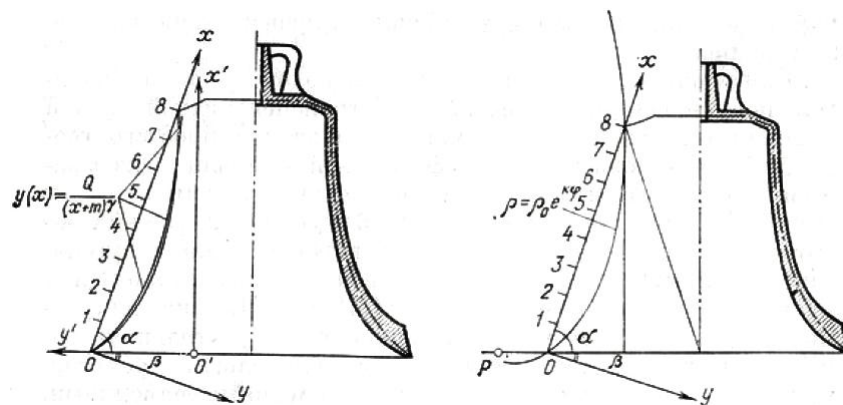
$$(X'_i, y'_i) \quad (i = 1, 2, \dots, 8) \text{ и } (x_i, y_i) \quad (i = 1, 2, \dots, 8)$$

$$x'_i = (x_i - x_o) \cos \beta - (y_i - y_o) \sin \beta,$$

$$y'_i = -(x_i - x_o) \sin \beta - (y_i - y_o) \cos \beta.$$

От така построените криви се наблюдава, че кривите могат да се изразят със степенна функция $y(x) = \frac{b}{(x+m)^n}$ която е позната в музикалната акустика като „музикално-целесъобразна горна форма (рупор)“ или чрез логаритмична спирала, изразена в полярна координатна система с уравнение от вида $\rho = \rho_o q^{\frac{\varphi}{2\pi}}$, където ρ_o е полярен радиус на някоя точка в качеството на начало и коефициент на ръста на спиралата q . Логаритмичната спирала може да се изрази чрез $\rho = \rho_o e^{k\varphi}$, където k е параметър изразен чрез коефициента на ръста, съотношението: $k = \frac{\ln q}{2\pi}$.

Получените по този метод криви са представени на фигура 2.



Фигура 2. Схеми на построение на осевата крива на стената на камбана чрез горна форма (рупор) и чрез логаритмична спирала

Методът на Кнаббе за построяване на профила на стената на камбаната ни разкрива колко дълбоки идеи и знания се съдържат в работата на старите майстори камбанолеяри. Приложението на логаритмичната спирала и днес се използва в модерната техническа акустика за изработка на съвременни музикални инструменти, дори се използва в корабостроенето и самолетостроенето със своите уникални свойства на отношенията водоотместване/обем и триене/съпротивление.

2.2 Специфични особености при създаване на цифрови ресурси за обект камбана. Процес на цифровизация, мета-описание, модели, цифрови формати и стандарти на цифрови обекти. Подходи за създаване цифрови триизмерни модели

Съвременните технологии промениха начина, по който се поднася информацията и направиха възможни нови услуги, немислими до днес. Създаването на цифрови ресурси на пръв поглед не изглежда сложно, защото може да се използва обикновен компютър и апаратура със стандартен софтуер. Но в действителност процесите са по-сложни, ако обект на цифровизирането са артефакти от културно-историческото наследство, които носят със себе си допълнителна информация и притежават разнородни и понякога доста нестандартни свойства и форми. Качеството на файла, форматът, използван за съхранението му, неговото описание, идеите за използването му, неговото дълготрайно опазване, методът на доставяне до потребителите, защитата от посегателство върху интелектуалната собственост са само някои от проблемите, които изискват решение. Например цифровизирането на обекти

камбана в зависимост от типа запис (текст, фото, аудио, видео, 3D), изисква различни методи на заснемане, индексиране, съхранение, аудио запис на камбанобиенето, различни анализи на звука, запис на интервюта, исторически проучвания, сложни геометрични измервания на обекта и др. Освен това за всеки тип цифров материал трябва да се вземат под внимание различни фактори, за да се гарантира, че цифровият продукт ще се използва устойчиво в пълния му потенциал сега и в бъдеще.

Цифровизацията на обекти е съществена стъпка и е значим пред-етап към създаването на знание.

В глава 4 са представени примери за реализация на създаване на цифрови образци на културно-исторически обекти от тип камбана от цифрово хранилище BellKnow. В приложение 1 е представен паспорт на обект камбана (камбана №01, катедрален храм св. Александър Невски, гр. София).

Цифровизация на обекти

Цифровите обекти са „цифрово изображение” на различни видове обекти или съдържание (текстово съдържание, изображения, фотографии, документи, аналогови аудио и видео записи или обемни предмети и артефакти). Цифровите обекти могат да се изградят чрез два основни типа методи:

- Създаване на ново цифрово съдържание, което няма аналогов еквивалент;
- Преобразуване на реален обект или сигнал в цифрово съдържание, където процесът на преобразуване се нарича обобщено „Цифровизация” или „Дигитализация”.

Цифровизацията е процес на създаване на цифрови файлове чрез конвертиране на аналогови записи, които могат да бъдат традиционни материали (документи, планове, фотографии) или триизмерни обекти като музейни артефакти, произведения на архитектурата и др. Като метод цифровизацията е приложение на нови подходи и средства за преобразуване на едни източници в други чрез използване на информационни и комуникационни технологии. Резултатът е цифрово копие или цифров сурогат, който бива класифициран като цифров носител и е обект на същите предизвикателства, свързани с опазване на достъпа до него, както и ако беше „цифров по рождение” (материал, създаден в цифрова форма, който няма аналогов еквивалент) [Богданова и др., 136].

Във връзка с изследванията в областта на камбанологията са създадени контакти с Московския камбанен център и Института за изследване на културното наследство в Европа в Тулуза-Франция. Извършена е съвместна дейност по темата с изследователи от Нюшатълския университет, ИМ в Швейцария и Беларуската музикална академия.

Подготовката за цифровизацията на обекти от културно-историческата област включва следните процеси:

- Планиране на работни процедури;
- Подбор на ресурсите за цифровизиране;
- Преглед на правата над интелектуалната собственост;
- Избор на хардуер и софтуер;
- Подбор на цифрови формати и стандарти;
- Планиране на цифровизацията като процес;
- Цифрова обработка на получените сурогати;
- Индексиране на цифровите ресурси - мета данни и мястото им в цялостния процес на управление на информацията;
- Дизайн на пространството за съхранение.

Цифровизиране на текст и изображения

Цифровизирането на текст или изображение е процес, при който съдържанието, напечатано на хартия или записано на някакъв носител (хартия, папирус и т.н.) се пресъздава в цифров вид под формата на текстов документ или цифрово изображение. При цифровизирането на текстове и изображения на обекти от културно-историческото наследство от съществено значение е съдържанието на документа или артефакта, което е задължително да се интерпретира правилно в цифровото копие. Обикновено цифровизирането се извършва чрез сканиране със скенер или цифрово фотографиране на документи. Има и метод за цифровизация на текстово съдържание чрез въвеждане на съдържание от оператор.

Метод за въвеждане на текстово съдържание

Метод, при който оператор пресъздава текстово съдържание с помощта на компютър, клавиатура и текстов редактор. Изисква основни компютърни познания на оператора и време за преписване на текстовото съдържание. При този метод операторът

определя как да се визуализира (форматира) текста и максимално да прилича на оригиналния запис.

Сканиране с плосък скенер

Подготовката за цифровизация на изображение започва с избор и подготовка на определените снимки или хартиен материал и с въвеждане в работен режим на системата за цифровизация. Системата представлява – сканиращо устройство, свързано с персонален компютър със съответните софтуерни компоненти за извършване на процеса на сканиране.

Методология при фотографирание на документи

Фотографирането на документи и изображения е разпространен начин за цифровизация заради бързината, достъпността и относително доброто качество на получените цифрови копия. Това е и един от предпочитаните методи за създаване на е-книги. За съжаление този процес не е много надежден при сканиране на негативи или диапозитиви и резултатът от фотографирание на текст е неподвижно изображение. Получените резултати са отлични, но трябва да се спазват някои особености:

- Трябва да се снима с най-голямата възможна резолюция на апарата;
- Ако има достатъчно светлина не е нужно да се използва светкавица. Ако носителят на информация е проявена фотография има опасност от заснемане на отблясъци от повърхността ѝ, особено ако фото хартията е гланцирана. Ако ли не - силата на светкавицата се настройва според апарата. Не трябва да е нито много осветено, нито много тъмно;
- Снима се от разстояние, колкото да се запълни целия кадър. Ако на разположение има статив, най-добре е да се увеличи разстоянието и да се използва малко приближение (zoom).

След фотографирането или сканиране на текстови документи може да се приложи технология за разпознаване на текст чрез OCR софтуер (Optical character recognition), който дава възможност за преобразуване на печатни сканирани изображения в цифрови документи за редактиране. За разпознаване на печатан текст се използват специализирани програмни продукти.

Цифровизация на аналогови аудио и видео поток

Процесът на цифровизация на аналогов аудио и видео поток представлява превръщане на този сигнал в цифрово копие, записано на електронен носител. За извършване на цифровизацията са нужни подходяща техника и софтуер за управление на процеса. Цифровизацията на аналогов сигнал, обикновено се извършва в реално време от подходяща аналогово-компютърна система, където аналоговата част възпроизвежда сигнала, който се записва и обработва цифрово. Колкото е дълъг записа – толкова време се извършва цифровизацията.

Създаване на цифрови триизмерни модели на обемни артефакти

Създаването на цифрови 3D¹ (триизмерни) модели на обемни обекти от областта на културно-историческото наследство има за цел да пресъздаде дадения обект цифрово в пространството, като се съхрани повече информация за: формата и геометрията на обекта, релефа и текстурата на повърхнината му и разположението му в пространството.

Цифровият 3D обект представлява цифрово представяне на обект, предмет или повърхност в тримерно пространство, където освен височина и широчина, всяка точка носи информация и за дълбочина. Същественото за 3D изображение е разположението на отделните точки, обекти и повърхнини в пространството. В допълнение чрез съвременните цифрови технологии може да се добави цвят, текстура, материал на повърхнината и при триизмерната анимация може да се прибави и движение в пространството.

Съществуват няколко принципни метода на изграждане на триизмерно изображение:

- Компютърно триизмерно моделиране - това е процес, при който, оператор-специалист чрез специализирано компютърно приложение, точка по точка, повърхнина след повърхнина изгражда триизмерен обект. Този метод се използва предимно в областта на архитектурата, геодезията, компютърната анимация, компютърната възстановка и др. При този метод решаващи за качествата на триизмерния образ са уменията на

¹ 3D (от англ. 3-Dimensional – триизмерен) обект или пространство измерими геометрично с 3-параметров модел на измерения, не лежащи в една равнина, наричани ширина, височина, дължина или дълбочина

оператора (3D дизайнера или др.) и е възможно да се получат обемни цифрови обекти с малка големина на цифровата информация;

- Компютърно триизмерно генериране – процес, при който компютърно приложение генерира триизмерно изображение от набор от изображения или друга информация. Качеството на генерираните триизмерни изображения зависи от някои субективни фактори: качеството на входящите изображения; достатъчно изображения от различни ъгли за да обхванат обема на целия обект; достатъчно контрастни елементи от обекта за да може софтуерът да сглоби отделните изображения и др.;
- Триизмерно сканиране - това е процес, при който се създава триизмерен цифров модел на съществуващ предмет или повърхност чрез заснемане и/или измерване. Целта на 3D сканирането е да се създаде облак от точки на геометрични фигури разположен в пространството, който да реконструира повърхността на сканирания обект. Тези точки освен, че носят информация за пространственото им позициониране, имат и информация за цвят и в някои случаи и за материала на повърхността на обекта. Цифровият триизмерен модел на обекта, получен чрез процеса триизмерно сканиране, се създава чрез множество сканирания на различни позиции на обекта, които изграждат цялостно 3D цифрово изображение/копие на обекта.

Проучване на създаване на 3D модели на обекти камбана чрез компютърно генериране от двумерни фото-изображения е направено със сътрудничеството на специалисти от Швейцария [Bogdanova et al., 11a]. Пример за изграждане на 3D модел на обект камбана чрез моделиране на изображения е представен в глава 4. Подробно проучване, анализ и обзор на триизмерно сканиране на обемни артефакти от областта на културно-историческото наследство е представено в приложение 4 [Bogdanova et al., 13a], [Noev, Todorov, 14].

Цифрови обекти и файлови формати

Резултатът от цифровизирането на артефактите са специфични компютърни файлове, отговарящи на определени характеристики, които са различни за различните видове медии. Разделението на файловете формати е според вида на информацията,

която носят: изображения, текст, звук, видео и др. При направените проучвания се взеха предвид следните критерии:

- Качество на информацията, съхранена в цифровия файл;
- Методи за цифровизиране;
- Съвместимост на файловете формати;
- Възможност за мрежово споделяне;
- Мултиплатформеност.

Изследване за параметри на файловете формати на получените обекти

При реализацията на проучванията се оформиха две основни стратегии за подбор на параметри за файлови формати [Noev, 10], [Bogdanova et al., 10a], [Bogdanova et al., 11e], [Bogdanova et al., 15]:

- Параметри на файлови формати за изграждане на цифров архив с приоритет съхранение на възможно най-много информационно съдържание;
- Параметри при създаване на цифрови медия ресурси за използване при Интернет технологии и мрежово споделяне с акцент намаляване на обема на файловете и добра поточност на представяне на съдържанието за аудио и видео обекти.

Изисквания при цифровизация на текст

Текстовите файлове не заемат много ресурси и няма специални изисквания за големина или обем на информацията. Като изисквания, свързани с критериите за общодостъпност и мултиплатформеност се посочват: таблицата за кирилизирание на символите да е Unicode, Windows Cyrillic 1251 или UTF-8 и следните файлови формати: TXT, DOC, PDF, HTML и др.

Изисквания за параметри на файловете формати при цифровизация на изображения (фото)

Пълнотата на статично изображение се измерва в брой пиксели, резолюция, брой цветове и компресиране на изображението. Следните параметри за запазване на цифрово изображение с високо качество могат да се използват: големина на файла – от

2 MB до 50 MB; резолюция – от 1200x800 px до 6000x4000 px; разделителна способност – от 600 dpi до 2000 dpi; брой цветове – над 16 битов цвят за всеки канал от RGB схемата; файлови формати: TIFF или JPG (с минимална компресия).

Интернет приложенията, които играят роля на свързващо звено между потребителите и цифровите хранилища, трябва да се визуализират успешно на различни компютри с разнообразни характеристики. Трябва да се вземе под внимание размера и позиционирането на графиките в съдържанието на страниците. Максималните размери на изображенията не трябва да надвишават 600 px по дългата страна (300 dpi) и не бива да са по-големи от 1 MB. В противен случай има риск от бавно зареждане на сайта и трудности при боравенето с него. Най-подходящи формати са JPG и PNG.

Изследвания за параметри на файловете формати при цифровизация на аудио поток

За запазване на пълнотата на звуковата информация се използва следния файлов формат с параметри: файлов формат – WAV; формат на аудио сигнал – PCM; честота на семплиране – 44 100 Hz; битова разделителна способност – 16 bit; големина на файла – до 100 MB.

За фоно цифрови записи за изграждане на цифрова библиотека с мрежов достъп и използване на Интернет технологии е подходящ файлов формат - MP3 (MPEG-1 Layer 3); честота на семплиране – 44 100 Hz; количество битова информация за секунда – от 128 kbps до 320 kbps; големина на файла – до 10 MB.

Изисквания за параметри на файловете формати при цифровизация на видео сигнал

Съхранението на некомпесирано цифрово видео изисква много ресурси, като например за DV-AVI некомпесирано видео за 1 час запис за необходими от 13 GB до 16 GB дисково пространство. За това се придържахме към технологията DVD-Video, където на един DVD носител с капацитет 4.7 GB се събират между 1 и 2 часа цифров видео запис: Параметрите за цифров запис на видео са: система за видео поток – PAL; брой кадри за секунда – 25 бр.; резолюция на картината – 720x576 px; съотношение на картината – 4:3; количество битова информация за секунда (bitrate) – от 2000 Mbps до

4000 Mbps; файлови формати: технологията DVD-Video на DVD носител или файлови формати: DV-AVI, MPG, AVI.

Трябва да се има предвид, че достъпът до видеофайлове зависи от пропускателната способност на Интернет връзката, така че е добре да се осигури повече от един файлов формат или добра поточност (streaming quality) – доставяне и прожектиране едновременно, вместо да се изчаква пристигането на целия файл. Следните параметри на видео файловете могат да се използват: файлови формати – поточни: MPEG-4, FLV; резолюция на картината – 300x200 px; големина на файла – до 20 MB.

Изисквания за параметри на файловете формати при цифрови 3D изображения

За запазване на пълнотата на триизмерното изображение в цифров вид използваме файлов формат OBJ, прикачения към него MTL файл и цифрово изображение на текстурата на повърхността на обекта. Големина на файловете общо – 70 – 400 MB.

За представяне на триизмерни изображения без специализиран софтуер и апаратура използваме PDF файл с вградено 3D изображение с flash технология с намалена резолюция и детайлност и добавено описание на съдържанието на обекта. Големина на файла – 2 – 10 MB.

Индексиране на цифровите обекти. Метаданни

Индексирането е много съществен етап от цифровизирането на обекти, включително обекти от материално и нематериално естество. При цифровизацията на реални архиви, библиотеки, музейни експонати и др., може да се достигне до огромно количество цифрови образци и съответно без предварително индексиране (на всеки отделен образец по време на процеса цифровизация) може да се получат тривиални и досадни пречки за последващо обработване на тези образци. Друго възможно затруднение може да се получи при мрежово споделяне на ресурси и многоплатформеност, което се преодолява чрез използване на утвърдени стандарти за мета описание. При описанието на ресурсите е необходимо да се осигури съвместимост и функционалност на цифрова информация, да се създаде възможност за

взаимодействие между различни хранилища на данни и системи. Освен това ресурсите се описват, така че да се подобри точността при търсене на информация и за тази цел описанието на ресурсите включва метаданни, описание на ниво колекция, контролни речници, уникални идентификатори.

Индексирането на цифрови ресурси се извършва посредством метаданни като се описва съдържанието на цифровия обект и кратко описание на файловете по определени признаци и класификации.

Метаданни

Метаданните (metadata) са структурирана информация за описание на цифрови обекти и ресурси. Те обикновено са текстови полета, вградени в различни видове файлови формати или са допълнителни текстови файлове (XML, XMP). Според Гил [Gill et al., 00] 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 може да бъде атомарен или да е резултат от събиране на други обекти. Той има три характеристики, които могат да се опишат с метаданни: съдържание, контекст и структура. Съдържанието е свързано с това какво съдържа обектът или за какво се отнася. Контекстът определя характеристики от рода къде се съхранява обектът, кой го е създал или го обновява и как може да се използва коректно. Структурата представлява множество от съществуващи асоциативни връзки вътре в или измежду отделните обекти. С други думи мета данните са „данни за данните”, описващи всеки електронен или неелектронен източник на информация по предварително установен стандарт. Използването на един стандарт за описване на информацията допринася за съвместимостта ѝ независимо, че може да е генерирана от различни системи за информация. По този начин, използването на мета данни и осигуряването на съвместимост на информацията с информация от други информационни системи, правят възможно нейното намиране и обмен, без значение какъв е първоначалният източник на тази информация.

Каталозите са добър пример за инструменти, базирани на метаданни за управление на колекции от елементи. Те съхраняват сбити и добре структурирани външни описания чрез метаданни на елементите в дадена колекция като метаданните

съдържат само най-съществената информация, характеризираща обектите. Тези описания са създадени според правилата за каталогизиране и стандартите за метаданни. MARC (Machine Readable Cataloging) е пример за стандарт за метаданни, с който се представят библиографски описания. Той е разработен през 60-те години за целите на библиотечното каталогизиране в т.ч. създаване на индекси, резюмета и каталожни архиви, организиране, проследяване и улесняване достъпа до библиотечни обекти и др. Друг важен стандарт за метаданни е Dublin Core Metadata Standard. Той е разработен от Dublin Core Metadata Initiative (DCMI) с цел да подпомогне намирането и съвместното използване на онлайн информационни ресурси от различни области. Стандартът обхваща 15 елемента и е преведен на 25 езика. Приет е от организации като музеи, библиотеки, правителствени организации, частни фирми и др. Настоящата версия на Dublin Core Metadata Standard е призната за международен стандарт. Други стандарти за метаданни са Warwick Framework, RDF, OCLC/RLG Preservation Metadata standard, Digital Object Identifier (DOI) и др. В [Snijer, 01] и [OCLC, 01] е направено подробно описание на посочените стандарти.

Категоризиране на метаданни

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.

Според функционалността метаданните се категоризират по следния начин, представен в следващата таблица [Gill et al., 00]:

Видове метаданни	Характеристики	Примерно приложение
Административни	Метаданни, които се използват за управление и администриране на информационни ресурси.	Извличане на информация; Следене за спазването на правата за достъп, използване и репродукция на информационни обекти; Избор на критерии при цифровизация; Контрол на версиите и диференциране на подобни информационни обекти и др.
Описателни	Метаданни, които се използват за описание или идентификация на информационни ресурси.	Каталогизиране на записи; Специализирано индексиране; Създаване на хипервръзки между ресурсите; Анотиране; Подпомагане на организирането на информационните обекти във фондове и колекции и др.

Видове метаданни	Характеристики	Примерно приложение
Описващи процеса на съхранение	Метаданни, които са свързани с управление на процедурите за съхранение на информационни ресурси.	Документиране на физическото състояние на ресурсите; Документиране на дейностите, извършени за запазване на физическите и дигиталните версии на ресурсите, в това число освежаване и/или преместване.
Технически	Метаданни, свързани с това как функционира системата.	Хардуерна и софтуерна документация; Следене на времето за отговор на системата при заявка на обект; Права за достъп и защита на данните, в това число криптиращи ключове, пароли; Информация от дигитализацията – формат, компресия и др.
Описващи нивото на достъп	Метаданни, свързани с нивото и типа на употреба на информационни ресурси.	Показване на записите; Следене на използването на ресурсите от потребителите; Версии на ресурсите и др.

Таблица 2. Видове метаданни според функционалността

Таблица 3 описва характеристиките на метаданните според различни атрибути, като източник, метод за създаване, естество, статус, структура, семантика и ниво на агрегация [Gill et al., 00].

Атрибут	Характеристики	Примери
Източник на метаданните	Вътрешни метаданни, генерирани от агента, който създава информационния обект по време на създаването му или при дигитализирането му	- Име на файла; - Местоположение; - Формат на файла, схема на компресиране.
	Външни метаданни, свързани с информационния обект, които са създадени в по-късен етап не от създателя на обекта, а от друго лице	- Регистрационни и каталожни записи; - Права за ползване и др.
Метод за създаване на метаданни	Автоматични метаданни, генерирани от компютър	- Индекси на ключовите думи; - Логове на потребителите.
	Метаданни, ръчно генерирани от човек	- Описания като каталожни записи и Dublin Core метаданни.
Естество на метаданните	Непрофесионални метаданни, генерирани от хора, които не са специалисти в информационните технологии. Често това е създателят на информационния обект	- Етикети с метаданни в лични уеб-страници; - Системи за картотекиране на потребители.
	Експертни метаданни, създадени или от експерти по темата, или от специалисти по информационни технологии. Често това не са създателите на самия информационен обект	- Управление на фондове и архиви; - MARC записи; - Специализирано тематично озаглавяване.
Статус	Статични метаданни, които веднъж създадени, повече не се променят	- Заглавие, произход и дата на създаване на информационен ресурс; - Структура на директории;

Атрибут	Характеристики	Примери
	Динамични метаданни, които могат да се променят при употреба и действия с информационния обект	- Логове на потребителите; - Разделителна способност на изображение.
	Дълготрайни метаданни, необходими за да сме сигурни, че информационният обект продължава да е достъпен и използваем	- Формат, техническа информация по създаване и обработка на информационния ресурс; - Информация за авторско право, права за ползване и др.; - Документация по поддръжката и запазването на ресурса.
	Краткотрайни метаданни – предимно от транзакционен тип	
Структура	Структурирани метаданни, които се придържат към предсказуема стандартизирана или нестандартизирана структура	- MARC; - локални формати за бази от данни.
	Неструктурирани метаданни, които не се придържат към предсказуема структура	- Неструктурирани анотации.
Семантика	Контролни метаданни, отговарящи за стандартизиращ речник	- Art and Architecture Thesaurus (AAT); - Anglo-American Cataloguing Rules, Second Edition (AACR2).
	Метаданни без контролни функции	- Бележки в свободен текст; - HTML мета-етикети.
Ниво	Колекционни метаданни, описващи групирането на информационните обекти	- MARC записи; - Подпомагане на организирането на информационните обекти във фондове; - Специализирано индексирание.
	Метаданни за отделни информационни обекти	- Информация за формат; - Описание на обекти.

Таблица 3. Атрибути и характеристики на метаданните

Дювал дефинира класификация на метаданните според естеството на тяхната входяща информация [Duval et al., 02]. Те биват два типа: обективни и субективни. Обективните метаданни са тези, на които входящата информация представлява твърдения за обективно установими факти, например, авторство, дата на създаване и версия. Този тип метаданни могат да се генерират автоматично. Субективните метаданни са изградени от твърдения със субективна гледна точка, като например, определяне на ключови думи, кратки описания, контекстно съдържание и др. Този тип метаданни не могат да се генерират автоматично.

Модели и стандарти за мета-описание на обекти от културното наследство

За описание на обектите от културното наследство в среди за управление на цифрово съдържание често се използват набор от стандарти като Dublin Core, METS, MARC, CIDOC CRM и др., чието основно предназначение да „маркират“ обектите, без да влизат в задълбоченото представяне на семантиката им.

Dublin Core² осигурява просто и стандартизирано множество от условности за описване на информацията по такъв начин, че да може да бъде лесно намирана. Dublin Core се използва широко за описване на цифрови ресурси – видео, звук, изображение, текст и съставни медии като Интернет страници. Реализациите на Dublin Core обикновено се осъществяват с използване на XML (Extensible Markup Language) и са Resource Description Framework базирани. Dublin Core е дефиниран от ISO Standard Z39.85-2001. Например, той залага на 15 основни елемента - описателни като: заглавие, автор, тема, описание, издател, разпространител, дата, тип, формат, идентификатор, източник, език, връзка, обхват и права. Тези дескриптори се характеризират с широк обхват и не конкретизират реално знание/принос за предметната област, на която принадлежи описваният културен обект. Dublin Core е разработен от Dublin Core Metadata Initiative с цел да подпомогне намирането и съвместното използване на мрежови информационни ресурси от различни области, а не конкретно културно наследство. Приет е от организации като музеи, библиотеки, правителствени организации, частни фирми и др. за мрежово описание на ресурсите им. Семантиката на Dublin Core е зададена и се поддържа от международна група от професионалисти от различни дисциплини – библиотекознание, компютърни науки, кодиране на текст и други свързани области на науката и практиката.

MARC³ е друг пример за стандарт за метаданни, с който се представят библиографски описания. Той е разработен през 60-те години за целите на библиотечното каталогизиране в т.ч. създаване на индекси, резюмета и каталожни архиви, организиране, проследяване и улесняване достъпа до библиотечни обекти и др. Използването му е масово в библиотечно-каталожни системи, но реалното му имплементиране в онлайн среди за управление на цифрово културно съдържание като

² Dublin Core (Dublin Core Metadata Initiative, DCMI), <http://dublincore.org>

³ MARC (Machine Readable Cataloging), <http://www.loc.gov/marc/>

цифрови библиотеки или хранилища, е рядко. Причината е недостатъчната семантична информация за обектите, поддържана от този стандарт.

Стандартът Categories for the Description of Works of Art - CDWA, създаден от College Art Association (САЩ, 1990 г.) се състои от 31 категории с общо 505 метаданни за описание на произведения на изкуството (обекти и изображения). Стандартът се използва основно в САЩ.

Стандарт Museumdat, създаден от Institut fur Museumsforschung SMB-ПК (Zuse-Institut Berlin) през 2006 г. е предназначен за извличане и автоматично публикуване на основни метаданни в музейни портали. Стандартът е обобщение на CDWA Lite и се състои от 5 категории с общо 114 метаданни.

Стандарт SPECTRUM⁴ е създаден е от Асоциацията за документиране на музеите (Museum Documentation Association, MDA) във Великобритания през 2007 г. Специалисти изтъкват, че SPECTRUM е образец за „... добри практики за музейно документиране, приети в партньорство с представителите на музеите. Съдържа процедури за документиране на музейните обекти и тестовите/изпитанията, на които обектите трябва да бъдат подложени, както и идентифициране и описване на информацията, която трябва да бъде съхранявана за поддръжка на процедурите по управление...”. Поради това, че стандартът е доста обемист (съдържа 481 метаданни), за малките музеи е разработен олекотен вариант SPECTRUM Essentials. Освен метаданни, SPECTRUM съдържа и описание на 21 музейни процедури, придружен от необходимите поддържащи данни. SPECTRUM дефинира минималното количество информация, изисквана във Великобритания за музейна документация. Той е добре приет и като международен стандарт и се използва като основа за международен обмен на музейни данни. SPECTRUM е системно независим стандарт, тъй като е реализиран във формат XML DTD.

Ръководствата CIDOC Guidelines for Museum Object Information: The CIDOC Information Categories са разработени от International Committee for Documentation (CIDOC) на Международния Съвет на музеите (International Council of Museums, ICOM). Ръководствата (стандартите) дават препоръки за синтаксиса и формата на данните и контролират използваната терминология като включват информационни категории за управление на колекции и описание на техните обекти. CIDOC Guidelines

⁴ SPECTRUM (Standard ProcEdures for CollecTions Recording Used in Museums), <http://www.collectionstrust.org.uk/spectrum>

се препоръчват като база за създаване на международен стандарт и нови национални стандарти, а така също и като междинен при сравняване и свързване на съществуващи информационни стандарти за музеите. Разработен е и негов обектно-ориентиран модел, наречен CIDOC Conceptual Reference Model (CIDOC CRM) за подпомагане на обмена на музейна информация за съхранявани колекции. CRM дефинира семантиката на схемите на бази данни и структурата на документите, използвани в музейната документация.

LIDO (Light Information Describing Objects) е стандарт от 2009 г., създаден на базата на CDWA Lite, CIDOC Conceptual Reference Model, Museumdat и SPECTRUM. Той се състои от 12 категории със 75 метаданни. Стандартът е използван от проект Athena.

Тези и още голям брой стандарти за описание за знанието от културно наследство са включени и представени в [Тотков и др., 10], [Павлова, 13], [Stanchev, 01]. Категориите метаданни на стандартите Museumdat, SPECTRUM, LIDO и CIDOC CRM не са подходящи за описание на обекти от КИИ в настоящата работа поради целевата им специфика.

2.3 Подходи за защита на цифрови медийни ресурси

Основен етап от създаването на цифрови ресурси е защитата на информацията в тях от неоторизирано разпространение. Изследванията в тази област са свързани с търсенето на ефективни методи за вграждане на знаци, серийни номера и др. в оригиналните данни, доказващи техния произход. Въвеждането на все повече рестриктивни мерки от страна на някои правителства върху криптиращите услуги мотивира търсенето на методи, чрез които да се скрие информация в оригиналните данни. Изследванията в тази област се развиват в няколко поддисциплини. Едни от най-важните от тях са криптографията от областта на теория на кодирането и стеганографията.

Стеганографски методи за осигуряване на сигурността на данните

Стеганография в буквален превод от гръцки означава „тайнопис“. Както и останалите подобласти, занимаващи се със скриването на информация и

стеганографията прикрива съобщението, което искаме да остане скрито. За разлика от други подобласти като криптографията например, които се занимават с прикриването на самото съобщение, стеганографията се опитва да прикрие факта, че въобще такова вградено съобщение съществува. Вграждането трябва да бъде извършено по такъв начин, че трета страна, имаща достъп до обекта, да е неспособна да засече наличието на тайнописа. В една „идеална” система покриващият обект трябва да не може да бъде различен от стего обекта, нито от човек, нито чрез методи за статистическо компютърно търсене. Теоретично, покриващият обект би могъл да бъде всеки тип компютърно обработвани данни като статични изображения, видео, звук и текст.

Стеганографските методи за вграждане на информация използват излишните данни на цифров обект за да се запише тайна информация. И модификациите, направени при процеса на вграждане, трябва да бъдат незабележими за всеки неучастващ в комуникацията. Това налага необходимостта покриващият обект да съдържа достатъчно количество излишна информация, която да бъде заменена от секретните данни. Например всеки тип данни, които са резултат от някакъв вид физическо сканиране, съдържат стохастически компонент, наречен шум. Такива случайни изменения могат да бъдат използвани в процеса на тайна комуникация.

И стеганографията и защитата с воден знак имат за цел скрито пренасяне на информация. Въпреки това съществуват и съществени разлики между двата похвата. Стеганографията се отнася до скритата комуникация между две страни. По този начин стеганографските методи обикновено не са устойчиви на модификация на данните или имат ограничена устойчивост и защита на вградената информация срещу технически модификации, които могат да възникнат по време на предаване или съхраняване като конвертиране, компресия, трансформация на дигитален към аналогов сигнал.

Защитата с воден знак от друга страна притежава допълнителна устойчивост срещу опити да се премахне вградената информация. По този начин защитата с воден знак е приложима в случаите когато покриващият обект е достъпен до трети страни, които знаят за наличието на скрити данни в него и имат интерес от премахването на скритите данни. Едно от най-известните приложения на защитата с воден знак е доказване на авторски права върху дигитални данни, като се вгради скрита информация в тях. Друго приложение е следенето на разпространението на данни с цел събиране на данни от маркетингова гледна точка. Известни приложения са и добавяне на помощни данни към архив и подписване при опит за промяна на данните.

При стеганографията се прикрива самия факт на съществуване на тайното съобщение. Цифровата стеганография може да се раздели основно на четири направления:

- Вграждане на информация с цел скритото и предаване;
- Вграждане на цифров воден знак;
- Вграждане на идентификационни номера;
- Вграждане на заглавия.



Фигура 3. Влагане на скрити данни в мултимедия

Защита на информацията с воден знак

Цифровият воден знак е видим или за предпочитане невидим идентификационен код, който е перманентно вграден в цифрови данни и запазва присъствието си в тях след извличане му. Той е специален знак, незабележимо вграден в изображение, текст или друг сигнал с цел да се осъществи контрол върху използването на този сигнал [Berger, Todorov, 08], [Тодоров, 09], [Илчев, 13], [Ivanova, 11] и [Bogdanova, Georgieva, 08].

Всички методи за защита с воден знак имат едни и същи основни съставни блокове: система за вграждане на воден знак и система за извличане на воден знак. Входните данни към системата за вграждане са водния знак, покриващия обект и незадължителен публичен или таен ключ. Водният знак може да бъде от всякакъв тип като число, текст или изображение. Ключът се използва за да се предотврати неоторизираното извличане и манипулиране на водния знак. В комбинация с публичен

или таен ключ, техниките за воден знак се отнасят към тайна или публична защита с воден знак. Изходът от схемата са данни, защитени с воден знак.

Методи за защита на текст и изображения с воден знак:

- Методи за скриване на информация в пространствената област;
- Воден знак с разпростиращ се спектър;
- Кодирание чрез отместване на редовете;
- Кодирание чрез отместване на думите;
- Характеристично кодиране.

За да бъде една система за воден знак устойчива на атаки е необходимо да се спазват основни изисквания като:

- Незабележимост - модификациите, предизвикани от вграждането на водния знак, трябва да бъдат под прага на забележимост. Това означава, че е необходим критерий, който да се използва не само при дизайн на водния знак, но и за определяне на предизвиканите промени. Заради необходимостта от такава незабележимост, отделните елементи, които биват модифицирани се променят с оптимално малко количество;
- Излишество - за да се осигури устойчивост въпреки малкото позволени промени, информацията съставлява водния знак трябва да бъде разпределена с излишество върху много елементи на покриващия обект за да се осигури глобална устойчивост т.е. информацията да може да бъде възстановена само по малки части от данните, защитени с воден знак;
- Ключове - системите за воден знак използват един или повече криптографски сигурни ключове за да се гарантира сигурността срещу манипулиране или премахване на водния знак;
- Устойчивост - идеалната система за воден знак трябва да бъде устойчива на всякакъв вид промени, породени от стандартна или злонамерена обработка на данните. Тъй като такава практическа система не е открита, се прави компромис между устойчивостта от една страна и незабележимостта и капацитета от друга. В зависимост от целта на конкретното приложение, желаната устойчивост повлиява на дизайна на водния знак. Например при воден знак, използван за изображения, ако искаме той да е устойчив на JPEG компресия с висок компресиращ фактор, е по-добре да използваме метод, който работи в

трансформационната област, отколкото в пространствената. И обратно, ако искаме по-голяма устойчивост на геометрични трансформации като ротация, транслация, мащабиране и т.н., е по-добре да използваме пространствената област.

Тези принципи се отнасят до системи за воден знак, използващи всички видове данни като аудио, видео, форматирен текст и др.

Входните параметри към системата за извличане са данните, защитени с воден знак, таен или публичен ключ и в зависимост от метода за воден знак, оригиналните данни и оригиналният воден знак. Изходът е или извлечения воден знак W или някаква мярка за възможността водният знак, подаден на входа да присъства в разглежданите данни.

Системите за воден знак могат да бъдат разделени на три типа:

- Частен воден знак - такива системи изискват поне оригиналните данни. Системите от тип I извличат водния знак W от възможно променените данни и използват оригиналните данни за определяне дали водния знак присъства. Системите от тип II изискват също и копие от вградения воден знак и дават решение от тип „да” или „не” на въпроса: дали се съдържа водния знак;
- Получастен воден знак - не използват оригиналните данни за разпознаване, но дават отговор на същия въпрос;
- Публичен воден знак - това е проблематиката с най-много предизвикателства, тъй като в този случай не се изискват нито оригиналните данни, нито вградения воден знак.

Атаки срещу системите за воден знак

Според измененията, на които един воден знак би могъл да бъде подложен (преднамерено или непреднамерено) се различават две групи намеси. Първата включва намеси, които добавят някакъв допълнителен шум към данните, докато втората са модификации в пространствената област и геометрични промени, които целят да доведат до несъответствие между водния знак и ключът, използван при вграждане. Тези две групи атаки са известни като разрушителни атаки и синхронизиращи атаки. По-подробна класификация е направена в [Тодоров, 09].

В зависимост от приложението и изискването на водния знак, списъкът на възможните атаки включва следните основни видове намеси:

- Промени в сигнала (промения в контраста, осветеността, цветови корекции, гама корекции);
- Адитивен и мултипликативен шум (Гаусов, равномерен и др.);
- Линейно филтриране (нисочестотно, височестотно и др.);
- Нелинейно филтриране;
- Компресия със загуби (JPEG, H.261, H.263, MPEG-2, MPEG-4, MP3, MPEG-4, G.723);
- Локални и глобални афинни трансформации (транслация, ротация, мащабиране);
- Отрязване на данни (отрязване, хистограмни модификации);
- Смесване на данни (вмъкване на лого или кадър);
- Транскодиране (H.263 - MPEG-2, GIF - JPEG);
- Д/А и А/Д конвертиране;
- Множество водни знаци;
- Атака с колизии;
- Статистическо осредняване;
- Мозаечна атака.

Методи за защита на аудио файлове

За вграждане на информация в аудио сигнали могат да се използват методи, приети при други видове стеганографии. Може да се вгради информация, замествайки най-малко значещите битове на основа на особеностите на аудио сигналите или на слуховата система на човека.

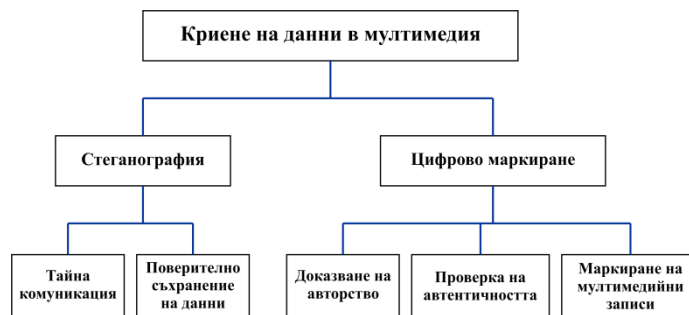
Методи за защита на аудио файлове:

- Метод за кодиране с разширяване на спектъра – този алгоритъм удовлетворява повечето от поставените по горе изисквания. Цифров воден знак (ЦВЗ) се внедрява в аудио сигнала (последователност от 8- или 16- битова последователност), което води до незначително изменение на амплитудата. За отделяне на ЦВЗ не е необходим изходен аудио сигнал;

- Модификация на фазата на аудио сигнала – вграждане на информация посредством модификация на фазата на сигнала е метод, при който фазата на началния сегмент на аудио сигнала се модифицира в зависимост от вгражданите данни. Фазата на следващите сегменти се съгласува с него за да се съхрани фазата. Това е необходимо, защото към разлики във фазата, човешкото ухо има по голяма чувствителност. Фазовото кодиране, когато то може да бъде приложено, се явява един от най-ефективните методи за кодиране, по критерий отношението сигнал-шум;
- Вграждане на информацията за сметка на изменението на времето на задръжка на ехо-сигнал – този метод позволява да се вгради информация в прикриващия сигнал, чрез изменение на параметрите на ехо сигнала. Параметрите на ехото, носещи вградената информация спадат: начална амплитуда, време за спад и време на задръжка между изходния сигнал и неговото ехо. При намаляване на това време на задръжка двата сигнала се смесват. В определена точка човешкото ухо престава да различава двата сигнала и ехото се възприема като добавен резонанс. Трудно е да се определи точно тази точка, тъй като тя зависи от изходния запис, типа на звука и слушателя;
- Метод на маскиране на скритата информация – методът с маскиране на сигнала използва ефект, при който слабо, но чуваемо звуково колебание става нечуваемо при наличие на друго по-силно звуково колебание (маскиращ сигнал). Ефектът на маскиране зависи от спектралната и времева характеристика на маскирания и маскиращия сигнал.

Основни области на приложение на криене на данни в мултимедия

По отношение на мрежово-базираните сценарии (Интернет пространството) и приложения, съществуват пет основни приложни области на технологиите за криене на данни в мултимедия [Илчев, 13], [Cox et al., 08], [Katzenbeisser et al., 00], [Lu, 05], които са показани на следващите фигура и таблица. Първите две приложни области попадат в рамките на научноизследователското направление стеганография, а останалите три са предмет на изследване на направлението цифрово маркиране.



Фигура 4. Области на приложение на криене на данни в мултимедия

Стеганография	Тайна комуникация	Разглежда предаването на поверителни съобщения през глобалната мрежа с помощта на цифрова мултимедия. Целта на тайната комуникация е подобна на предаването на криптирани данни – гарантиране на поверителността на личната комуникация между двама участници. Допълнителното предимство на стеганографските техники в тази област е, че те скриват самото наличие на комуникационен процес чрез вграждането на съобщенията в произволно мултимедийно съдържание. Двамата участници в комуникацията използват мултимедийни данни, чието съдържание е видимо за произволни трети лица (например снимки в Интернет блог) и не е поверително. Наличието и смисълът на тайните съобщения, вградени в мултимедията остават неоткриваеми от неупълномощени трети лица.
	Поверително съхранение на данни	Невидимо съхранение на поверителни данни като номера на кредитни карти, банкови сметки, пароли и др. Сигурността на съхранението на тези данни може да бъде повишена с помощта на технологиите за вграждане на данни в мултимедия. Те могат да направят криптираните лични данни невидими, като ги вградят в мултимедия. По този начин се повишава нивото на защита - добавя се допълнителен защитен слой (допълващ криптографската защита) между конфиденциалните данни и потенциалните хакери.
Цифрово маркиране	Доказване на авторство	Засяга защитата на интелектуалната собственост и позволява доказване на авторски права върху дадена мултимедия. Технологиите за криене на данни могат да вградят информация за истинския автор директно в мултимедийното съдържание. По този начин, когато възникнат спорове, касаещи авторските права върху произведението, законният автор може да докаже и защити своите права.
	Проверка на автентичността	Отнася се до защитата на мултимедийно съдържание срещу неправомерни промени. Посредством технологиите за криене на данни отделните региони от мултимедийното съдържание, които са били неправомерно променени, могат да бъдат разпознати и в зависимост от използвания метод, оригиналното съдържание може даже да се възстанови до определена степен.
	Маркиране на мултимедийни записи	Засяга също защитата на авторски права. По подобие на приложенията за доказването на авторство, методите за криене на данни вграждат информация, която идентифицира купувача или законния ползвател на мултимедийното съдържание. По този начин, ако се предприемат действия, нарушаващи правата на автора – като например нелегално разпространение на мултимедийното съдържание в Интернет – нарушителят може да се разпознае посредством скритата информация, вградена в нелегално разпространените копия.

Таблица 4. Области на приложение на криене на данни в мултимедия

Представените пет приложни области описват само най-значимите и най-разпространените приложения на криенето на данни в мултимедия, които имат отношение към глобалната мрежа. Интернет е изключително динамична среда и този списък от приложения лесно може да се разшири с нови области на приложение при всеки по-важен етап на развитие и напредък на модерните информационни и комуникационни технологии.

2.4 Средства и системи за съхранение и представяне на обекти и знания от културно-историческото наследство

В настоящия дял са проследени същността, характеристиките и основните компоненти на цифровите хранилища на медийни записи и знания. Разгледани са речниците като основен начин за разнообразно описание на знание и контекстно представяне на различни понятия и термини. Също така са разгледани цифровите хранилища, използвани за съхранение на цифрови медия обекти. Проследени са и цифровите библиотеки с техните принципи и особености с цел оптимизация и подобряване на достъпа до информация в тях. Представени са международни и национални проекти и инициативи за разработка на цифрови хранилища и архиви.

2.5.1 Системи за съхранение и категоризиране на знание. Речници

Речникът е списък от подредени по азбучен ред думи и термини с техните значения по определена характеристика. Те дават информация за произношението, граматиката, производните думи, историята или етимологията на основната дума, както и препоръки за употреба, примери, фразеологични изрази, илюстрации. Речниците се срещат най-често под формата на книги, но напоследък все повече се утвърждават тези в електронен вид.

Класификация на речниците

Квалифицирането на речниците се базира на различни критерии. Съществуват многобройни класификации в различни лексикографски и лексиколожки трудове. Най-често речниците са комбинирани, което ги прави по-ефективни, но това затруднява

обособяването им в отделни класове. Основна класификация на речниците е представена на следващата таблица:

Видове речници		Характеристики
Според вида на носителя	Традиционни	Разработени с помощта на компютър, но в крайния си вариант достигат до потребителя върху книжен носител
	Електронни	Онлайн (уеб-базирани) или локални (десктоп) речници
Според предназначението на речника	Тълковни	Тълковният речник дава описание за значението на думите според общоприета конвенция
	Граматични	Включва дефиниции, граматични правила
	Синонимни	Едноезични, представляват набор от думи със сходни значения
	Валентни	Речници на вариантите на даден език, например: британски, български, американски
	Етимологични	Проследяват развитието на думите от даден език във времето, излагайки исторически примери, за да се покаже произхода и претърпените промени
	Фразеологични	Речници, в които са представени фразеологични единици от даден език. В тях се включват: най-употребяваните в разговорната реч фразеологизми, извън литературни единици, жаргонни единици, фолклорни единици, вулгаризми и цинизми, които са типични за лексиката на младите хора
	Честотни	За предоставяне на информация, колко често срещана е дадена дума, фраза в определен корпус от текстове
	Речници за превод	Двуетични речници, които служат за превод от един език на друг
	Специализирани	Съдържат думи (термини), полезни за определена група хора в дадена професионална среда
	Терминологични	Съдържат набор от най-често използваните думи с подробно обяснение за всяка от тях
Според броя на езиките	Едноезични (моно-езични)	Едноезичен е речникът, в който думите се обясняват на същия език
	Двуетични	Речници, които съдържат преводите на думи на точно два езика.
	Многуетични	Речници, които съдържат преводите на думи на повече от два езика

Таблица 5. Класификация на речниците

Различните видове речници предоставят подробна база данни на основните градивни елементи на знанието, а именно на думи, фрази и термини, с които се изграждат по-сложни масиви от информация [Ноев и др., 09б].

2.5.2 Цифрови хранилища за съхраняване медийни ресурси. Цифрови архиви

В днешно време съществуват множество от информационни складове под формата на архиви, библиотеки, колекции и др., съхранявани в различни форми и технологии. Във времето най-разпространеният и един от най-старите начини за съхранение на информация е на хартиена основа. Съществуват запазени документи записани на папируси от преди 3-4 хил. години. През годините начина на събиране и запазване на знания се променя според обществената строй и технологичното развитие, започвайки от изографисване на пещери и дялане на камъни и се стигне до създаване на огромни библиотеки от знания и масиви със записана цифрова информация.

Цифрови архиви – същност, принципи и преимущества

Същността на архивите през времето на развитие на човешката култура е да се събере, класифицира и съхрани натрупаното знание като тези принципи са и основните предизвикателства при изграждането и експлоатирането им.

Цифровите архиви представляват колекция или склад на записи информация от различен вид – визуална, звукова, пространствена и др., съхранена и класифицирана под формата на цифрови записи с помощта на електронни технологии. Цифровият архив по своята същност е архив, ползващ преимуществата на цифровите технологии.

Според развитието на цифровите технологии и тенденцията за изграждане на информационно общество на местно и глобално ниво, съвсем закономерно е изграждането на нови цифрови хранилища или преобразуването на съществуващи архиви в електронни складове на информация. Преимуществата на цифровите архиви могат да се изброят по определени направления: гъвкавост на съхраняваните записи, достъпност до информацията и др.

При цифровите технологии съществува разделение между физическия носител на записа и информацията, съдържаща в него, което определя независимостта на цифровия архив от материалното съхранение на електронните записи. Например, колекция от дигитални изображения може да се съхранява на една или повече компютърни станции, разделена на един или повече сървъри, на множество от електронни носители (CD, DVD, Blu-Ray, HDD и др.), на независимо местоположение (в една или друга сграда, в една или друга държава, континент) и др. Като

преимущество е възможността да се копират, преместват или реструктурират записите, без да се промени съдържанието им. Освен физическата независимост на съхранените записи има и независимост на формата на съдържащата се информация като файловия формат, начин на кодиране и др. Едно изображение например може да бъде записано под файловия формат “Bit Map Picture” или същото изображение може да е записано с кодировка в JPEG формат с различни параметри, което да носи същата информационна стойност, но с различна файлова структура.

Преимуществата при достъпността до информация при цифровите архиви, спрямо конвенционалните такива са безспорни. В рамките на секунди с технологията на Интернет е възможно от всяка точка на света да се изведе нужната информация от цифровия архив. Също така едно и също съдържание може да се представи по различни начини с подробно съдържание на информацията или с резюмирана извадка, с приложения за улеснение на хора с увреждания, с различни експониращи похвати или с различни кодиращи методи. Има преимущество и при представяне на различни извадки и справки информация от избрани материали. Бързината в рамките на секунди, с която се филтрира банката с информация за извеждане на търсеното съдържание е безспорна.

Възможните предизвикателства и проблеми при експлоатация на цифрови архиви са подобни като при конвенционалните такива. Например съхранение на данните без да бъдат повредени от физическата среда, опазване на съдържанието от зловредно посегателство, съблюдаване на интелектуалната собственост и неправомерно копиране и разпространение и др.

2.5.3 Цифрови библиотеки за културно-историческо наследство

В настоящия дял са проследени същността, характеристиките и основните компоненти на цифрови библиотеки (още наричани мултимедийни цифрови библиотеки, ЦБ/МЦБ), използвани за съхранение на културно-историческото наследство. Проследени са техни принципи и особености с цел оптимизация и подобряване на достъпа до знания в тях. Представени са международни и национални проекти и инициативи за разработка на цифрови библиотеки. В последната част са анализирани подходи за използване на семантични технологии в ЦБ.

Цифрови библиотеки – същност, основни елементи, принципи, особености

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

Основни елементи на мултимедийните цифрови библиотеки

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

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

(идентифицират) метаданните пред външния свят. Различията между данните и метаданните зависят от контекста.

Терминът цифров обект (познат още като документ, библиотечен обект или информационен обект) се използва за обозначаване на единица от цифрова библиотека, типично състояща се от данни, метаданни и идентификатор. Цифровите обекти реално представляват аудио-визуални обекти, изображения, текст, уеб-страници, звук, анимация и др., които обикновено са групирани в колекции спрямо определени критерии и са съхранени в специални хранилища заедно със съответните им мета-описания.

Представените характеристики на ЦБ показват голямото сходство на тези среди с традиционните библиотеки. Този факт обосновава необходимостта от сравнителен анализ между тях и търсене на предимствата и недостатъците им [Arms, 00]. Според такова изследване:

- ЦБ са достъпни за потребителите на Интернет-средата навсякъде и по всяко време. За използването на традиционните библиотеки е необходимо потребителите да посетят сградата, в която се помещава библиотеката в определен времеви диапазон;
- Компютърът е мощно средство за бързо търсене и откриване на информация. За откриване на даден факт в традиционните източници на информация като книги, списания и др. е нужно читателят да изчете всички страници. За компютъра откриването трае секунди. От друга страна се твърди, че използването на традиционните библиотеки стимулира желание за откриването на случайни любопитни факти, защото читателят се натъква на такива при самото последователно четене. Неоспорим е фактът, че традиционните библиотеки съхраняват множество полезни материали, но потребителят може да попадне на тях по-скоро случайно, отколкото при целенасочени действия. Същевременно компютърните методи за търсене са по-добри от ръчните, не са перфектни, но се подобряват постоянно. Компютрите са особено полезни при правене на многократно повтарящи се справки от различни информационни източници;
- Информацията в ЦБ може да бъде споделено използвана. Т.к. често в традиционните библиотеки редките издания и архивни документи са в

единични бройки, достъпът до тях се ограничава и дори забранява. При поставянето на такива документи в цифров формат, достъпът до тях ще се разшири, а за поддръжката им ще е нужен само един основен сайт и евентуално няколко копия на информацията;

- Информацията в цифровите библиотеки се предоставя в нови форми и формати. В традиционните библиотеки почти цялата информация е отпечатана на хартия, което не винаги е най-подходящия вариант за ново копие, разпространение и ползване. ЦБ могат да предоставят материал в специфични формати – звук, анимация, клипове със субтитри за хора с увреждания или за нуждите на специфично обучение. В областта статистика са нужни данни, разбираеми от компютър, за да могат след това бързо да се обработват. В математическите цифрови библиотеки могат да се съхраняват цели формули под формата на компютърни символи, които директно да могат да се ползват в програми като Mathematica, Maple или Matlab;
- Информацията в ЦБ лесно се обновява за разлика от книжните носители, където създаването на подобро копие на съществуващо издание изисква време и пари. При допълването и/или поправянето на грешки на цифров ресурс мигновено може да се посочи версията и дата на промяната;
- ЦБ не са съвършен софтуер. Компютърните системи могат да се развалят или да има проблеми с трафика по мрежата, но в сравнение с традиционните библиотеки тук информацията е почти постоянно на разположение, където и когато е желана от потребителя.

Представеният анализ препоръчва използването на цифрови библиотеки като източник на ценни информационни ресурси, но изисква формулиране на особености и принципи, които те трябва да спазват за да бъдат успешно приложими. Освен това, тенденциите от последните години за оптимизиране и подобряване на достъпа до информационното съдържание поставя допълнителни изисквания и нуждата от изработване на работещи сценарии за използването му. В този смисъл са формулирани следните принципи и особености [Pavlov, Paneva, 05]:

- Знания по поискване – ЦБ трябва да осигуряват ресурси по поискване на крайния потребител. Те трябва да осигуряват средства и технологии за

поддръжка на индексирание, каталогизиране, обработване, събиране и творческо използване на различни текстови и нетекстови сложни обекти и ресурси. Новите тенденции изискват внедряване на средства за персонализиран, базиран на предпочитанията и нуждите на потребителите достъп до информационните обекти в ЦБ. Предпочитанията на потребителите ще се използват за филтриране, извличане и събиране на цифрови обекти с цел да се намали обема на данните, предоставяни на потребителя;

- Описание на ресурсите – Обектите в ЦБ трябва да бъдат сегментирани, анотирани и семантично индексирани като метаданните, прикачени към тях, трябва да описват от една страна тяхното съдържание, включвайки семантични описания, базирани на онтологии по предметни области, а от друга техническа информация за ресурса. Метаданните трябва да са изписани чрез стандартизирани езици за описание и да се съхраняват в подходящи хранилища, осигуряващи услуги за тяхното управление, в т.ч. булеви заявки, заявки за извличане на обекти според определени категории, заявки за извличане на подобни обекти, изводи и др.;
- Операционна съвместимост – Установяване на протоколи, стандарти и формати за улесняване на съвместното използване на разпределени цифрови библиотеки и техните ресурси;
- Излагане на хетерогенни ресурси съгласувано – ЦБ, която осигурява разнообразно съдържание, често се характеризира с хетерогенност на оригиналните формати на ресурсите според процеса на тяхната дигитализация или създаване, нивото им на детайлност, мета-описания на ресурсите и др. Ето защо е нужно при включването на нови обекти в цифровата библиотека да се спазват общи стандарти за поддръжаните формати, мета-описанията, дескрипторни схеми, използваните онтологии за целевата област на библиотеката и др.;
- Поддръжка на ресурсите – т.к. създаването и поддръжката на ЦБ включва разходи за изграждане, последващо осигуряване на достъпа до цифровите ресурси, опазването им и други дейности, е необходимо разработване на икономични модели за поддръжката и нейното обновяване;

- Дефиниране на права за ползване и защита на дигиталното съдържание - Ключови елементи на ЦБ са защита на законовите права за публикуване, копиране, интелектуалната собственост, както и ограниченията срещу неправомерен достъп и кражба на излаганата информация. Въпреки че главната идея на ЦБ е безпроблемния и лесен достъп до разнообразни материали, основно тяхно задължение е да се грижат и управляват цифровите материали, като осигуряват нужните защиты. Предизвикателство тук е да се разработят механизми и технически средства за определяне нива на достъп и употреба на материалите, изложени в цифровата библиотека, предотвратяване на кражби и повреждане на ресурси;
- Осигуряване на резултатни и по-гъвкави механизми и средства за преобразуване и представяне на дигиталното съдържание според потребностите на крайния потребител – Понастоящем всяка информационна единица в ЦБ е представена в различни формати или версии. Тези много форми съществуват, за да обслужват голямото разнообразие от потребители. Често са включени допълнителни функции за намаляване на времето за изтегляне на обектите и преобразуването им за предаване по различни мрежи, компресия, преформатиране и др. По този начин се работи по изграждане на системи, доставящи бързо цифрови обекти, които да могат да се показват на всички потребители чрез съобразяване с използваните от тях хардуер и софтуер.

От друга страна, изграждането на средства за преобразуване и представяне на дигиталното съдържание според нуждите на крайния потребител е пряко свързано с изследването на цялостен модел на знанието за потребителите, техните характеристики, изисквания, особености и поведение в системата. Моделът на потребителя е важен компонент за всяка система, чиято цел е осигуряване на адаптивно съдържание и персонализирани информационни потоци. Той позволява на системата да осигурява индивидуализирано съдържание и да води потребителя по оптимален път за изследване на обектите, да определя актуалното равнище на неговите знания и умения, да се съобразява с нуждите му, динамично да сглобява представяната информация на базата на индивидуалните изисквания и стил на изследване на обектите, да включва на живо специалист, с който потребителят да проведе реална консултация и др.

Стремителното развитие на технологиите за цифрови библиотеки през последните години налага тенденция за повишаване на изискванията, свързани с функционалността на мултимедийните цифрови библиотеки. Изхожда се от необходимостта да се покрият по-широк набор от дейности за по-лесно и ефективно достигане, откриване и използване на информационните им ресурси, осигуряване на операциона съвместимост, сигурност и защита, преносимост, адаптивност и персонализация на ресурсите и др.

Разработката на стандартна цифрова библиотека обикновено следва модулен принцип като първоначално се създават функционалните модули за въвеждане, индексирание, семантично аотиране и управление на ресурси и колекции, управление на описващите ги метаданни, следват алгоритми и модули за търсене, механизми за защита на ресурсите и оторизиран достъп и др. До настоящия момент не е създаден универсален шаблон за реализация и всяка библиотека се изгражда със собствена уникална архитектура и предоставяни услуги. Това е причината да възникват различни проблеми, свързани с внедряването на изискваните нови функционалности, като семантично и контекстно-базираното търсене, персонализирано търсене, персонализиран и адаптивен достъп до цифровите обекти, преносимост на ресурсите и др. В повечето съществуващи цифрови библиотеки умишлено се изпускат услуги, управляващи богати семантични структури (в т.ч. онтологии) като се изхожда от общоприетото схващане, че в тези системи потребителят се интересува от базовия информационен поток, който му се предоставя, не е нужно да се разширява, променя или адаптира [Панева-Маринова, 08].

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

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. По-значими проекти, програми и инициативи от последните години са: DELOS⁵, DILIGENT⁶, „i2010:Digital

⁵ DELOS – A Network of Excellence on Digital Libraries, <http://www.delos.info>

⁶ DILIGENT – Digital Library Infrastructure on Grid Enable Technology, <http://www.diligentproject.org/>

libraries”, MINERVAPLUS⁷, шеста и седма рамкови програми на Европейския съюз за научно и технологично развитие и приоритетите им за цифровизацията, онлайн достъпност и дигитално запазване на културното наследство на различните нации и съхранението му в на цифрови библиотеки. През август 2006 Европейската комисия прие „Препоръки за цифровизация и онлайн 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 дигитализиращи средства в широк мащаб, за да се ускори процеса на поставянето на европейското културно наследство онлайн. Комисията още препоръчва действия за решаване на проблеми като авторско право, права за достъп, систематичното запазване на дигиталното 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, за повсеместен онлайн достъп до общото европейско културно и научно наследство и премахване на пречките за достъп до съдържание. 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, Paneva-Marinova, 11], [Богданова, 13], [Ivanova et al., 12] и [Ivanova et al., 14]. По-значими от тях са: „Цифрови библиотеки с

⁷ MINERVAPLUS – Ministerial Network for Valorising Activities in Digitization, <http://www.minervaeurope.org>

мултимедийно съдържание и приложения в Българското културно наследство“ с мултимедийна цифрова библиотека „Виртуална енциклопедия на Българската иконография“⁸, [Paneva-Marinoва et al., 10a], [Paneva-Marinoва et al., 10b], [Pavlova-Draganova et al., 10], [Paneva-Marinoва et al., 05], Цифрова библиотека „Календар на светците“⁹, [Goynov et al., 11], [Rangochev et al., 12], 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“¹⁰, [Paneva-Marinoва et al., 10b], [Bogdanova, Pavlov, 12], [Paneva-Marinoва et al., 11a], [Bogdanova et al., 06a], [Богданова, 11] „Фолклорни мотиви и антропология“¹¹, „WebFolk България“¹² и др.

Изследвания по създаването на цифрови хранилища от други области са представени в [Bogdanova et al., 10b], [Bogdanova et al., 11c] и [Богданова и др., 11b]. Към текущия момент се разработват проекти по създаване и представяне на цифрови обекти от областта на културно-историческото наследство [Богданова, 13], [Богданова и др., 13a], [Богданова и др., 15], [Ivanova et al., 14].

Подходи за използване на семантични технологии в цифрови библиотеки

През последните години броят на научните изследвания и експерименти, извършени в областта на приложението на Семантичният 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 онтолозиите – 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,

⁸ Мултимедийна цифрова библиотека „Виртуална енциклопедия на Българската иконография“, <http://mdl.cc.bas.bg>

⁹ Цифрова библиотека „Календар на светците“, <http://www.eslavsanct.net/>

¹⁰ 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/>

¹¹ „Фолклорни мотиви и антропология“, <http://liternet.bg>

¹² „WebFolk България“, <http://musicart.imbm.bas.bg/EN/Default.htm>

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 – двуизмерни 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.

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. [Панева-Маринова, 08], [Денчев и др., 14]. В бъдеще се очаква разработване на нови и подобряване на съществуващите семантично-базирани подходи, методи и техники, прилагани в цифровите библиотеки.

Изводи

Цифровизирането на културно-историческото наследство е важна задача за запазване на знанието за бита и културата на обществото. Дигитализирането и създаването на ново цифрово съдържание, опазването и разпространението на това електронно съдържание със съвременни технологии е основна част от изграждането на съвременно общество.

В резултат на направените проучвания и анализи могат да се направят следните изводи:

- За дигитализирането на камбанните обекти, като част от културно-историческото наследство и според тяхната специфика и характеристика, трябва да се цифровизират различни аспекти от тяхната същност: геометрични измервания на формата и големината на обектите; художественото оформление на камбаните, изображенията на религиозни персонажи и надписи; описване на културно-историческото значение на всеки обект; описване на исторически факти относно живота на камбаните; цифровизиране на звука и анализи на записите; създаване на документ (паспортизиране) на всеки камбанен обект;
- При създаване на цифрово съдържание на обекти от културно-историческото наследство се има предвид някои особености и специфични аспекти на цифровите ресурси. Например: за създаването на електронния обект - качество на информацията, съхранена в цифровия

файл, методи за цифровизиране, съвместимост на файловете формати, възможност за мрежово споделяне, мултиплатформеност; индексирание на цифровото съдържание чрез използване на световни стандарти за метаданни за обекти от културно-историческо наследство, с възможност за обмен на знания с множество световни системи; създаване на електронно съдържание на различни носители на знание – текст, аудио, фото, видео; създаване на обекти с нови характеристики (например 3D модели); използване на методи за защита на цифрови мултимедийни обекти чрез вграждане на скрито съдържание в записите;

- Използването на различни цифрови системи за съхранение и достъп до електронно съдържание е препоръчително поради различните задачи, които изпълняват отделните системи: речниците са добри и бързи носители на текстово съдържание и знание; цифровите архиви съхраняват масиви от цифрово мултимедийно съдържание с голям обем и съответно по-детайлно и качествено мултимедийно съдържание; цифровите библиотеки за източник на ценни информационни ресурси с многофункционални възможности и широк спектър на покритие на знание, но поради търсено бързодействие и широкообхватност правят компромис с детайлността на мултимедийното съдържание.

Изводите от направените проучвания в представената глава, доведоха до формулиране на конкретните задачи в Глава 1, водещи до постигане на целта на дисертационния труд. В глава 4 е представена реализация на създаване на цифрови ресурси от областта на камбанологията, тяхното съхранение и защита чрез модифицирани методи.

Направените проучвания, представени в тази глава са докладвани и публикувани в [Noev, 10], [Bogdanova et al., 11f], [Bogdanova et al., 10c], [Bogdanova et al., 11d], [Bogdanova et al., 10a], [Bogdanova et al., 11a], [Bogdanova et al., 13a], [Ноев, 09a], [Noev, Todorov, 14].

Глава 3. Семантично ориентирана архитектура, представяща знанието за обекти от областта на камбанологията

В тази глава е направено аналитично изследване на технологии за представяне на знания и по-конкретно технологии за аотиране на знание в Семантичния уеб. Проучени са начини за изграждане на онтология и е представена нейната обща структура, компоненти и особености. Направен е обзор на 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 раздела е проследен процесът на семантично маркиране на данни. Изградена е концепция и са очертани подходи за използването на онтологии и онтологични метаданни за реализация на семантични описания на обекти от културно-историческото наследство. Направено е изследване на подходите за представяне на семантично-ориентирано знание за ценни в културно-исторически план камбани, реализирано чрез средствата на технологиите на Семантичния уеб. Описани са в детайли семантиката и знанията за избраната предметна област, като е направена е формализация на знанието за описаните обекти. Разработени са различни онтологични подструктури, допълващи това знание, реализирани на базата на знанието за обект камбана, включващи: „Онтология на историческите събития, свързани с предметната област”; „Онтология на религиозни и светски сюжети, изобразени на камбанни обекти”; „Онтология на камбанолелярството”; „Терминологичен речник (таксономия) в областта на камбанологията”. Представени са връзките между тези онтологични подструктури, както връзки на обектите с други (външни) семантични системи. Описани са модели за индексирание на обекти от избраната културно-историческа област, използвани в цифрови хранилища и библиотеки. Проследено е изграждането на онтологичните структури и процеса им на реализация. Главата завършва с анализ на специфичните особености за защита на онтологично-ориентираното знание за обекти камбана чрез влагане на електронен подпис в семантично структурирани текстови анотации.

3.1 Семантично-ориентирано представяне на знания за обекти от културното наследство

В настоящия дял е направено аналитично изследване на технологии за представяне на знания и по-конкретно знания в семантичното Интернет пространство. Представени са същността на Семантичния уеб и онтологичните системи като основните знанийни структури в тази мрежа. Описана е общата структура на една онтология, нейните компоненти и особености. Представени са различни класификации на онтологиите, съвременните езици, стандартите и софтуерните инструменти за изграждане и работа с онтологии и др. Описани са речници, метаданни и съвременни технологии, с които се изгражда на една онтологична система. Описани са и добри практики в направлението за да се подпомогне избора на средства и методи за изграждане на онтология с оглед на поставената цел. В секцията са проследени типовете метаданни и процеса на семантично маркиране на данни. Прегледът и направеният анализ целят да се изгради концепция и да се очертаят подходите за използване на онтологии, речници и онтологични метаданни за реализация на семантика в една цифрова мултимедийна система.

3.1.1 Средства за семантично-ориентирано представяне на знания. Семантичен уеб

Семантичен уеб (англ. Semantic Web)

През изминалите години се наблюдава изключително разрастване на Интернет (World Wide Web – WWW), използван предимно като средство за пряк достъп до информационни ресурси. Нова технология, целяща да разшири тази употреба на Интернет е Семантичният уеб (Семантична мрежа), която въвежда семантично маркиране на данните в Интернет [Antoniou, van Harmelen, 08]. По този начин се създава семантично-свързана и лесно обработваема от компютри информация и се позволява по-точно търсене, анализ, смесване и представяне на данни от различен тип. Понятието Семантичен уеб е въведено от Тим Бърнърс-Лий [Berners-Lee, Fischetti, 99], директор и създател на World Wide Web Consortium¹³ (W3C) и определя следващото поколение Интернет, с което се описва надграждане на конвенционалното мрежово

¹³ The World Wide Web Consortium (W3C), <http://www.w3.org>

пространство и разширение на информацията, публикувана там. Използва се като термин, с който се описва възможността информацията, с която боравят компютрите да е разбираема и за машините и за хората, в смисъл, че машините пряко или косвено тълкуват и обработват значението и предназначението на информационните ресурси на мрежата. При семантичния уеб се говори за бази от знания като знанията да бъдат достъпни за компютрите – не само да са обработваеми, както е в базите данни, но и „разбираеми”, което означава, че и машините ще могат да направят интелигентна интерпретация на знанията.

Технологиите, използвани в изграждането на семантичния уеб са предназначени да предоставят формално описание на понятията, термините и взаимоотношенията в рамките на дадена област на знания, необходими при създаване на онтология.

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 се определя като основен задвижващ механизъм за бъдещите Интернет приложения и услуги, такива като интелигентни мрежови услуги, интелигентно информационно интегриране (от англ. Smart information integration), съвместна работа на различни мрежови системи, следващо поколение управление на знанията (от англ. Knowledge management), електронен бизнес в динамично променящи се обстоятелства и др. [Павлов, Дочев, 03], [Денчев и др., 14].

Онтология. Дефиниране на онтология

В ядрото на Семантичния уеб стоят онтологиите, които са основна технология за описване и семантично маркиране на данните в Интернет и позволяваща им изграждането на машинно-обработваемо знание.

Терминът онтология идва от философията, където според определението, което дава Аристотел, онтологията е „наука за биващото като биващо”. Най-общо казано, онтологията изучава битието – както началата на всичко съществуващо, така и основните му принципи и категорийното им изразяване.

Думата „онтология” е взимствана от философията, където има две основни значения:

- Онтология 1 – философска дисциплина, която изучава най-общите характеристики на битието и същността;

- **Онтология 2** – това е артефакт, характеристика, структура, описващи значения на елементите на някоя система.

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 (определена гледна точка) за света. В литературата по изкуствен интелект понятието се използва за означаване на формално представени знания на основата на някаква концептуализация.

Неформално онтологията представлява описание на една гледна за света, приведена в конкретна област на интереси. Това описание се състои от условия, термини и правила за използването на тези термини, ограничавайки тяхното значение в конкретната предметна област. На формално ниво онтология е система, състояща се от набор понятия и набор от твърдения за тези понятия, с чиято основа можем да опишем класове, отношения, функции и елементи.

Едно от най-известните определения за онтология е дал Том Грубер [Gruber, 93], което звучи по следния начин: „Онтология – това е точна спецификация на концептуализация”. Концептуализация – това е структура на действителността, разгледана независимо от речника на предметната област и конкретната ситуация. Например, да разгледаме проста предметна област, описваща зарове на маса, то концептуализацията се явява набора възможни положения на заровете, а не конкретното им разположение в текущия момент.

Последваща модификация на определението дадено от Грубер се явява такова определение: Онтология – това е формална спецификация на съгласувана концептуализация. Под съгласувана концептуализация се подразбира, че дадената концептуализация не съдържа частен случай (частно мнение), а се явява обща (съгласувана) за някои групи от хора.

Формулирани са още много различни определения на онтология. Като например, Никола Гуарино определя онтологията както следва: Онтология – това е формална теория, ограничаваща възможните концептуализации на околния свят.

Някои определения отразяват начина, по който авторите изграждат или използват онтологии, например: Онтология – това е йерархично структурирано множество от термини, описващи предметна област, което може да се използва като изходна структура на бази от знания.

Съдържание на онтология

Без значение от езиците за описание, които използват, онтолозиите споделят общи характеристики с цел да направят възможните задачи по представянето на знанията и правенето на изводи. Често 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, Дочев, 03].

Данните, описани от една онтология се тълкуват като набор от „обекти“ и набор от „твърдения за принадлежност“, с които тези „обекти“ взаимодействат помежду си.

Онтологията съдържа и набор от аксиоми, които поставят ограничения върху „индивидите“ и вида на позволените взаимоотношения между тях. Тези аксиоми предоставят част от семантика на онтологичните системи, която позволява на машинните агенти да направят извод на основата на допълнителната информация към изрично исканите данни.

Основни компоненти на онтологията се явяват:

- Класове (или понятия);
- Отношения (или свойства, характеристики);
- Функции;
- Аксиоми;
- Екземпляри (или индивиди).

Класовете (или понятията) се използват в широк смисъл. Понятие може да бъде всяко твърдение, за което може да се даде някаква информация и 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. Идеята зад понятията в онтологията може да се разглежда като подобна на тази на класовете в парадигмата на

обектно-ориентираното моделиране. 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. Класовете – това са абстрактни групи, колекции или набор от обекти. Те могат да включват в себе си екземпляри, индивиди, други класове или комбинация от тях. Класовете в онтолозиите обикновено са организирани в таксономия – йерархическа класификация на понятията по отношение на включването. Например, класовете *Мъж* и *Жена* се явяват подкласове на класа *Човек*, който на свой ред е включен в класа *Бозайници*.

Отношенията (нар. още свойства и релации) представляват типа на взаимодействие между понятията в предметната област, като ги характеризират и спомагат за идентифицирането им. Те могат да се използват за свързване на екземплярите на различни класове или за даване на стойност на атрибути. Свойствата са начин на представяне на съществуващите връзки между понятията в дадена област. Те са основата на йерархичната (*is-a* релации) и мрежовата структура на онтологията. Два типа релации са особено важни: таксономия и мереология. Таксономията на понятията определя главните „суперклас-подклас“ отношения в предметната област. На фигура 14 са означени таксономичните връзки чрез стрелки без етикети от онтология за обект камбана. Наследяването на свойствата на концепциите в таксономията се моделира по различен начин чрез различните езици за представяне на онтологии. Мереологичната релация се дефинира в онтологичните модели за да изрази ситуация, в която цялото е съставено от части.

Формално n -торно отношение се определя, като подмножество на произведение на n множества: $R: C1 \times C2 \times \dots \times Cn$. Пример за бинарното отношение – *Част-Цяло*. Отношенията може да са организирани в таксономия по включване: например, отношенията *да_си_баща_на* и *да_си_майка_на* на множество хора се съдържа в отношението *да_си_родител_на*, което се съдържа в отношението *да_си_предшественик_на*.

Функции – това е специален случай на отношение, който n -тият елемент на отношението еднозначно се определя от $n-1$ предшестващи елементи. Формално функцията се определя по следващия начин: $F: C1 \times C2 \times \dots \times Cn-1 \rightarrow Cn$. Примери за функционални отношения се явяват отношенията *да_си_майка_на* на множество хора или *цена_на_поддръжка_на_автомобил*, което се изчислява в зависимост от модела на автомобила, дата на производство и изминат пробег.

Аксиоми се използват за записване на изявления, които винаги са верни. Те могат да бъдат включени в онтология за различни цели, като например за определение на комплексни ограничения върху стойностите на атрибутите, аргументите на отношенията, за проверка на достоверността на информацията, описана в онтологията или за показване на нова информация.

Като например, че в рамките на онтологията под аксиоми, може да се приведе следващото положение и формално да се изрази на език за предикатно смятане от първи ред:

Работник, (който е) ръководител_на_проекта, работи в проекта.

Въвеждаме променливите E (работник) и P (ръководител). Тогава аксиомата може да се запише, както следва:

$\text{forall}(E,P) \text{ Employee}(E) \text{ and Head-Of-Project}(E,P) \Rightarrow \text{Works-At-Project}(E,P)$.

За_всички(E,P), Работник(E) и Ръководител_проект(E,P) \Rightarrow Работят_по_проект(E,P).

Има различни начини за посочване на части от цялостна структура, изброени в следващата таблица [Artale et al., 96]:

Вид връзка	Описание	Пример
Компонент / Обект	Обектът има собствена структура и неговите компоненти притежават свои специфични функции.	„Колелата са части на кола”
Член / Колекция	Членовете не играят никаква специална роля по отношение на цялото, те са само отделни части от него.	„Дървото е част от гора”
Част / Множество	Цялото (множеството) е хомогенна съвкупност и частите са подобни на него, но и отделими от него.	„Този резен е част от лимона”
Съставна част / Обект	Изразява се идеята на релацията „е произведено от”, където съставните компоненти не могат да се отделят от обекта и нямат никаква особена роля.	„Велосипедът е произведен от стомана”
Акт / Дейност	Обозначава фаза от дейност. Фазата като компонент има функционална роля, но не е отделима.	„Разбирането на същността на понятие е част от обмислянето му”
Място / Област	Изразява пространствена релация между региони, заети с различни обекти.	„Оазисът е част от пустинята”

Таблица 6. Видове начини за посочване на части от цялостна онтологична структура

Едновременното използване на различни видове „*част-от*” релации обуславя те да бъдат дефинирани без позволена транзитивност в много онтологии и така да се избегнат грешни изводи.

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 – поставят ограничения върху структурата на онтологията. Например, „*Понятията А и В не се припокриват*”, т.е., не съществуват индивиди, които са едновременно екземпляри *А* и *В*.
- неструктурни аксиоми – поставят ограничения върху интерпретацията на дадено понятие чрез условия за неговите атрибути.

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

Класификация на онтологиите

При разработка на онтология е важно да се определи предварително какъв ще е видът и според целите и обхвата. Понастоящем съществуват множество класификации 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. Основна класификация, представена от Фенсел [Fensel, 04] разделя онтологиите на:

- Общи онтологии;
- Онтологии, ориентирани към конкретна област;
- Онтологии, ориентирани към конкретна задача;
- Онтологии за метаданни;
- Репрезентационни онтологии;
- Приложни онтологии и др.

Общите онтологии (онтологиите от най-високо ниво) са предметно-независими онтологии, които целят да отразят общовалидни знания за околния свят и да включват

описание на понятия като пространство, време, обект, събитие, действие, количество, мярка и т.н. (независими от конкретната задача или област и валидни за няколко предметни области едновременно). Този тип онтологии са унифицирани за големи общности от потребители. Създаването на достатъчно пълна обща онтология е много сериозна задача, която все още няма задоволително решение. Добър пример за обща онтология е CYC¹⁴. Проектът CYC на Cycorp е ориентиран към създаването на мултиконтекстна база от знания и специална машина за извод. Основната цел е построяването на база от знания за всички общи понятия, която да включва семантичната структура на термините, връзките между тях и множество аксиоми. Тази база от знания да бъде достъпна за разнообразни програмни средства, работещи със знания и да играе ролята на база от „начални знания”. Според някои литературни източници в тази онтология вече са представени около 105 понятия и 106 аксиоми. По проекта е разработен специален език, наречен CycL, използван за изразяване на знанияните структури [Matuszek et al., 06].

Онтологиите, ориентирани към конкретна предметна област, описват знанията (речник), валидни за дадена област като медицина, електроника, механика, цифрови системи, търговия и др.

Онтологиите, ориентирани към конкретна задача, описват речник, свързан с конкретната задача или дейност (диагностика, продажби и т.н.). Примери за онтологии, ориентирани към определена предметна област и задача, са TOVE и Plinius. Онтологията в системата TOVE¹⁵ [Fox, 92] е предметно-ориентирана към представянето на модел на корпорация. Основната цел в разработването на тази система е отговарянето на въпроси на потребители по управление на бизнес процеси, извличайки явно представени знания в онтология. Задачата е да се създаде информационен модел за многократна употреба, който да осигури споделена (обща) терминология за бизнес предприятия, която всеки агент да може да разбира и използва; да се дефинира значението на всеки термин максимално точно и ясно; да се реализират семантиките в множество от аксиоми, за да се позволи на TOVE системата автоматично да генерира отговор на общи въпроси, отнасящи се до бизнес предприятието; да се дефинира символика за описание на термини или концепции и др. В тази онтология няма средства за интегриране с други онтологии. Формално онтологията се описва с

¹⁴ Проект CYC, Cycorp, <http://www.cyc.com/>

¹⁵ TOVE , Toronto Virtual Enterprise Project, <http://www.eil.utoronto.ca/enterprise-modelling/tove/>

помощта на фреймове. Онтологията на системата Plinius е предназначена за полуавтоматично извличане на знания от текстове в областта на химията. При нея няма явна таксономия на понятията. Вместо това са определени няколко множества от първични понятия (например, химичен елемент, цяло число и т.н.) и правила за конструиране на останалите понятия. В онтологията са описани около 150 понятия и 6 правила. Формално онтологията на Plinius също се описва с помощта на фреймове [Jones et al., 98], [Mars et al., 94].

Онтологиите за метаданни като Dublin Core осигуряват речник за описание на съдържанието на онлайн информационни източници.

Репрезентационните онтологии не се обвързват с никоя отделна област.

Приложните онтологии описват понятия, които зависят както от конкретната предметна област, така и от задачите, които ще се решават. Понятията в такива онтологии често съответстват на ролите, които играят обектите в предметната област в процеса на изпълнение на определена дейност.

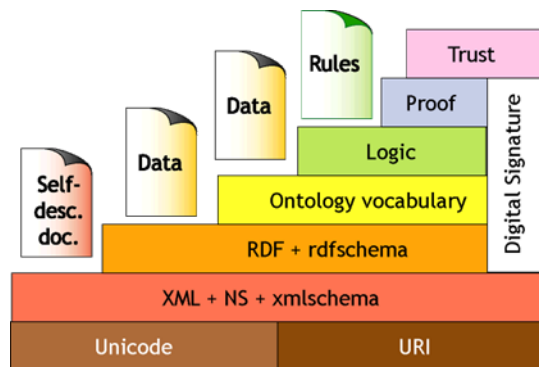
За авторите, които поддържат концептуалната идея, е от особена важност степента на детайлност, използвана за описание на концепциите в онтологиите. Тези с по-детайлно описание са по-добри, но за тях е необходимо използването на по-богат речник. По-опростените могат да бъдат разработвани с цел да бъдат споделяни между различните потребители, възприели и споразумели се предварително за концептуализацията, намиращата се в основата на онтологията.

Друга класификация, която се поддържа от някои автори, се основава на типа на включения в онтологията речник на понятията. В зависимост от типа на речника си онтологиите се разделят на четири вида:

- Силно неформални (изразени в свободна форма на естествен език);
- Полунеформални (изразени в ограничена и специално структурирана форма на естествен език);
- Полуформални (изразени с термините на изкуствено създаден език);
- Формални (изразени с точно дефинирани термини и формално описана семантика, с теореми за пълнота и съответни доказателства).

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

Семантичният уеб най-често се описва чрез седемслоен модел, разработен от Тим Бърнърс-Лий. На следващата фигура и таблица са описани слоевете на семантичния уеб [Fensel, 04].



Фигура 5. Седемслоен модел на Семантичния уеб

Ниво	Описание
Седмо	Доверителен слой (англ. Trust) – включва управляващи правила за коректност
Шесто	Доказателствен слой (англ. Proof) – осигурява доказателства като необходимо условие за комерсиализация
Пето	Логически слой (англ. Logic) – действията се изпълняват върху твърдения, дефинирани на онтологичния език
Четвърто	Онтологичен речник (англ. Ontology vocabulary) – има определен брой онтологични езици, разширяващи логическите структури на RDFS. Обикновено се включва и възможността за дефиниране на еквивалентности, инверсии, сечения и обединения. В Европа е разработен слойът Ontology Inference Layer (OIL), докато по същото време в САЩ се работи върху DARPA Agent Markup Language (DAML). Следва обединение на двата за получаване на DAML+OIL, който на свой ред сега се заменя от Web Ontology Language (OWL)
Трето	Resource Description Framework (RDF) – предоставя семантичната структура, базирана на употребата на тройките „субект, обект, предикат“
	RDF Schema (RDFS, rdfscheme) – дава възможност за дефиниране на структурите като класове и подкласове
Второ	eXtensible Markup Language (XML) – език за маркиране, който дава основния синтаксис
	Именуванни пространства (англ. Namespaces, NS) – области от анотации, дефиниращи един обект
Първо	XML schema (xmlschema) – дефиниране на ограничения и правила в XML.
	Набор от символи Unicode – прави възможно използването на всички световни азбуки
	Uniform Resource Identifiers (URIs) – разширение на по-известните URLs, осигуряват уникалното представяне на елементите чрез низове от символи, идентифициращи Интернет-ресурсите

Таблица 7. Нива на седемслойния модел на Семантичния уеб

Седемслойният модел на Бърнърс-Лий описва практическата реализация на Семантичния уеб, осъществена посредством различни компютърни езици и стандарти. XML – eXtensible Markup Language (от англ. език за разширено маркиране) е универсален език и Интернет-мрежови стандарт, който осигурява възможности за дефиниране и обмен на структури от данни. Наследник на Standard Generalized Markup Language (SGML), XML е етикетно-базиран език за описание на дървовидни структури от данни с линеен синтаксис. Множество езици и технологии се основават на XML. Document Type Definition и XML Schema, например, са основни средства за дефиниране на ограничения в синтаксиса и структурата на информационни източници. Resource Description Framework е друг XML-базиран език, който служи за представяне на информация, описваща мрежови-ресурси т.е. той осигурява средства за добавяне на семантики към даден мрежови-документ [Decker et al., 00]. RDF е инфраструктура, която прави възможно кодирането, обмяната и многократното използване на структурирани метаданни от търсачки, интелигентни машини, информационни брокери, агенти, браузъри, хора и др. RDF Schema осигурява базисна схема на типовете за RDF, включваща основни класове и подкласове, техните свойства и ограничения. Чрез RDFS могат да се изразяват основни класови йерархии и релации между класовете и обектите по подобие на обектно-ориентираните езици за програмиране. DARPA Agent Markup Language (DAML+OIL) е друг език за маркиране на семантики за уеб-ресурси. Той е разработен, следвайки принципите на RDF и RDF Schema, но разширява тези езици с по-богати моделиращи примитиви. Моделиращите примитиви на DAML+OIL обикновено се откриват във фрейм-базираните езици. Езикът е разработен на базата на оригиналния онтологичен език DAML-ONT, като са добавени част от езиковите компоненти OIL. DAML+OIL предоставя сполучлив алтернативен синтаксис за дескриптивната логика с подразбиращ се RDF Schema-базиран механизъм на доставяне. Ontology Inference Layer е друг език за представяне на онтологии, който е съвместим с Интернет-мрежовите стандарти. Той комбинира черти на фрейм-базираните езици и дескриптивната логика. Неговата цел е да надгради RDF Schema чрез добавяне на моделиращи конструкции от дескриптивната логика. OIL притежава многопластова архитектура, позволяваща на интелигентните агенти, които не могат да се справят със сложни изводи, да имат достъп само до ниските нива на описанието на ресурсите, за да могат да ги разбират частично [Wilson, Villa, 02]. OWL¹⁶ е онтологичен

¹⁶ Web Ontology Language (OWL), <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>

език, предназначен за семантично описание и обработка на веб-информация. Той е разработен от W3C Web Ontology Working Group като подобрено издание на DAML+OIL. OWL цели да разшири съществуващите веб-стандарти за дефиниране и обмен на структури от данни (XML, RDF и RDF Schema) и да позволи изграждане на различни типове онтологии. OWL притежава формализиран синтаксис и голяма изразна мощ. Може да осигурява автоматично генериране на изводи [McGuinness, Harmelen, 04]. OWL се състои от 3 подезика: OWL Lite, OWL DL и OWL Full.

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

Например:

- инструменти за създаване на онтологии - Apollo, LinkFactory®, OIEd, OntoEditFree, Ontolingua server, OntoSaurus, OpenKnoME, Protégé, SymOntoX, WebODE, WebOnto, OntoBuilder и др.
- инструменти за обединение и интегриране на онтологии – Chimaera, FCA-Merge, PROMPT, ODEMerge и др.
- инструменти за онтологично аотиране – AeroDAML, COHSE, MnM, OngtoAnnotate, OntoMat-Annotizer, SHOE Knowledge Annotator и др.
- инструменти за конструиране на заявки към хранилища с метаданни, базирани на онтологии - ICS-FORTH RDFSuite, Sesame, InKling, rdfDB, RDFStore, Extensible Open RDF (EOR), Jena, TRIPLE, KAON Tool Suite, Cerebra®, Ontopia Knowledge Suite, Empolis K42 и др.

Голяма част от изброените софтуерни приложения притежават интуитивен графичен интерфейс, който цели максимално да улесни работата и управлението на онтологични структури.

Изводи

Семантичният веб и неговите градивни компоненти - онтологиите осигуряват структура, методи и средства за представяне на семантичната същност на информационните обекти, създават основа за семантично им аотиране и реализиране на семантично-базиран достъп до тях. Създаването на онтологии в различни области позволява унифицирането на знанието им и всеобщото му разбиране, компютърната му

обработване и правенето на семантични изводи. За целта са разработени голям брой езици и софтуерни инструменти за създаване и формално изписване на онтологии, аотиране на обекти чрез онтологични метаданни, правене на заявки и семантични изводи, обединение и интегриране на онтологии и др.

3.1.2 Подходи за използване на онтологии и онтологични метаданни за реализация на семантични описания на цифрови обекти камбана

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 [Zheleva, Pavlov, 03], [Bogdanova et al., 10a]. 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 [Павлова, 13]. 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.

3.2 Формализация на семантиката на обекти от областта на камбанологията

Обектите камбана могат формално да се опишат с помощта на различни тематични области на описание (още наричани „нива на знание“). Всяка от областите съдържа различни подобласти, включвайки множество характеристики, описващи обектите.

Първото основно ниво на знание, наричано „Първично ниво“ описва обектите камбана, като съдържа общи идентифициращи характеристики като: идентификатор; тип; съдържател; собственик; локация; част от комплект; изработка; отлята от леяр/леярна; художествено оформление; технически данни; форма; размери; тегло и др.

Второто ниво на знание, наименувано „Описателно ниво“ покрива информация относно описателни детайли на обекта, свързани с художественото оформление. То описва изобразеното съдържание върху обекта камбана (ако има такива), знанието за различни културно-исторически събития в обществото, свързани с обектите камбана, като описва тези събития и връзката им с обектите. Съдържанието на тази област включва описания на различни орнаменти, текстове (относно създателя на камбаната, технически данни, изписани върху нея, послания, религиозни текстове и др.) и изображения на (религиозни или исторически персонажи - светци, владетели, сцени, знаци и др.). Също така включва описание на понятия и термини като „изработена в памет на“, „подарена по повод на“, „възпоменателна камбана“ и др.

Последното ниво на знание наричаме „Технически данни“. То покрива разнообразна техническа информация, разкриваща технологията на отливане, материалите от които е изработен обекта, както и различни допълнителни технически детайли, разширяващи знанието за предмета камбана. В тази област на формализация е включено поднивото „Звукови характеристики“, описващо звуковите характеристики на обекта камбана, включващи информация за биенето на камбаната, звукови анализи (тон на звънене, затихване на звука и др.), мелодии и др.

Основните нива на знание и стойностите на метаданните им са определени след задълбочен анализ и научно изследване на същността на представяните обекти, на областта на изкуството, към което принадлежат и на тяхната културно-историческа стойност. Черпен е опит и от други подобни приложения в областта [Tzouveli et al., 08], [Tzouveli et al., 09].

Интерпретацията и формализацията на знанието за обекти камбана не са разглеждани 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 направено 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.

3.3 Знания за предметната област

Семантичното описание на камбаната включва понятия, връзки, правила, ограничения, индивиди (екземпляри) и факти, валидни за предметната област. Подборът на базовите концепции е базиран на реални постановки, ситуации и действителност. В процеса на изследване на обектите се очерта описание на множество факти, предмети и ситуации, с които отделните обекти (индивиди) са свързани, което наложи структурирането на отделни онтологични подструктури за предметната област:

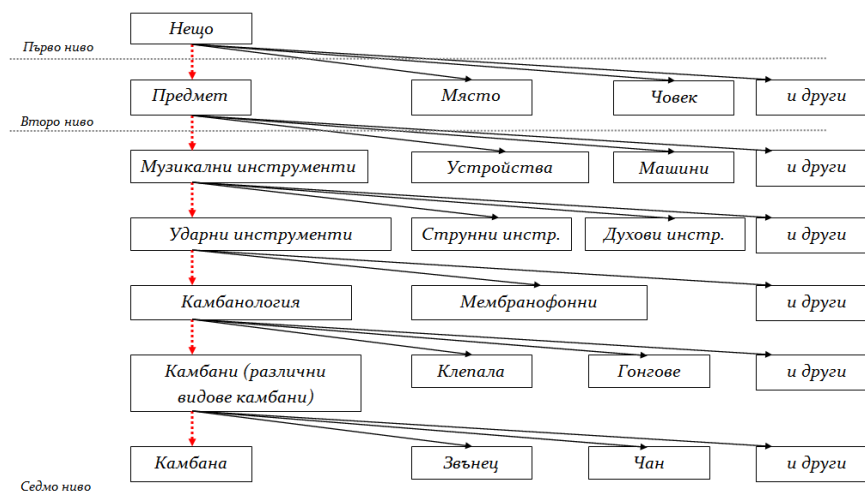
- Онтология на историческите събития, свързани с предметната област;
- Онтология на религиозните сюжети, изобразени на камбани;
- Онтология на камбанолеярството;
- Терминологичен речник (таксономия) за областта на камбанологията.

За осигуряване на база от знание и семантично аотиране и индексирание на медийни обекти се развиха онтологични структури за камбаната като предмет и музикален инструмент, културно-исторически символ, технология на изработка и производство на камбана и цифрови медия записи на камбана.

3.3.1 Ниво на знание за предметната област, приведено към Онтология на реалния свят

Примерното ниво на знание за избраната предметната област, приведено към Онтология на реалния свят е показано на фигура 6. На първо ниво е обект-клас „*Нещо*“. Той включва всичко, което може да се опише онтологично. На второ ниво е обекта-клас „*Предмет*“, който описва всички предмети. Третото ниво е „*Музикални*

инструменти“, включващо всички музикални предмети и устройства. Следва нивото „Ударни музикални инструменти“. Петото условно ниво е на „камбаноподобни“ ударни музикални инструменти, включващо различни видове камбани, гонгове, клепала и др. Шестото ниво е „Различни видове камбани“, включващо звънци, чанове, хлопатари и др. Накрая е нивото на предметната област „Камбана“.



Фигура 6. Таблица на примерните нива на знание от Нещо до Камбана.

Музикалните инструменти могат да се класифицират по системата Хорнбостел-Закс, предложена от Ерих Мориц фон Хорнбостел и Курт Закс и за първи път публикувана в германското списание „Zeitschrift für Ethnologie“ през 1914 г. Това е най-широко използваната система за класификация на музикалните инструменти в сравнителната музикология и органология. При нея музикалните инструменти най-общо се класифицират в пет основни групи според начина на звукоизвличане и начина на контрол на звука.

Класификация на Хорнбостел-Закс

Главните нива според тази класификация са:

- Струнни (кордофонни), включващи: цигулка, виола, виолончело, контрабас, арфа, китара, мандолина, гъдулка и др.;
- Духови (аерофонни). Аерофонните инструменти се делят на две основни групи – медни и дървени.: медни – тромпет, тромбон, валдохорна, туба; дървени – флейта, обой, кларинет, фагот, кавал и т. н.;

- Ударни (перкусионни): барабани, тимпани, тарамбука, тъпан, ксилофон, маримба, вибрафон, гlockеншпил, камбани, дайре и др. Сред ударните инструменти има такива с определена височина на звука – например ксилофон и вибрафон, и с неопределена – дайре, барабан др. Самите ударни се делят на няколко подгрупи:
 - Мембранофонни инструменти;
 - Пластинкови инструменти;
 - Идиофонни инструменти;
 - Гонгове;
 - **Камбани;**
 - Звънци;
 - Свирки;
 - Звукови ефекти;
 - Иновационни инструменти;
 - Инструмент по зададен обект.
- Клавишни (Клавирни музикални инструменти – пиано, чембало, челеста, орган, акордеони др.);
- Електрофонни: синтезатор, електрическа китара, бас-китарата, електрическа цигулка и др.

Предметната област за обект камбана според тази класификация е ударен (перкусионен) музикален инструмент.

3.3.2 Онтология за обект камбана

Цел и обхват

Онтологията за обект камбана представлява предметна онтология, която описва знание за обектите камбани. Тя цели семантично да се опишат обектите камбани с техните характеристики, да се дефинират различни спецификации за тях и да се направи релация с другите специализирани онтологични структури, разширяващи знанието за камбана, камбанология, камбанолейство и др.

Класове

Нещо¹⁷

Камбанен обект

Тип на камбанния обект

Църковна камбана

Монументална камбана

Други

Собственик

Притежател

Кратко описание на притежателя

Начин на придобиване

Описание на камбанен обект

Наименование

Описание

Състояние на камбаната

Бележки към наименованието

Комплект камбани

Схема на комплект

Елементи на камбаната

Тяло

Език

Уши

Модификации

Художествено оформление

Изображения

Църковни изображения

Светски изображения

Други изображения

Надписи

Църковни надписи

Исторически надписи

¹⁷ Клас „Нещо” (англ. „Thing”), основен клас в изграждането на онтологични структури, който по спецификация е пръв корен в йерархията на класовете и включва всички елементи на онтологията в себе си

Други надписи

Орнаменти

Изработка

Леяр

Школа

Материали

Година на изработка

Период

Исторически данни

Исторически събития (свързани с камбанния обект)

Технически данни

Размери

Външна височина

Външен горен диаметър

Външен долен диаметър

Вътрешна височина

Вътрешен горен диаметър

Горна максимална дебелина на стената

Долна максимална дебелина на стената

Тежест

Плътност

Звукови характеристики

Основен тон в момента на удара

Означение на музикалния тон

Звукови анализи

Местонахождение

Тип на местонахождението

Църковен храм

Камбанария

Музей, паметник, монумент

Камбанария

Сграда

Географски координати

Адрес

Държава

Населено място

Регион

Точен адрес

Исторически събития

В релация с класовете

Камбанен обект

Тип на камбанния обект

Собственик

Описание на камбанен обект

Комплект камбани

Елементи на камбаната

Художествено оформление

Изработка

Исторически данни

Технически данни

Звукови характеристики

Местонахождение

Характеристики

Идентификация

Тип на камбанния обект

Наименование

Част от комплект

Собственик

Местонахождение

Елементи на камбана

Художествено оформление

Изработка, Леяр

Година на изработка

Технически данни

Релации

Камбанен обект *има тип на камбана* Тип на камбана

Камбанен обект *няма тип на камбана* Тип на камбана

Камбанен обект *има данни за собственик* Собственик

Камбанен обект *няма данни за собственик* Собственик

Камбанен обект *има данни за описание* Описание на камбанен обект

Камбанен обект *е част от* Комплект камбани

Камбанен обект *има елементи на камбана* Елементи на камбаната

Камбанен обект *има художествено оформление* Художествено оформление

Камбанен обект *няма художествено оформление* Художествено оформление

Камбанен обект *има данни за изработка* Изработка

Камбанен обект *няма данни за изработка* Изработка

Камбанен обект *има данни за исторически събития* Исторически данни
(Исторически събития) (0:n)

Камбанен обект *няма данни за исторически събития* Исторически данни
(Исторически събития)

Камбанен обект *има технически данни* Технически данни

Камбанен обект *няма технически данни* Технически данни

Камбанен обект *има звукови характеристики* Звукови характеристики

Камбанен обект *няма данни за звукови характеристики* Звукови характеристики

Тип на камбанния обект *е тип на камбана* (Църковна камбана, Монументална камбана, Друг тип камбана)

Собственик *има данни за Притежател*

Собственик *няма данни за Притежател*

Собственик *има описание на притежател* Кратко описание на притежател

Собственик *няма описание на притежател* Кратко описание на притежател

Собственик *има информация за придобиване* Начин на придобиване

Собственик *има информация за придобиване* Начин на придобиване

Описание на камбанен обект *има наименование на камбанен обект* Наименование

Описание на камбанен обект *има наименование* Наименование

Описание на камбанен обект *няма наименование* Наименование

Описание на камбанен обект *има описание* Описание

Описание на камбанен обект *няма описание* Описание

Описание на камбанен обект *има данни за състояние* Състояние на камбаната

Описание на камбанен обект *няма данни за състояние* Състояние на камбаната

Описание на камбанен обект *има бележки* Бележки към наименованието

Описание на камбанен обект *няма бележки* Бележки към наименованието

Комплект камбани *съдържа камбана* Камбанен обект (1:n)

Елементи на камбаната *има език* Език

Елементи на камбаната *няма език* Език

Елементи на камбаната *има тяло* Тяло

Елементи на камбаната *няма тяло* Тяло

Елементи на камбаната *има уши* Уши

Елементи на камбаната *няма уши* Уши

Елементи на камбаната *има модификации* Модификации (0:n)

Елементи на камбаната *няма модификации* Модификации

Местонахождение *има адрес* Адрес

Местонахождение *има идентификация на местонахождение* Идентификация на местонахождение

Местонахождение *има координати* Географски координати

Местонахождение *няма данни за координати* Географски координати

Местонахождение *има тип на местонахождението* Тип на местонахождението

Адрес *адрес е* (Точен адрес, Регион, Населено място, държава)

Тип на местонахождението *тип на местонахождението е* (Църковен храм, Сграда, Музей, Паметник, Монумент, Камбанария)

Художествено оформление *има изображение* Изображения (0:n)

Художествено оформление *няма изображение* Изображения

Художествено оформление *има надписи* Надпис (0:n)

Художествено оформление *няма надписи* Надпис

Художествено оформление *има орнаменти* Орнаменти (0:n)

Художествено оформление *няма орнаменти* Орнаменти

Изображения *е вид изображение* (Църковни изображения, Светски изображения и Други изображения) (0:n)

Надпис *е вид надпис* (Църковни надписи, Исторически надписи и Други надписи) (0:n)

Изработка *изработена от леяр* Леяр

Изработка *има данни за година на изработка* Година на изработка

Изработка *няма данни за година на изработка* Година на изработка

Изработка *няма информация за* Година на изработка

Изработка *има данни за материали* Материали

Изработка *няма данни за материали* Материали

Леяр *леяр е от школа* Школа

Година на изработка *година на изработка е през период* Период

Технически данни *има данни за размери* Размери

Технически данни *няма данни за размери* Размери

Технически данни *има данни за тежест* Тежест

Технически данни *няма данни за тежест* Тежест

Технически данни *има данни за плътност* Плътност

Технически данни *няма данни за плътност* Плътност

Размери *има стойност за размер* (Външна височина, Външен горен диаметър, Външен долен диаметър, Вътрешна височина, Вътрешен горен диаметър, Горна максимална дебелина на стената, Долна максимална дебелина на стената)

Звукови характеристики *има звукови анализи* Звукови анализи

Звукови характеристики *няма звукови анализи* Звукови анализи

Звукови характеристики *има основен тон* (Основен тон в момента на удара, Означение на музикалния тон)

Звукови характеристики *няма основен тон* (Основен тон в момента на удара, Означение на музикалния тон)

Комплект *се притежава от* Притежател

Комплект *има местонахождение* Местонахождение

Комплект *има схема на разположение* Схема

Комплект *има описание* Описание на комплект

Комплект *няма описание* Описание на комплект

Част от комплект *принадлежи към* Комплект

3.3.3 *Допълнителни специализирани онтологични структури*

Специализираните онтологии и онтологични подструктури целят да разширят базовата онтология и служат за осигуряване на знанийна база за допълнително семантично аотиране на обекти. Специализираните онтологични подструктури са както следва:

- Онтология на историческите събития, свързани с предметната област;
- Онтология на религиозните и светски сюжети изобразени на камбани;
- Онтология на камбанолеярството;
- Терминологичен речник (таксономия) в областта на камбанознанието.

Всяка от специализираните структури е представена чрез нейните цел и обхват, йерархичен списък на класовете, техните характеристики, релациите с класове от базовата и други специализирани онтологии, както и с примерни индивиди.

Онтология на историческите събития, свързани с предметната област

Цел и обхват

Онтологията цели да опише исторически събития свързани пряко или косвено с камбанните обекти. Като например: Събитията довели до цар Александър да поръча изработката на камбани за храм-паметника в село Шипка, да ги дари и събитията свързани с пренасянето им, които са социално значими за тогавашното общество. Знанието, описано в тази онтология разширява знанието в класа „*Исторически данни*“ и косвено допълва знанието в класовете „*Притежател*“, „*Начин на придобиване*“, „*Тип на камбанния обект*“, „*Описание*“, „*Описание на комплект*“, „*Местонахождение*“, „*Художествено оформление*“ и „*Изработка*“.

Класове

Историческо събитие

Дати на събитие

Период

Участници

Кратко описание
Описание на събитието
Връзка с камбанни обекти

В релация с класовете

Историческо събитие
Дати на събитие
Период
Участници
Кратко описание
Описание на събитието
Връзка с камбанни обекти
Връзка с други исторически събития

Характеристики

Историческо събитие
Дата на събитието
Участници
Исторически извор
Връзка с камбанен обект
Връзка с други събития

Релации

Историческо събитие *е било през дати* Дати на събитие
Историческо събитие *е било през период* Период
Историческо събитие *е имало участници* Участници
Историческо събитие *има кратко описание на събитие* Кратко описание
Историческо събитие *няма кратко описание на събитие* Кратко описание
Историческо събитие *има описание на събитие* Кратко описание
Историческо събитие *няма описание на събитие* Кратко описание
Историческо събитие *има връзка с камбанни обекти* Връзка с камбанни обекти

Историческо събитие *има връзка с други събития* Връзка с други исторически събития

Онтология на религиозни и светски сюжети, изобразени на камбанни обекти

Цел и обхват

Целта онтологичната подструктура е да представи различните религиозни и светски сюжетни композиции, изобразени на някои от камбанните обекти. Тази онтология разширява и задълбочава знанието от под-класовете на класа „Художествено оформление“ на базовата онтология с по-детайлно описание на изобразените художествени и религиозни изображения, орнаменти и надписи. Също така структурата прави връзка с други онтологични структури за религиозно и др. изкуство.

Класове

Сюжет

Тип на сюжета

Религиозен

Светски

Исторически

Други

Описание на сюжета

Изображение

Описание на изобразен сюжет

Връзки на изображението с други структури

Надпис

Описание на надпис

Връзки на изобразен надпис с други структури

Орнаменти

Описание на изобразени орнаменти

Връзки на изобразени орнаменти с други структури

В релация с класовете

Сюжет

Тип на сюжета

Религиозен

Светски

Исторически

Описание на сюжета

Изображения

Описание на изобразен сюжет

Връзки на изображението с други структури

Надписи

Описание на надписи

Връзки на изобразени надписи с други структури

Орнаменти

Описание на изобразени орнаменти

Връзки на изобразени орнаменти с други структури

Характеристики

Наименование на сюжета

Тип на сюжета

Кратко описание

Изображения

Връзки

Релации

Сюжет, *има тип на сюжета*, Тип на сюжета

Сюжет *има описание на сюжета* Описание на сюжета

Сюжет *няма описание на сюжета* Описание на сюжета

Сюжет *има данни за изображения* Изображение (0:n)

Сюжет *няма данни за изображения* Изображение

Сюжет *има данни за надписи* Надпис (0:n)

Сюжет *няма данни за надписи* Надпис

Сюжет *има данни за орнаменти* Орнаменти (0:n)
 Сюжет *няма данни за орнаменти* Орнаменти
 Тип на сюжета *е тип на сюжета* (1: Религиозен, Светски, Исторически, Други)
 Изображение *има описание на изображение* Описание на изобразен сюжет
 Изображение *няма описание на изображение* Описание на изобразен сюжет
 Изображение *има връзки на изображението* Връзки на изображението с други структури (0:n)
 Изображение *няма връзки на изображението* Връзки на изображението с други структури
 Надпис *има описание на надпис* Описание на надпис
 Надпис *няма описание на надпис* Описание на надпис
 Надпис *има връзки на изобразен надпис* Връзки на изобразен надпис с други структури (0:n)
 Надпис *няма връзки на изобразен надпис* Връзки на изобразен надпис с други структури
 Орнаменти *има описание на орнаменти* Описание на изобразени орнаменти
 Орнаменти *няма описание на орнаменти* Описание на изобразени орнаменти
 Орнаменти *има връзки на орнаменти* Връзки на изобразени орнаменти с други структури (0:n)
 Орнаменти *няма връзки на орнаменти* Връзки на изобразени орнаменти с други структури

Онтология на камбанолеярството

Цел и обхват

Тази онтологична подструктура има за цел да разшири знанието за изработка на камбани и по-точно камбанолеярството. Онтологията представлява развитие на класа „Изработка” на базовата онтология и развива по-обширно под-класовете „Леяр“, „Школа“, „Материали“, „Година на изработка“ и „Период“. Добавя знание за начина на изработка (леене), разликите в процеса на леене при различните леярни/леяри и използваните материали и инструменти.

Класове

Леяр

Школа

Процес на камбанолеене

Материали

В релация с класовете

Камбанен обект

Комплект

Изработка

Леяр

Школа

Материали

Година на изработка

Период

Технически данни

Характеристики

Леяр

Школа

Период

Релации

Леяр *е от* Школа

Леяр *използва* Процес на камбанолеене

Леяр *твори през* Период

Процес на камбанолеене *използва* Материали

Леяр *е изработил* Камбанен обект (1:n) (базова онтология)

Леяр *е изработил* Комплект (1:n) (базова онтология)

Леяр *има информация за* Изработка, Технически данни (Леяр, Школа, Материали, Година на изработка и Период) (0:n) (базова онтология)

Леяр няма информация за Изработка, Технически данни (Леяр, Школа, Материали, Година на изработка и Период) (0:n) (базова онтология)

Терминологичен речник (таксономия) в областта на камбанологията

Цел и обхват

Целта на терминологичния речник е да опише и дефинира използваните термини в областта на камбанологията, както и да представи къде и как се използват тези термини.

Класове

Термин

Език

Дефиниция

Описание

Къде се използва

Как се използва

Връзки

С термин

Тип на връзката

Характеристики

Термин

Език

Дефиниция

Кратко описание

Връзка (0:n)

Релации

Термин *е на* Език

Термин *има* Дефиниция

Термин *има* Описание

Термин *няма* Описание
 Термин *има* Връзки
 Термин *няма* Връзки
 Описание *има информация за* Къде се използва
 Описание *няма информация за* Къде се използва
 Описание *има информация за* Как се използва
 Описание *няма информация за* Как се използва
 Връзки *има информация за връзка с* Термин (0:n)
 Връзки *има информация за* Тип на връзката (0:n)

3.4 Връзка на базовата онтология за обект „камбана” със специализираните онтологии

Класовете от базовата онтология се свързват допълнително със следните класове от специализираните онтологии за: историческите събития, свързани с предметната област; религиозните и светски сюжети, изобразени на камбани; камбанолеярството.

Релации от базова онтология за обект камбана към допълнителните онтологични структури

Камбанен обект *има исторически данни* Исторически данни (Онтология на историческите събития, свързани с предметната област)

Камбанен обект *има художествено оформление сюжет* Сюжет (Онтология на религиозните и светски сюжети изобразени на камбани)

Камбанен обект *е изработен* Изработка (Онтология на камбанолеярството)

Изработка *е изработена от* Леяр (Онтология на камбанолеярството)

Леяр *използва процес* Процес на камбанолеене (Онтология на камбанолеярството)

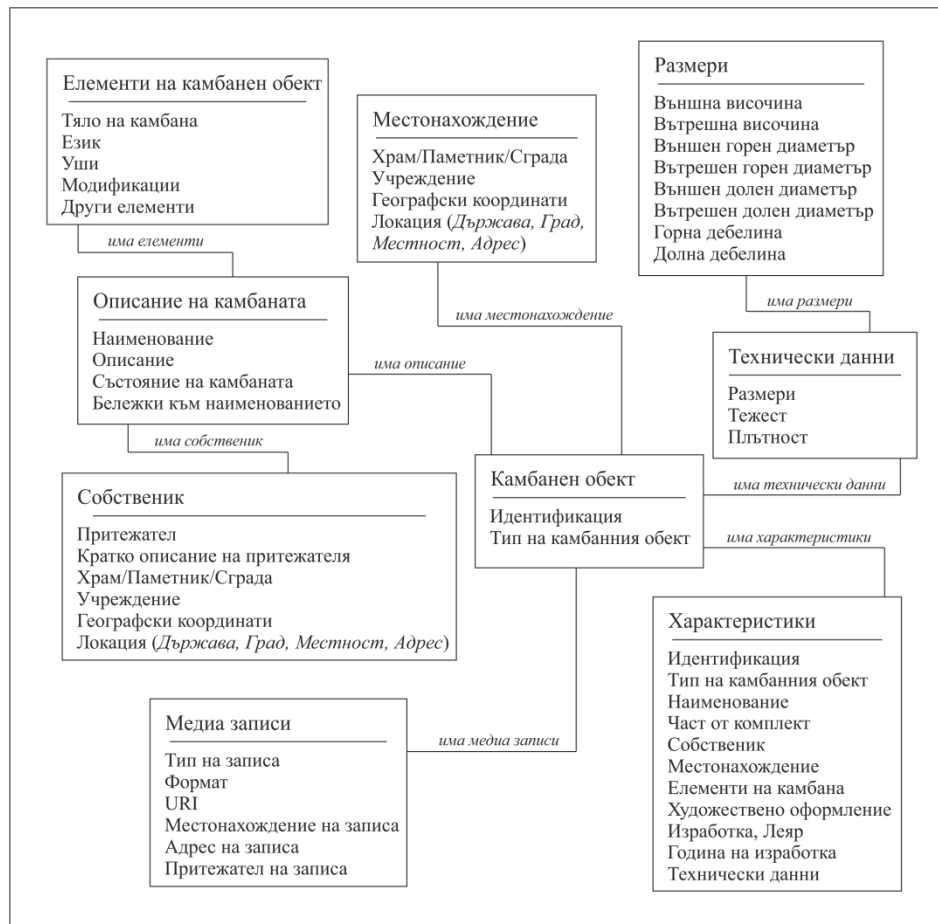
Леяр *работи/е от* Школа (Леярна) (Онтология на камбанолеярството)

Описание на камбаната *има художествено оформление сюжет* Сюжет (Онтология на религиозните и светски сюжети изобразени на камбани)

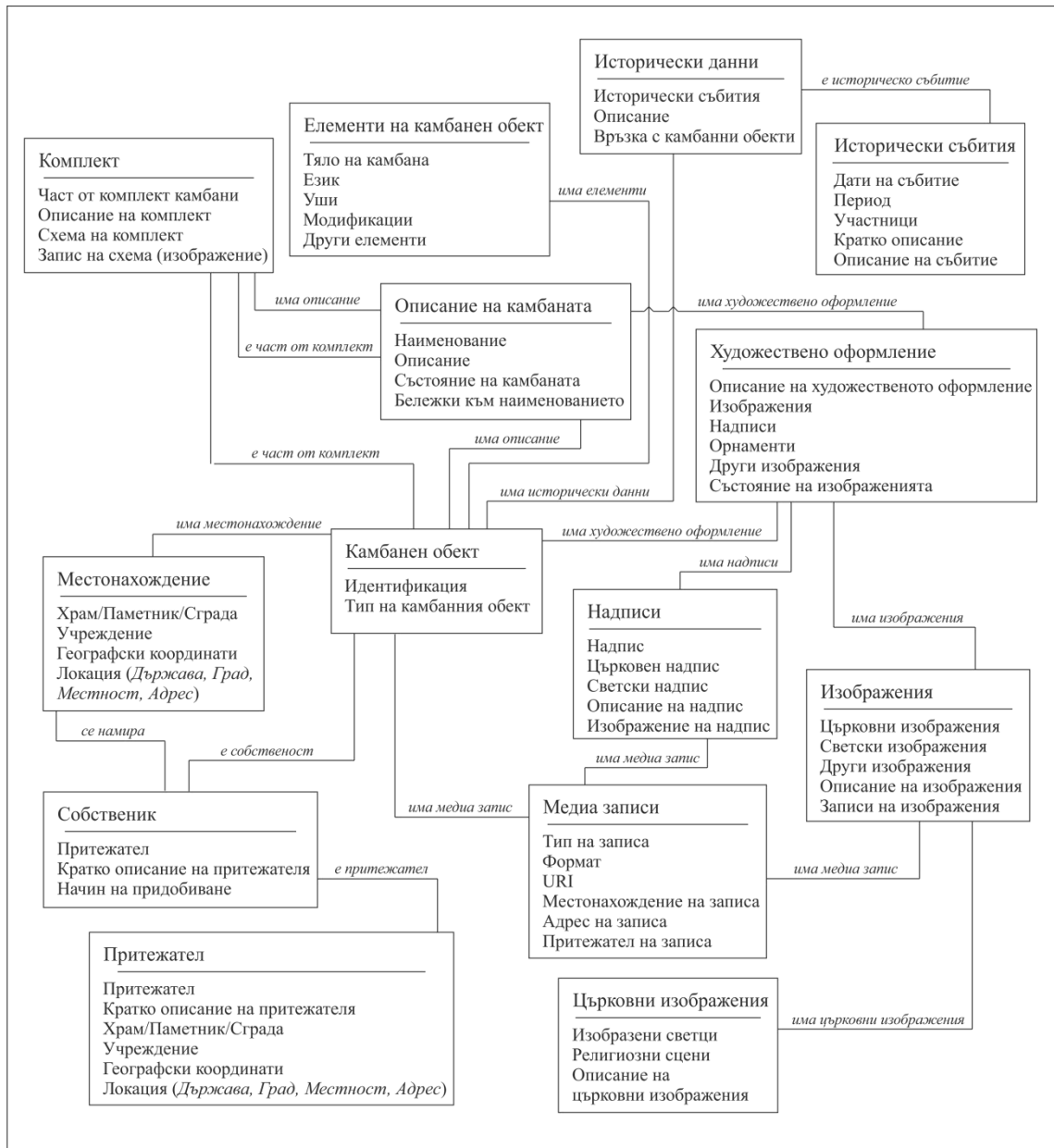
Исторически данни *е историческо събитие* Исторически събития (Онтология на историческите събития, свързани с предметната област)

Връзки на базовата онтология със специализираните онтологични структури на ниво тематични области

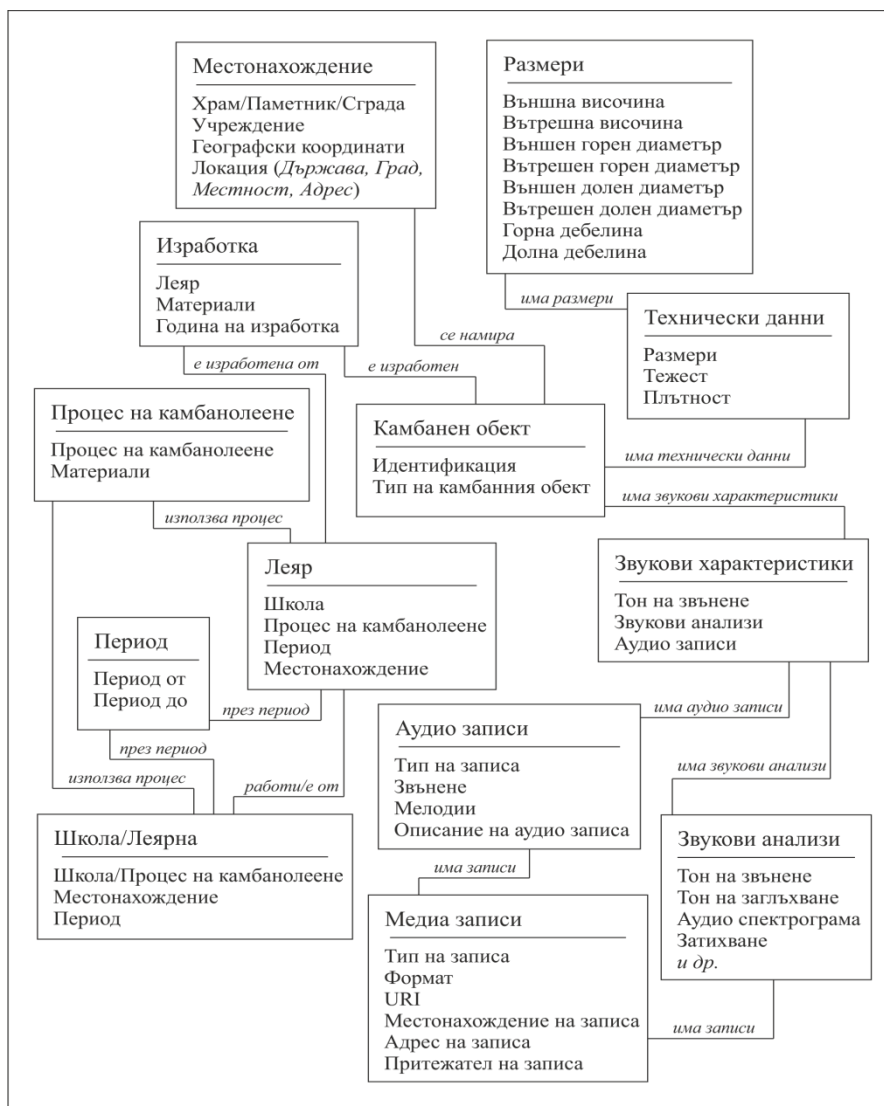
На следващите фигури е представено свързването на класове от базовата онтология с класовете от специализираните онтологични структури в тематичните области „Идентификация – камбанен обект”, „Художествено оформление”, „Събития”.



Фигура 7. Връзки на класовете от базовата онтология с другите онтологични структури на ниво „Първично ниво”



Фигура 8. Връзки на класовете от базовата онтология с другите онтологични структури на ниво „Описателно ниво”



Фигура 9. Връзки на класовете от базовата онтология с другите онтологични структури на ниво „Технически данни”

Дефинирани правила и факти за връзки на базовата онтология с другите онтологични структури

Множество правила и факти са дефинирани с цел осъществяване на връзките между базовата и специализираните онтологии, като например релациите между базовата онтология с онтологичните структури на историческите събития, свързани с предметната област и религиозните сюжети, изобразени на камбани:

Пример 1:

Исторически събития (свързани с камбанния обект) е историческо събитие
Историческо събитие

Или:

\forall Исторически_събития (A) е_историческо_събитие (A→B) [1:1]
Историческо_събитие (B)

Или:

За всеки обект „Историческо_събитие”, анотиран в онтология за обект камбани има връзка (описание) „е_историческо_събитие”, описано в онтология на историческите събития, свързани с предметната област в обект от клас „Историческо_събитие”.

Пример 2:

Камбанен обект има художествено оформление сюжет Сюжет (Онтология на религиозните сюжети изобразени на камбани) (0:n)

Или:

Релация R_2 : \forall Камбанен_обект (A:{0, A}) има_художествено_оформление_сюжет ({0, A}→{0, B₁, B₂, ... B_n}) [0:n] Сюжет (B:{0, B₁, B₂, ... B_n})

Или:

За някои обекти „Камбанен_обект”, описан в базовата онтология за обект камбана има една или няколко връзки (отношения) „има_художествено_оформление_сюжет”, към обекти „Сюжет”, описани в онтология на религиозните сюжети изобразени на камбани.

Към този пример за някой обект „Камбанен_обект” (A) от онтология за обект камбани добавяме и някои дефинирани правила, като например:

Релации в базовата онтология:

RA_1 : Камбанен обект (A) има тип на камбана (A→T) Тип на камбанния обект (T)

Или: RA_1 : A, T (A→T)

RA_2 : Камбанен обект (A) има художествено оформление ($A \rightarrow H$) Художествено оформление (H)

Или: $RA_2: A, H (A \rightarrow H)$

RA_3 : Тип на камбанния обект (T) е тип на камбана ($T \rightarrow Ch$) Църковна камбана (Ch)

Или: $RA_3: T, Ch (T \rightarrow Ch)$

Релации в онтология на религиозните сюжети изобразени на камбани:

RB_1 : Сюжет (B) има тип на сюжета ($B \rightarrow Ts$) Тип на сюжета (Ts)

Или: $RB_1: B, Ts (B \rightarrow Ts)$

RB_2 : Тип на сюжета (Ts) има тип на сюжета ($Ts \rightarrow Rg$) Религиозен (Rg)

Или: $Rb_2: Ts, Rg (Ts \rightarrow Rg)$

Правило 1:

\forall Камбанен_обект ($A: \{0, A\}$)

IF ($A \rightarrow B$) AND IF ($RA_1 \ \&\& \ RA_3$)

THEN (RB_1, RB_2)

Или:

Ако за някой „Камбанен_обект“ (A) съществува релация „има_художествено_оформление_сюжет“ ($R_1: A \rightarrow B$) и ако за „Камбанен_обект“ (A) съществуват релациите (RA_1 : „Камбанен_обект“ (A) „има_тип_на_камбана“ ($A \rightarrow T$) „Тип_на_камбанния_обект“ (T) и (RA_3 : „Тип_на_камбанния_обект“ (T) „е_тип_на_камбана“ ($T \rightarrow Ch$) „Църковна_камбана“ (Ch)), то за „Сюжет“ (B) съществуват релациите (RB_1) и (RB_2), тоест: „Сюжет“ (B) „има_тип_на_сюжета“ ($B \rightarrow Ts$) „Тип_на_сюжета“ (Ts) „има_тип_на_сюжета“ ($Ts \rightarrow Rg$) „Религиозен“ (Rg).

Тези правила целят да подпомогнат процеса на аотиране на обектите камбана. При ясно изказване и формализиране в аотирания шаблон, съответната стойност на даден клас може автоматично да бъде попълвана или предлагана за избиране в зависимост от различни художествени интерпретации (има се предвид, че дадена

анотираща 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 леяр, школа или изкуството, като цяло за фиксиран период. Посочените правила са дефинирани според анализите, извършени от различни интердисциплинарни специалисти [Bell, проект]. Освен това тези правила и факти подпомагат извършването на изкуствоведски и технологични анализи, търсене, изводи и приоритети в областта, намиране на скрити данни/съдържание, зависимости, тенденции, обучение и др.

3.5 Изграждане на онтологичните структури за предметната област

3.5.1 Основни изисквания към онтологичните модели на знанието за обектите

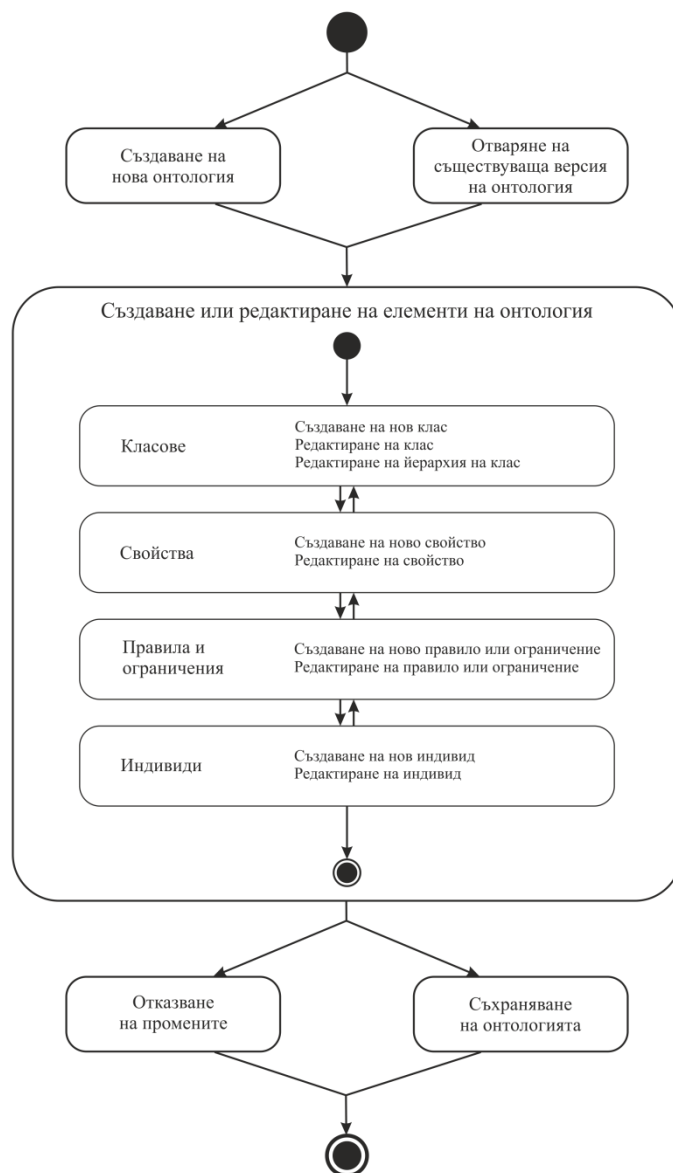
Тенденцията от последните години за използване на мултимедийни цифрови библиотеки (МЦБ) като източници на знания и среди за тяхното представяне обуславя нуждата от разработка на нови модели на данните, описващи семантиката на целевите за МЦБ области. Като ключов компонент за МЦБ, моделирането на семантиката може да се дефинира като процес на извличане/заснемане на знанието за областта с цел осигуряване услуги за аотиране и семантично индексирание на обектите, адаптиране на информационното съдържание, а също така персонализиране на информационния поток. Осъществяването на този процес е трудна задача, която изисква време за събиране на данните, информация и шаблони за областта. Веднъж извлечени и подредени, данните трябва да бъдат приведени във формат, който е съвместим с модулите в МЦБ, отговарящи за представяне и обработка на тези знания и генерирането на семантични изводи на негова база. Резултатите от тази дейност се явяват входни данни за следваща група модули, които осигуряват основно аотация и семантично индексирание на цифровите обекти. Следвайки тази постановка, моделът на знанието за предметната област трябва да отговаря на множество изисквания:

- Преносимост – възможност за многократно използване на модела от различни МЦБ, базирани на разнообразни хардуерни и софтуерни платформи;
- Гъвкавост – моделът на знание да може лесно да се променя и разширява според областта на приложение;

- Устойчивост – да продължава да функционира ефективно при промяна или надграждане на софтуерните или хардуерни системи, поддържащи МЦБ;
- Функционалност – моделът да се придържа към утвърдени стандарти и спецификации в областта на моделиране на знанието за обекти от културното наследство и др.

3.5.2 Основни етапи на изграждане на онтологичните модели на знанието за камбани

Процесът на реализация на онтологичния модел на знанието за обектите камбана преминава през следните основни фази (нива) според класификационната методология за разработка на знанийни системи: ниво на знанието, символно ниво и ниво осъществяване [Schreiber et al., 00]. Нивото на знания определя целта, обсега, употребата, нивото на формализъм на онтологията и събирането 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 10 изобразява процеса на реализация на онтологичния модел на знанието за потребител на МЦБ.



Фигура 10. Блок-схема на процес на реализация на онтологите за обект камбана

3.5.3 Реализация на онтологите в областта на камбанологията

За да се представи ефективно аотираното знание за областта на камбанологията 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 настоящият онтологичен модел бяха изследвани функционални характеристики, особености и възможности на множество езици и средства за изграждане на онтологии и бе избран

OWL (Web Ontology Language) 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 предметната област е класифицирано чрез богата йерархия от понятия и връзки между тях. OWL е съставен и динамичен. Той осигурява категоризиращи понятия, разсъждаване, съгласуваност, обработка на информацията и правене на семантични заявки. За проучванията върху функционалностите на OWL и изграждането на онтологията в МЦБ е използван Protégé OWL Plug-in.

Изграждане на онтология с платформа Protégé

Protégé е безплатна платформа с отворен код, която съдържа мощни инструменти за създаване онтологии. Платформата съдържа в себе си богат набор от инструменти за моделиране на структури от знания, които подпомагат създаването, визуализация и манипулирането на онтологии. Тя има възможност за разширяване за да работи като плъгин или като Java-базирано приложно-програмно средство (Application Programming Interface (API)) за изграждане на знанияно-базирани приложения [Gennari et al., 00], [Knublauch, 03].

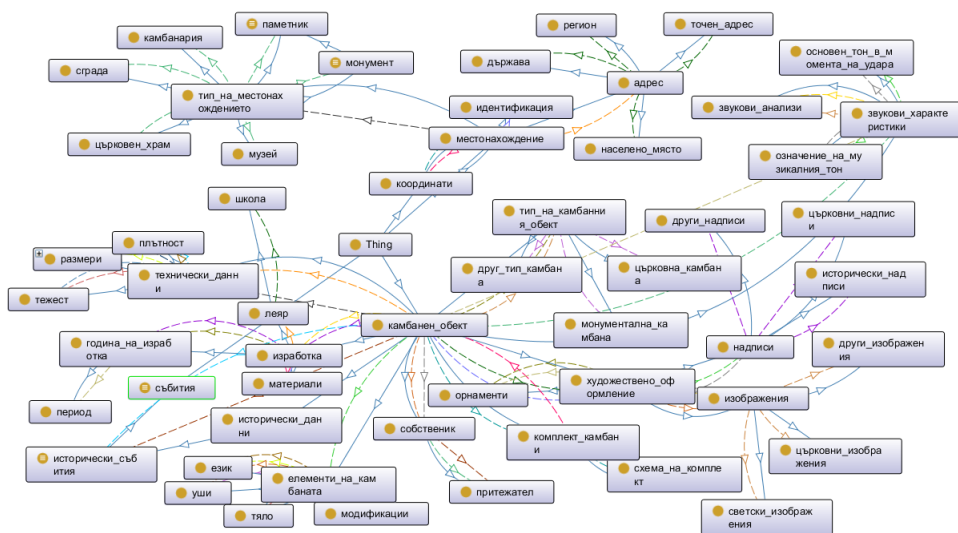
Платформата Protégé притежава два основни метода за моделиране на онтологии:

- Protégé-Frames – инструменти за създаване и моделиране на рамково-базирани (англ. frame-based) онтологии, в съответствие с протокола „Open Knowledge Base Connectivity“ (OKBC). В този модел онтологията се състои от набор от класове, организирани в йерархия, набор на слоеве, свързани с класове за да се опишат техните свойства и отношения, както и набор от примери на тези класове;
- Protégé-OWL editor – инструменти за създаване на онтологии за Семантичния уеб, по-специално технологията на W3C (Web Ontology Language (OWL)). OWL онтология може да включва описания на класове, свойства и техните примери. Като се има предвид такава онтология, OWL формалната семантика обособява как да се извлекат логическите резултати, т.е. факти (не буквални), присъстващи в онтологията са породени от семантиката. Тези резултати може да се основават на един

документ или множество разпространени документи, които са комбинирани с помощта на определени онтологични взаимоотношения.

Моделът на Protégé платформата е сравнима с обектно-ориентирани и рамково-базирани (англ. frame-based) системи [Noy et al., 01]. По същество системата може да пресъздава онтологии, състоящи се от класове, свойства, слоеве, характеристики, ограничения и примери. Платформата осигурява отворен достъп до Java API за запитвания и манипулации на модели. Чрез използване на потребителски интерфейс могат да се създават класове, да се обвързват свойства с класовете и след това да се въведат ограничения на свойствата за някои класове.

Използвайки информацията от мета анотациите на обектите камбана, се дефинира техният онтологически модел [Bogdanova et al., 12a], [Bogdanova et al., 10d], използван за построяването в платформата на първоначална версия на онтология за обект камбани. Основната схема на този модел със цифрови ресурси е показан на следващата фигура:



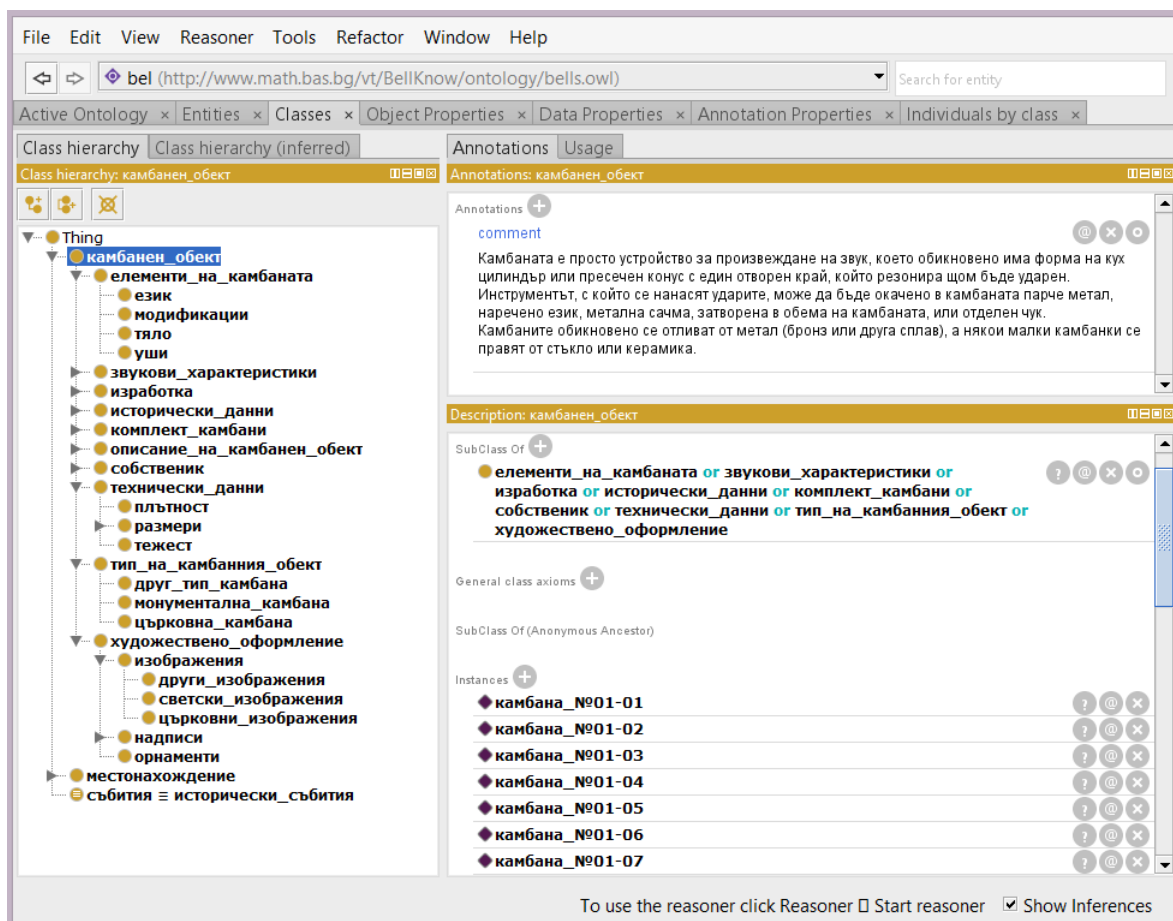
Фигура 11. Основна схема на връзките на онтология за обект камбана

Основните онтологични OWL компоненти (индивиди, свойства и класове) и тяхната реализация в платформата (отговарящи на рамкови (framework) обекти) са [Horridge et al., 07]:

- Индивиди – представляват обекти в областта на интерес. Например индивид е всеки един обект камбана;

- Свойства – свойствата са бинарни отношения между индивиди. Например, свойството *има_местоположение* създава отношение от индивида *камбана_№01-01* към индивида *катедра_св_Александър_Невски* или свойството *има_камбана* свързва индивида *катедра_св_Александър_Невски* с индивида *камбана_№01-01*. Свойствата могат да бъдат обратно пропорционални. Например, обратно-пропорционалното на свойството *има_местоположение* е свойството *е_местоположение_на*. Свойствата могат да бъдат ограничени до единна стойност – т.е. да са функционални, но могат да бъдат транзитивни или симетрични;
- Класове – класовете са множества, които съдържат индивиди. Например класът *Камбанен_обект* съдържа всички индивиди обекти камбана, които са в областта на интерес. Класовете могат да се организират в суперклас-субклас йерархия. Класовете в OWL са изградени от описания, които определят условията, които трябва да са изпълнени от индивидите за да са членове на този клас.

Построяването на онтология с платформа Protégé методологически започва със създаването на нова (празна) онтология, съдържаща само основния клас *Нещо*. Следва добавянето на всички индивиди и класове, които формално в йерархията на класовете са подкласове на *Нещо*. На фигура 12 е показана първоначалната версия на онтологията за обект камбани след създаването на класовете: камбана, исторически данни, технически данни, местоположение и медийни файлове.



Фигура 12. Онтология за обект камбани построена в платформа Protégé

Построяването на онтологията в платформата продължава със създаването на OWL свойства. Трите основни типа свойства са: свойства на обекта, свойства на тип данни (datatype properties) и анотационни свойства. Свойствата на обекта са отношенията между два индивида. Анотационните свойства се използват за добавяне на метаданни към индивидите, класовете и свойствата. Свойствата на тип данни се използват за добавяне на ограничаващи правила на класовете, така че всички индивиди от дадения клас са ограничени от тези правила. Следващата таблица представя примери на свойства от построената първоначална версия на онтология за обект камбана в платформата Protégé.

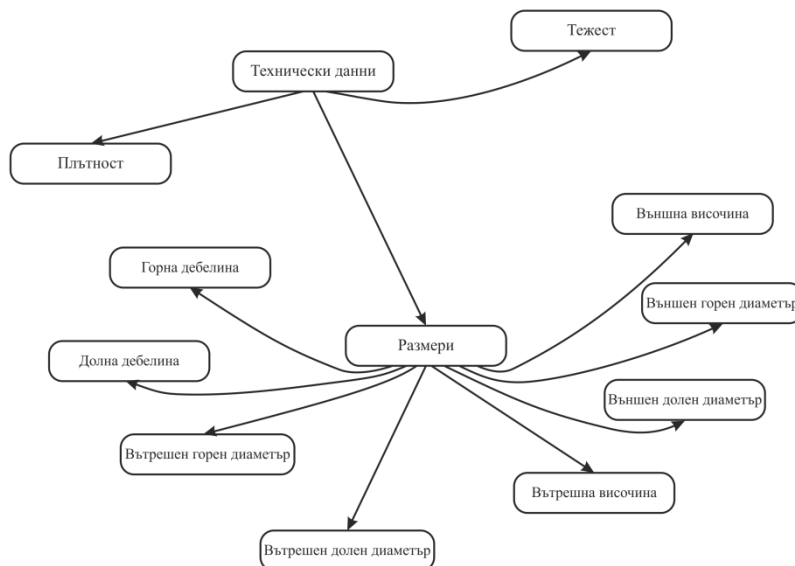
Свойства	Фигура	Описание
Свойства на обекта (англ. Object property)	<pre> graph LR A[камбана_№01-01] -- има_изображение --> B[изображение_№01-01] </pre>	Свойството (отношението) „има_изображение“ свързва индивида „камбана_№01-01“ с индивида „изображение_№01-01“

Свойства	Фигура	Описание
Свойства на тип данни (англ. Datatype property)		Свойството „има_стойност_за_размер” свързва индивида „камбана_№01-01” със символния низ „226”, който е от тип „xsd:float”, клас „долен_външен_диаметър”
Анотационни свойства (англ. Annotation property)		Свойството „изработена_от_леяр” свързва класът „камбанен_обект” със символния низ “П. Н. Финляндски”

Таблица 8. Примери на свойства от построената онтология за обект камбана в платформа **Protégé**

Представяне на онтология за обект камбана чрез OWL дефиниции

На следващата фигура е представен клас „технически данни” и негови подкласове, които са част от базова семантична структура в онтологията на обект камбана.



Фигура 13. Клас „технически данни” и негови подкласове

OWL позволява ясно и формално да се формулират понятията, нужни за настоящия онтологичен модел като осигурява: формална семантика, описваща

същността на предметната област; точно дефиниран и структуриран синтаксис, подпомагащ обработката на кода от машини и извличането на данни; удобно изразяване на сложни структури от данни и др.

Чрез следният код се дефинираха клас „технически данни” и част от неговите подкласове на OWL език:

```
<Declaration>
  <Class IRI="#технически_данни"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#размери"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#външен_долен_диаметър"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <Class IRI="#външен_горен_диаметър"/>
</Declaration>
... ..
<AnnotationAssertion>
  <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:comment"/>
  <IRI>#технически_данни</IRI>
  <Literal datatypeIRI="&rdf;PlainLiteral">
технически данни на камбанен обект, включващи геометрични размери, плътност, тежест и др.
  </Literal>
</AnnotationAssertion>
<AnnotationAssertion>
  <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:comment"/>
  <IRI>#размери</IRI>
  <Literal datatypeIRI="&rdf;PlainLiteral">
основни геометрични размери на формата на камбанен обект.
  </Literal>
</AnnotationAssertion>
<AnnotationAssertion>
  <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:comment"/>
  <IRI>#външен_долен_диаметър</IRI>
  <Literal datatypeIRI="&rdf;PlainLiteral">
диаметър в долната част на тялото на камбана.
  </Literal>
</AnnotationAssertion>
<AnnotationAssertion>
  <AnnotationProperty abbreviatedIRI="rdfs:comment"/>
  <IRI>#външен_горен_диаметър</IRI>
  <Literal datatypeIRI="&rdf;PlainLiteral">
външен диаметър на горната част на тялото на камбана
  </Literal>
</AnnotationAssertion>
... ..
```

Дефинирането на съответните свойства, свързващи част от индивидите на клас „технически данни”, се осъществява чрез следния OWL код:

```
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#има_данни_за_размери"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <ObjectProperty IRI="#няма_данни_за_размери"/>
</Declaration>
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#има_стойност_за_размер"/>
</Declaration>
```

Приложение 2 на дисертационния труд включва пълна версия на специализираната онтология за обект камбана, формално представена чрез средствата на технологиите за описание на семантика. Индивидите на класовете са конкретизирани според онтологичния модел за нуждите на онлайн платформата „Мултимедиен фонд BellKnow”.

Формално представяне на онтологиите за камбана и камбанология

За да се представи ефективно аотираното знание за камбана и камбанология 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 тази глава) 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.

3.5.4 Връзки на онтологиите за обект камбана с други бази от знания

Част от съдържанието на знанието за обектите камбана се допълва от знание в други области. Например голяма част от камбанните обекти в областта на културно-историческото наследство са църковни и са богато украсени с художествени

изображения на светци и религиозни сюжети, също така имат и надписи на тази тематика. Съвременните технологии за семантични описания предоставят механизми за връзка на една онтологична структура с друга на определени обекти, ресурси или термини [Богданова и др., 13б].

Пример за такава връзка на онтологиите за обект камбана с други онтологични структури, на формално, описателно ниво за маркиране на ресурси „RDF” е част от описанието на художественото оформление на „Камбана №1, Патриаршеска катедрала “Св. Александър Невски””:

“... На средния пояс – широка ивица от преплетени растителни орнаменти и кръгове с вписани розети, организирани кръстовидно. В украсата са разположени четири богато орнаментирани медальона с релефни изображения на: св. Кирил, св. Методий, св. София и св. Иван Рилски. Под медальоните – ивица от преплетени растителни орнаменти в дълбоки фестони, обърнати надолу. Под ивицата в чистото поле – релеф на герба на царска България. ... ”

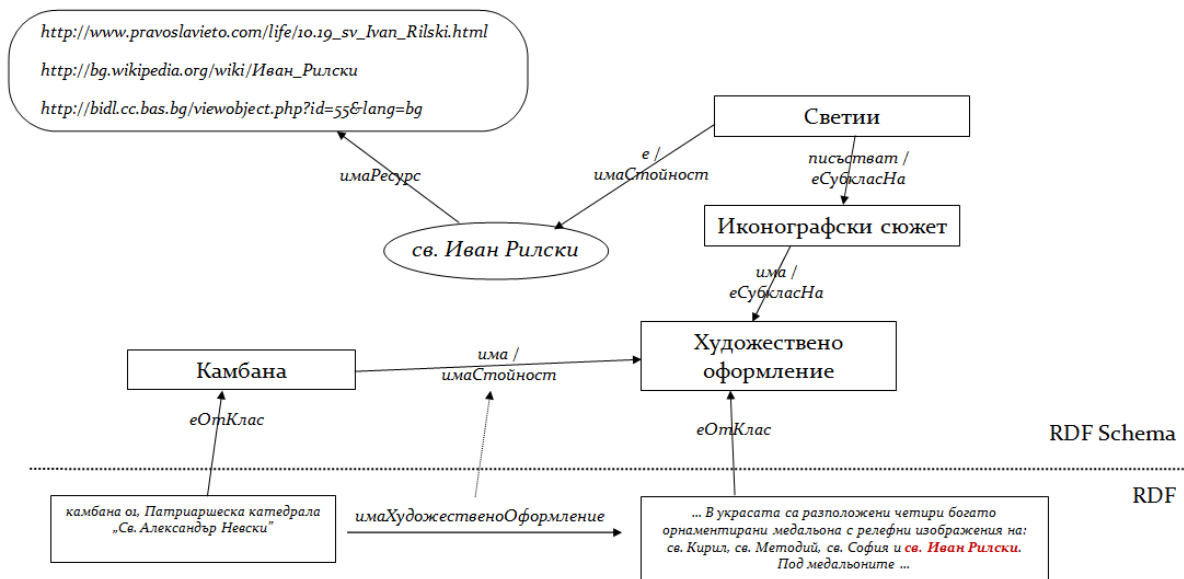
Следващият код и схема представя имплементиране на връзки към Интернет ресурси (Българския православен каталог¹⁸; Свободна енциклопедия Уикипедия¹⁹ и Виртуална енциклопедия на българската иконография²⁰) на описанието за „св. Иван Рилски” чрез RDF дефиниции [Bogdanova et al., 12b]:

```
... ..
<RDF:Description ID="bell00101">
  <bell:name>камбана 01, Патриаршеска катедрала Св. Александър Невски</bell:name>
... ..
  <ad:it>... .. В украсата са разположени четири богато орнаментирани медальона с
  релефни изображения на: св. Кирил, св. Методий, св. София и
  <rdfs:seeAlso rdf:resource=
  "http://www.pravoslaviето.com/life/10.19_sv_Ivan_Rilski.htm|
  http://bg.wikipedia.org/wiki/Иван_Рилски|
  http://bidl.cc.bas.bg/viewobject.php?id=55&lang=bg">
  св. Иван Рилски.</rdfs:seeAlso>
  Под медальоните – ивица от преплетени растителни орнаменти в дълбоки фестони, обърнати надолу.
  Под ивицата в чистото поле – релеф на герба на царска България. ...
  </ad:it>
... ..
</RDF:Description>
... ..
```

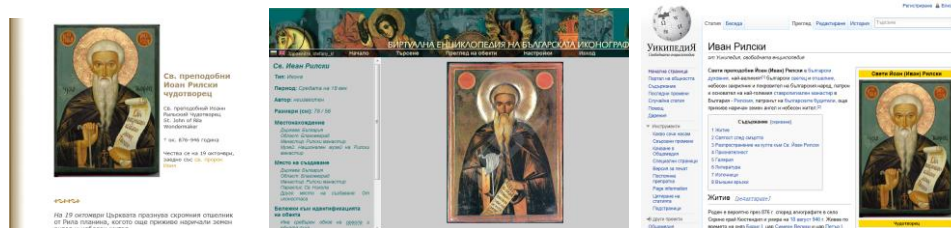
¹⁸ Българския православен каталог, <http://www.pravoslaviето.com>

¹⁹ Свободна енциклопедия Уикипедия, <http://bg.wikipedia.org>

²⁰ Виртуална енциклопедия на българската иконография, <http://bidl.cc.bas.bg>



Фигура 14. Схема на RDF / RDFS връзките между ресурсите камбана 01, Св. Александър Невски и св. Иван Рилски



Фигура 15. Изображения на препратките за „св. И. Рилски“

3.6 Особенности при защитата на семантичните описания на обектите от област камбанонология

Под защита на семантични описания на обекти от област камбанонология се има предвид влагане на електронен подпис в семантични описания на дадените обекти. Влагането на електронен подпис се извършва чрез модел за криптиране на RDF граф на текстови елементи или външни препратки, съдържащи се в предварително определено семантично структурирано текстово описание. Резултатът от електронното криптиране се представя като елемент на криптиран XML документ, който пряко съдържа кодирани данни или препратки към тях [Bogdanova et al., 10e].

Метод за защита на семантични описания на обект камбана чрез влагане на електронен подпис

- Определя се структурираното текстово съдържание, което трябва да се защити;
- Форматира се това съдържание да отговаря на изискванията за електронно подписване (канонизиране, стандартизиране и оформяне на структурирания текст като съобщение);
- Влага се електронен подпис в структурата на текста под формата на криптирани текстово-структурирани данни;

Отделните елементи и примери на този метод за защита са представени в следващите части на този дял.

Семантични описания на обекти камбана чрез езици за представяне на онтологии

Езиците, с които се изграждат семантични описания за обект камбана са:

- Структуриран XML текст.

Пример за структуриран XML текст на част от описание на обект камбана:

```
<bell>
  <name>bell №01</name>
  <location>Катедрала Патриаршеска "Св. Александър Невски"</location>
  <city>София</city>
  <creator>П. Н. Финляндски </creator>
</bell>
```

- Описание на ресурса <http://www.math.bas.bg/bells/bells.xml#bell1AN01> чрез RDF [Bogdanova et al., 14a]. В примера се използва URI (Uniform Resource Identifier) за идентифициране на ресурса. Етикетът <name>, който тук се нарича свойство (от англ. property), описва името на дадения ресурс (камбана 01, Катедрала Патриаршеска "Св. Александър Невски"), а стойността на свойството е съдържанието между маркерите <name> и </name> т.е. „bell №01”. Аналогично <location> и <city> са свойства, които посочват къде се намира камбаната, а <creator> дава информация за леяра създал камбаната. Тази схема определя RDF-информационния

модел, който се състои от 3 обектни типа: „субекти”, „предикати” и „обекти” (от subjects, predicates, objects). В примера субектът е <http://www.math.bas.bg/bells/bells.xml#bell1AN> (URI, Интернет адрес), предикатите са <name>, <location>, <city> и <creator>, а обектите са: bell №01; Катедра Патриаршеска “Св. Александър Невски”; София; П. Н. Финляндски:

Пример за текстово-структурирано RDF описание на ресурса <http://www.math.bas.bg/bells/bells.xml#bell1AN01>:

```
<?xml version="1.0" ?>
<RDF>
<description about="http://www.math.bas.bg/bells/bells.xml#bell1AN01">
  <bell>
    <name>bell №01</name>
    <location>Катедра Патриаршеска "Св. Александър Невски"</location>
    <city>София</city>
    <creator>П. Н. Финляндски </creator>
  </bell>
</description>
</RDF>
```

- Uniform Resource Identifier (URI) е символен идентификатор, който еднозначно наименоува и посочва точно някой мрежови ресурс. Идентификаторът може да е Интернет адрес като например: <http://www.math.bas.bg/bells/bells.xml#bell1AN> и се нарича uniform resource locator (URL). Идентификаторът също така може да е име на ресурс в някаква конкретна мрежа или област, като еднозначно посочва дадения ресурс. Тогава той се нарича uniform resource name (URN) като например: urn:issn:1314-4006 (Международна конференция Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage).
- Именувано пространство (namespaces) е конкретна област от информация за конкретни обекти с обща структура на атрибутите. Именуваните пространства се използват за конкретизиране на определени обекти към коя група или област се отнасят. Например, следващият код указва, че конкретният обект камбана има описани свойства и атрибути на конкретно място, а не се дават принципни обяснения за произволно ударно музикално устройство [Bogdanova et al., 14a]:

Пример за използване на Именувано пространство в текстово-структурирано RDF описание на ресурса <http://www.math.bas.bg/bells/bells.xml#bell1AN01>:

```
<?xml version="1.0" ?>
<rdf:RDF
xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:bell="http://www.math.bas.bg/bells/bells.xml#">

  <rdf:Description rdf:about="http://www.math.bas.bg/bells/bells.xml#bell1AN">
    <bell:name>bell №01</bell:name>
    <bell:location>Катедрала Патриаршеска "Св. Александър Невски"</bell:location>
    <bell:city>София</bell:city>
    <bell:creator>П. Н. Финляндски </bell:creator>
  </rdf:Description>
  ...
</rdf:RDF>
```

XML криптиране. Криптиране на RDF граф

Под криптиране на RDF граф се разбира електронно подписване на текстови елементи или външни препратки, съдържащи се в семантично структурирано текстово описание. Резултатът от електронното криптиране се представя като елемент на криптиран XML документ, който пряко съдържа кодирани данни или препратки към тях [Bogdanova et al., 10e], [Carroll, 03], [Carroll et al., 04].

XML криптирането (XML encryption, XML Signature²¹) като процес на шифроване и разшифроване на контекст се определя с използването на определен XML синтаксис и алгоритми. Синтаксисът на електронния подпис в XML документа се определя от стандарта, разработен от W3C: XML-Signature Syntax and Processing (XMLDSIG)²², който определя елементите и типа на електронния подпис, вложен в съдържанието на документа.

Съществуват три основни типа на реализация на XML електронен подпис, схематично показани на следващата фигура:

- Detached signature – изолиран подпис;
- Enveloping signature, Wrapped signature – обхващащ подпис;
- Enveloped signature, Embedded signature – внедрен подпис.

²¹ XML Signature, Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/XML_Signature

²² W3C: XML-Signature Syntax and Processing (XMLDSIG), <http://www.w3.org/TR/xmlsig-core/>



Фигура 16. Видове XML подписи

Структурата на елементите за XML криптиране (XML Signature) в документите е следната:

```

<Signature>
  <SignedInfo>
    <CanonicalizationMethod />
    <SignatureMethod />
    <Reference>
      <Transforms>
        <Transform> etc.
      </Transforms>
      <DigestMethod />
      <DigestValue />
    </Reference>
    <Reference /> etc.
  </SignedInfo>
  <SignatureValue />
  <KeyInfo />
  <Object />
</Signature>

```

Където елементът *<SignedInfo>* препраща към подписаните данни и уточнява какви алгоритмите са използвани. Елементите *<CanonicalizationMethod />* и *<SignatureMethod />* се използват от *<SignatureValue />* за определяне на метода на подписване и алгоритмите, които се използват преди подписването. В елемента *<SignatureValue />* се съдържат вече кодираните резултати. Елементът *<KeyInfo />* съдържа ключ, с който могат да се валидират данните и не е задължителен. Един или повече *<Reference>* елементи могат да се съдържат, като се уточняват методите на трансформация на ресурсите преди да са подписани. Елементът на *<Object />* съдържа подписаните данни, ако това е обхващащ подпис (Enveloping signature).

За валидирането на подписан XML документ се използва процедура, наречена Валидиране на ядрото (Core validation). В тази процедура първо се проверяват всички *<Reference>* елементи за техните трансформации. След това се валидира подписа чрез методите, описани в *<SignedInfo>*.

Стандартизиране на семантично структурирано съдържание (RDF) за XML подписване

Семантичното знание по своята същност е сбор от твърдения и препратки към различни ресурси. Много рядко всички ресурси и твърдения за еднозначно описани в един текстов документ. Поради това за подписването на отделни данни трябва да отговаря на определени изисквания, като канонизация на съдържанието и използване на средства за еднозначно дефиниране на отделни твърдения.

Канонизацията на съдържанието е задължителна, ако присъства електронно подписване. Например празното пространство в етикетите не е синтактически значима, като елементите *<elem>* и *< elem >* за еднозначни, но при подписване ще дадат различен кодиран резултат. Също така при предаване по мрежата или при валидиране на XML документа различните системи променят знаците в документа, като излишеството на пространство в атрибутите на елементите и т.н.

Елементите, които се подписват трябва да са добре оформени като прости еднозначни съобщения [Vogdanova et al., 10e].

Модел за защита на семантични описания на обекти от област камбанология

Следващите примери представят влагането на електронен подпис в семантично-структурирани текстови описания на обект камбана, следващи описания метод:

- Семантично-структурирано текстово описание на обект камбана;

Примерът представлява част от семантично описание на конкретен обект камбана с URL: <http://www.math.bas.bg/bells/bells.xml#bell1AN>, съкратен поради големината на текстовото съдържание:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<RDF:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:bell="http://www.math.bas.bg/bells/bells.xml#">
```

```

... ..
<RDF:description about="http://www.math.bas.bg/bells/bells.xml#bell1AN01">
<bell:bell lang="bg">
  <bell:bell_ID>0101</bell:bell_ID>
  <bell:bell_type lang="bg">църковна камбана</bell:bell_type>
  <bell:bell_anno>
    <bell:bell_name lang="bg">камбана №01-01, Патриаршеска катедрала Св.
Александър Невски</bell:bell_name>
    <bell:bell_descr lang="bg">Материал - сплав олово, сребро и мед. С форма
на пресечен конус. Късо тяло с малка плавна извивка. На раменния пояс - растителни орнаменти,
оформени в дълбоки фестони, обърнати нагоре. Едър едноредов надпис с черковнославянски букви:
... .. </bell:bell_descr>
    <bell:bell_cond lang="bg">добро</bell:bell_cond>
    <bell:bell_value lang="bg">Висока културно-историческа
стойност</bell:bell_value>
  </bell:bell_anno>
</bell:bell>
</RDF:description>
... ..

```

- Форматиране на това текстово съдържание;

Примерът представя предходното семантично описание, което е съкратено поради големината на текста, оформено като съобщение:

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<RDF:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:bell="http://www.math.bas.bg/bells/bells.xml#">
... ..
  <RDF:description about="http://www.math.bas.bg/bells/bells.xml#bell1AN01">
<bell:bell lang="bg"><bell:bell_ID>0101</bell:bell_ID><bell:bell_type lang="bg">църковна
камбана</bell:bell_type><bell:bell_anno><bell:bell_name lang="bg">камбана №01-01, Патриаршеска
катедрала Св. Александър Невски</bell:bell_name><bell:bell_descr lang="bg">Материал - сплав
олово, сребро и мед. С форма на пресечен конус. Късо тяло с малка плавна извивка. На раменния
пояс - растителни орнаменти, оформени в дълбоки фестони, обърнати нагоре. Едър едноредов
надпис с черковнославянски букви: ... .. </bell:bell_descr><bell:bell_cond
lang="bg">добро</bell:bell_cond><bell:bell_value lang="bg">Висока културно-историческа
стойност</bell:bell_value></bell:bell_anno>... ..</bell:bell>
  </RDF:description>
... ..

```

- Влагане на електронен подпис в структурата на семантични текстови описания;

Примерът представя вложеният електронен подпис на предходното текстово съобщение:


```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<RDF:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:bell="http://www.math.bas.bg/bells/bells.xml#">
... ..
<RDF:description about="http://www.math.bas.bg/bells/bells.xml#bell1AN01"><Signature
xmlns="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#"><SignedInfo><CanonicalizationMethod
Algorithm="http://www.w3.org/TR/2001/REC-xml-c14n-20010315"/><SignatureMethod
Algorithm="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#rsa-sha1"/><Reference><Transforms><Transform
Algorithm="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#enveloped-signature" /></Transforms><DigestMethod
Algorithm="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#sha1"><DigestValue>WqpRWHxXA0YgH+p3Sxy6hRo1XIk=
</DigestValue></Reference></SignedInfo><SignatureValue>EoRk/GhR4UA4D+8AzGPPkeimldZr1Sy88eF73n/T9
Lpeq9IxoGRHNUA8FEWuDNJuz3IugC0n2RHQQpQajiYvhlY3XG+z742pgsdMfFE4Pddk4gF1T8CVS1rsF7bjX+FkT/c8B2/
C8FNgmfkxD1B/ochtbRvuAGPQGtgJ3h/wjSg=</SignatureValue><KeyInfo><X509Data><X509Certificate>MIIB
8zCCAUYgAwIBAgIQgfzbrIjhLL9FobStI2ub3zANBgqhkiG9w0BAQQFADATMREwDwYDVQQDEwhUZXR0ZUFjbjAeFw0wMD
AxMDEwMDAwMDBaFw0zNjAxMDEwMDAwMDBaMBMxETAPBgNVBAMTCFRlc3RlQWNUMiGfMA0GCSqGSIb3DQEBAQUAA4GNADCB
iQKBgQDO+yAZ8/qJbSVH/+2wMmzix3jM/CExb6sTgaiPwe6ylcHgF45zeQDq06OSJZCSns34em/ULINZddDf8z0b9uk/2
sOGr1pYqsunLLBvw2FkvWJQDkx2SzCm8v4xGX2kyXNbjiy/K56oPOMjpayKoAFnnvk7p2iFAxNZK/6lpZ7wIDAQABO0gw
RjBEBgNVHQEEPTA7gBCOONcajwnATYZ0t6w7LVU0oRUwEzERMA8GA1UEAxMIVGVzdGVBY26CEIH826yI4Sy/RaG0rSNrm9
8wDQYJKoZIhvcNAQEEBQADgYEABL9Qhi6f1Z+/t8oKXBQF3UUsNF9N2o4k6q1c3CKZYqx2E/in+nARIYRdh5kbeLfomi6
GIyVfEXExp8crob3MAzOQmVxf9+ByuezimMPIHDv0u3kmeITXfoZrHCDxLoWW1ESN1owBfKp7JKAuu9ORDC0pUiUfC
HWxCoqNos=</X509Certificate></X509Data></KeyInfo><Object><bell:bell
lang="bg"><bell:bell_ID>0101</bell:bell_ID><bell:bell_type lang="bg">църковна
камбана</bell:bell_type><bell:bell_anno><bell:bell_name lang="bg">камбана №01-01, Патриаршеска
катедра на Св. Александър Невски</bell:bell_name><bell:bell_descr lang="bg">Материал - сплав
олово, сребро и мед. С форма на пресечен конус. Късо тяло с малка плавна извивка. На раменния
пояс - растителни орнаменти, оформени в дълбоки фестони, обърнати нагоре. Едър едноредов
надпис с черковнославянски букви: ... .. </bell:bell_descr><bell:bell_cond
lang="bg">добро</bell:bell_cond><bell:bell_value lang="bg">Висока културно-историческа
стойност</bell:bell_value></bell:bell_anno>...
...</bell:bell></Object></Signature></RDF:description>
... ..

```

Анализ на модела за защита на семантични описания на обекти от областта на културно-историческото наследство

Моделът за защита на семантични описания на обекти от областта на културно-историческото наследство допринася за идентификацията и оторизирането на цифровото знание за тези обекти. Чрез влагането на криптирани данни и в частност електронното подписване на семантични текстови анотации се гарантира:

- Автентичност на съдържанието;
- Точна идентификация на цифровия информационен ресурс;
- Защита на интелектуалната собственост;
- Гарантиране на авторство и принадлежност.

При процеса на разработване на модела за защита и експериментирането с конкретни семантични анотации възникнаха определени проблеми:

- Трудно читаеми и усложнени семантични анотации – при влагането на електронен подпис в структуриран текст, частите на този подпис заемат около 60-80% от съдържанието. Което води до увеличаване с пъти обема на съдържанието, като това забавя машинната им обработка и читаемостта им;
- Усложнено добавяне на ново съдържание – подготовката за електронно подписване на ново съдържание изисква спазването на строги правила на текстовия сурогат (трябва структурирания текст да е „канонизиран”, „сериализиран” и „оформен подходящо като съобщение”), което задължава автора на ново съдържание да е запознат с тези ограничения и да се съобразява с тях;
- Изискване на строги правила за обработка на електронно подписано текстово съдържание – всяка обработка (включително търсене, въвеждане, извеждане и т.н.) на такова съдържание изисква нулева промяна на цифровия запис. Дори промяна на символ в съдържанието или дори на една метаданна на записа „разваля” подписа;
- „Неподвижност” на електронно подписания текстов ресурс – при публикуването на текстовото съдържание в Интернет, всяка една търсачка и всеки активен агент се опитва да прочете това съдържание, да го маркира, кешира и индексира самия ресурс или в собствена база данни, особено агенти като Google, Yahoo, Bing и т.н. Това автоматично води до промяна на това съдържание и до „разваляне” на електронния подпис. С други думи: електронно подписаното текстово съдържание е валидно само и единствено на мястото, където е записано.

Извод

Маркирането на семантични анотации с електронен подпис под формата на структуриран текст добавя автентичност на съдържанието, точна идентификация на цифровия ресурс и защита на интелектуалната собственост. Но към момента усложнената обработка на съдържанието и „развалянето” електронния подпис при

публикуване в Интернет на цифровия ресурс, правят този процес „не достатъчно ефективен”.

Заключение

За създаване на електронно знание на избрани области от познания за културно-исторически ценни камбани се използват метаезици за описание. Такива технологии за семантично-ориентирано описание предлага Семантичния уеб и неговите градивни компоненти – онтологиите, които осигуряват структура, методи и средства за представяне на семантичната същност на информационните обекти, създават основа за семантично им аотиране и реализиране на семантично-базиран достъп до тях. Създаването на онтологии в различни области позволява унифицирането на знанието им и всеобщото му разбиране, компютърното му обработване и правенето на семантични изводи. За целта са разработени голям брой езици и софтуерни инструменти за създаване и формално изписване на онтологии, аотиране на обекти чрез онтологични метаданни, правене на заявки и семантични изводи, обединение и интегриране на онтологии и др.

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.

Представено е изграждане на семантично-онтологично структури на знание за културно-исторически ценни камбани, като са проследени технологиите и подходите използвани за тяхното семантично описание, изградените структури, формализацията на знанието и връзката им с други информационни масиви. Описани са в детайли семантиката и знанията за избраната предметна област, като е направена е формализация на знанието за описаните обекти. Разработени са различни онтологични подструктури, допълващи това знание, реализирани на базата на обект камбана, включващи: Онтология на историческите събития, свързани с предметната област; Онтология на религиозни и светски сюжети, изобразени на камбанни обекти;

Онтология на камбанолелярството; Терминологичен речник (таксономия) в областта на камбанологията. Представени са връзките между тези онтологични подструктури, както връзки на обектите с други (външни) семантични системи. Описани са модели за индексирание на обекти от избраната културно-историческа област, използвани в цифрови хранилища и библиотеки.

В раздела е проследен процесът на маркиране с криптирани данни на семантични анотации с цел защита и анализ на специфични особености на това маркиране на областта на камбанологията. Представена е защита на семантични описания на знания от областта на камбанологията чрез вграждане на електронен подпис в текстови метасемантични описания. Този метод е използван в семантичните описания на културно-исторически обекти камбана, организирани в онтология, вградени в онлайн платформа „Мултимедиен фонд BellKnow“.

В резултат на проведените изследвания и изграждане на онтологични структури са постигнати следните приноси:

- Направен обзор и анализ на средствата за семантично-ориентирано представяне на знания за обекти от културно-историческото наследство, като:
 - Направен е обзор на технологиите и средствата за изграждане и представяне на семантично-онтологично знание;
 - Направена е формализация на знанието в конкретната предметна област за изграждане с цел изграждане на онтологичен модел на това знание;
- Създаден е онтологичен модел на знание от областта на културно-историческото наследство, описващ обекти камбани. Представена е детайлно семантиката на предметната област, като са дефинирани множество характеристики, метаданни, правила, класове знание и взаимовръзките между тях. Създадени са онтологично-семантични подструктури: онтология на историческите събития, свързани с предметната област; онтология на религиозните и светски сюжети, изобразени на камбани; онтология на камбанолелярството; терминологичен речник (таксономия) за областта на камбанологията. Онтологичната система е внедрена в „Мултимедиен фонд BellKnow“;

- Разработени са методи за защита на знание чрез криптиране на семантични анотации (текстови XML-RDF анотации) с електронен подпис. Тези методи са приложени върху цифровите ресурси и знания за обекти камбана.

Разработените модели и методи са приложени в процеса на реализация на научно-приложен проект, свързан с цифровизация на културно-историческото наследство на обекти камбана „Изследване и идентификация на значими камбани от историческото и културно наследство на България и създаване на аудио и видео архив с помощта на съвременни технологии“, <http://www.math.bas.bg/bells/> (BELL) [Bell, проект] и „Изграждане на цифров мултимедиен фонд – BellKnow“, <http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/> [BellKnow, проект].

Семантичните анотации на цифрови обекти камбана са представени в [Bogdanova et al., 10d], [Богданова и др., 13б] и [Богданова и др., 12]. Защита на семантично-базирани анотации чрез подписване на RDF структури е развита в [Bogdanova et al., 10e] и [Bogdanova et al., 14a]. Направени са и лингвистични проучвания на знания от областта на културно-историческото наследство [Bogdanova et al., 12b] и [Bogdanova et al., 11b], като е експериментирано със създаването на речници [Ноев и др., 09б]. Представени са проучвания, свързани със създаването на онтология чрез съвременни методи в [Bogdanova et al., 12a].

Глава 4. Реализация на семантично-базирано представяне знания за цифрови ресурси от областта на камбанологията, тяхното създаване, съхранение и защита

В настоящата глава е представено създаването на цифрови обекти и ресурси от областта на културно-историческото наследство. Показан е процесът по създаване на цифрови обекти като се проследяват: цифровизацията на обекта, индексирането на полученото съдържание, 3D моделите на обемни артефакти, приложените методи за защита на цифров обект камбана и методите за представянето му чрез паспорт. Проследено е изграждането на цифрово хранилище за обекти камбана и е описано неговата специфика и архитектура. Разгледани са реализираните вградени в хранилището функционални подмодули.

Проследена е реализацията на онлайн платформа за представяне на цифрови ресурси и семантично описани обекти от областта на камбанологията, заедно с функционалността, внедрена в тази среда, базирана на моделите за аотирано знание за предметната област. Представено проектирането, разработването и изграждането на платформата „Мултимедиен фонд BellKnow“, заедно с основните функционални модули от архитектурата му. Модулите добавят функционалност, оптимизация и автоматизация за процесите: по добавяне на цифрово съдържание; на семантично индексиране на медия записи; семантично търсене; подбор на медия записи по множество критерии; създаване на колекции; извеждане на семантично знание и др.

4.1 Създаване на цифров ресурс

За създаване на цифров обект се следват следните стъпки:

- Проучване и избор на обект, техника и методика на цифровизация;
- Цифровизиране на обекта;
- Индексиране на полученото съдържание;
- Цифрова обработка на отделните файлове, ако е необходимо;
- Прилагане на методи за защита на съдържанието;
- Организиране на отделните носители на информация в хранилище.

След създаването на множеството от цифрови обекти се пристъпва към организирането на хранилище, системата за представяне на ресурсите в мрежовото пространство и създаване на семантично аотиране на знанието за предметната област.

Проучване и избор на обект, техника и методика на цифровизация

Проучванията за избор на обект, техника и методика на цифровизация при създаване на цифров обект в областта на културно-историческото наследство се извършват от редица специалисти по цифровите технологии, културоведи, историци, инженери, акустици и др. [Bogdanova et al., 11e], [Bogdanova et al., 06b], [Богданова и др., 07], [Bogdanova et al., 15]. След проучванията на методите за създаване на цифрови образци на обект камбана [Bell, проект] и поради спецификата на тези обекти са избрани следните технически и програмни средства, показани на следващата таблица.

Дейност	Описание на средства
Аудио записи	Професионално аудио оборудване – съвременна измерителна система „PULSE 11” на компанията Brüel&Kjær, със съответното специализирано оборудване (микрофон 4193 Brüel&Kjær, вибродатчик TRV-01 SPM Instrument, анализатор 3560B Brüel&Kjær)
	Програмно обезпечаване на оборудването – PULSE 12 базов с SPB /Constant Percentage Band/ анализ, пет канални модули, модул за връзка „Bridge to MatLab”, програмно средство „MatLab” на компанията „MathWorks” с модули за връзка FFT и Wavelet анализ
Фото заснемане	HD фото оборудване – цифров фотоапарат – „aDigital SLR” оптична камера със сменена оптична система „Sony”, снабдена със система за стабилизация на изображения „Super SteadyShot” и специализирани обективи (включително за близко широкоекранно заснемане)
	Програмен продукт „Adobe Photoshop” – за допълнително цифрово обработване на изображенията
Видео заснемане	HD видео оборудване – ултракомпактна видеокамера „Sony HDR-SR8 AVCHD HDD Handycam” със цифрова матрица „CMOS ClearVid”, обектив „Carl Zeiss Vario-SonnarT”, вградена твърда памет 100 ГБ и HD запис на видео (формат 1080i HD) и аудио (система Dolby Digital 5.1)
	Програмен продукт „Adobe Premier” – за допълнително цифрово обработване на видео записите
Съхранение на цифровите записи	Подходящи компютърни станции и външна памет, с възможности за цифрова обработка и съхранение на записите
	Програмна система „FotoWare Chameleon” (с допълнителни станции „FotoStation”) за организиране на цифров архив

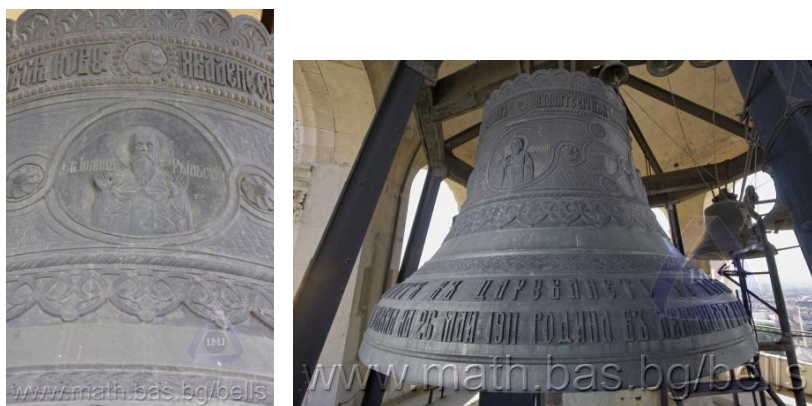
Таблица 9. Технически и програмни средства за цифровизиране на обект камбана

Методика за цифровизиране на обект

Цифровизирането на обект камбана се състои от следните процеси:

- Цифрово фото заснемане на обекта;
- Измерване на геометрични размери и местоположение на обекта;
- Записване на камбанните звуци;
- Записване на проучвания чрез интервюта;
- Видео заснемане на звъненето/биенето на обектите.

Пример: При цифровизирането на обекти камбани в Патриаршеска катедрала „Св. Александър Невски“ са заснети и обработени 114 фото изображения, записи на звъненето на всяка от 12-те камбани поотделно, общо изпълнение на звънар, запис на интервюта, исторически справки, геометрични размери и др. (Фигура 17).



Фигура 17. Цифрови фото изображения на камбанен обект намиращ се в Патриаршеска катедрала „Св. Ал. Невски“ (Камбана №1)

Триизмерни модели на артефакти от културно-историческото наследство

Подробно проучване на създаване на 3D модели на артефакти от културно-историческото наследство с технологията за 3D сканиране „структурирана светлина“ е представено в приложение 4, [Bogdanova et al., 13a], [Noev, Todorov, 14]. Сканирани са артефакти от фонда на Музей Възраждане, РИМ – Велико Търново [Балкански войни, проект].

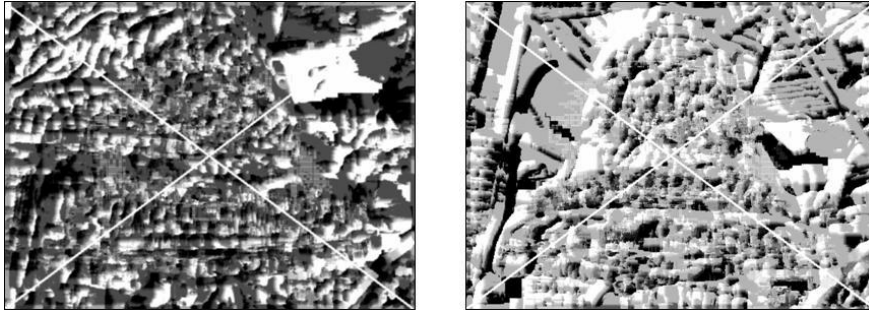
Създадени са експериментални 3D модели на камбани чрез моделиране на двумерни изображения [Bogdanova et al., 11a] съвместно със специалисти от Швейцария, работещи в областта на представяне на тримерни изображения чрез технологиите на семантични описания [Cotofrei et al., 11]. За получаването на качествен 3D модел са изработени определени правила и се спазват следните инструкции:

- Ползване на подходящ специализиран софтуер, например: Photo-To-3D, Photosynth и др.;
- Изображенията трябва да съдържат едни и същи повърхности;
- Обектът не бива да се мести, препоръчително е да се придвижва камерата. Движенията на обекта внасят конфликт в алгоритмите, използвани за изчисления на пространственото разположение на повърхнината;
- Източникът на светлина да е постоянен и неподвижен при заснемането на обекта от различни гледни точки. Да не се използва светкавица;
- Различните гледни точки на заснемане не трябва да са с по-голям ъгъл на камерата от 15°;
- При заснемането обектът да е на преобладаваща част от изображението, така се получава по-добър 3D модел при изчисление на повърхнината;
- Избягване на отразяващи повърхности;
- Препоръчително е да не се променя мащаба на обекта в изображенията. Да не се променя настройката за увеличение на камерата при заснемане.

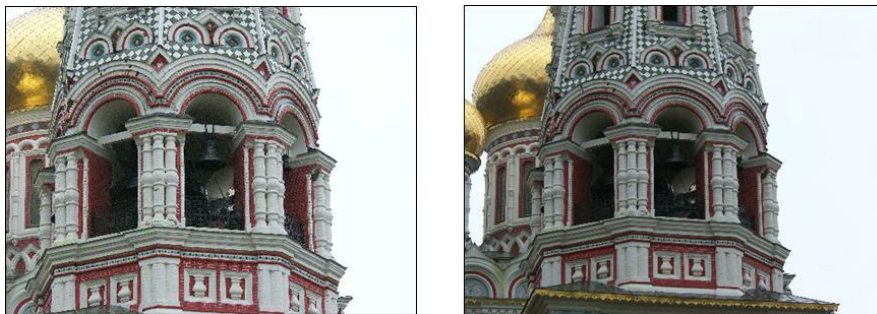
Показани са примери с изображения и дълбочинни карти на тези изображения, с които са реконструирани 3D модели на камбани и камбанарии (камбана №1 и камбанария в Храм-паметник „Свето Рождество Христово”, Шипка):



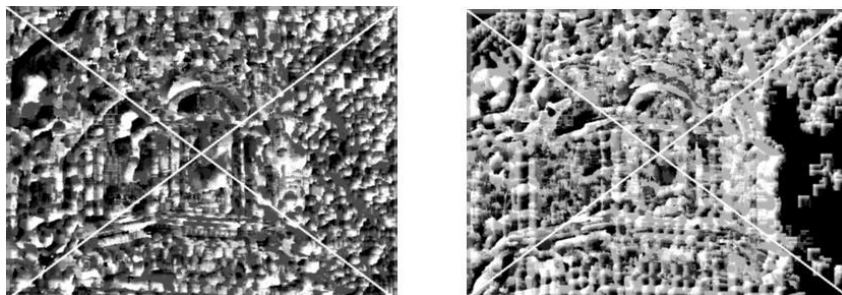
Фигура 18. Изображения на камбана №1, Храм-паметник „Свето Рождество Христово”, Шипка



Фигура 19. Дълбочинна карта на предходните изображения



Фигура 20. Изображения на камбанарията в Храм-паметник „Свето Рождество Христово”, Шипка



Фигура 21. Дълбочинна карта на предходните изображения

Обзор на триизмерни обекти от областта на културно-историческото наследство

3D моделите на обемни артефакти добавят богато съдържание към знанието за обекти от културно-историческото наследство. Те съдържат в себе си по-вече информация за обем, форма, текстура, релеф и т.н., която може да се представи и визуализира. Все още има затруднения в разпространението и представянето на тези 3D

модели, поради специфичността на програмните приложения и използваната апаратура за създаване, обработка и представяне на цифрови 3D изображения.

Индексиране на получените цифрови ресурси

Индексирането на отделните цифрови записи е направено с въвеждане на метаданни и съдържанието на обектите, като е съобразено със световните стандарти, прилагани за обекти от културно-историческото наследство. Описанието на цифровите ресурси е необходимо като част от метода за създаване на цифров архив, подпомагащо класифицирането и дейностите като търсене, намиране, филтриране и т.н. на артефакти в голям масив от ресурси. Използва се стандарта Dublin Core и технология по добавяне на метаданни (текстови полета), прикачени към цифровия ресурс. За всички цифрови обекти се генерира XML прикачен файл, в който са включени текстовите анотации под формата на метаданни, чрез които различните архивни, библиотечни системи и Интернет агенти могат да индексират и обработят съдържанието на цифровите артефакти. След направени проучвания се обособиха две направления на организация на метаданните:

- Индексиране на дигитални ресурси – кратко описание на файловете с цел индексирание на конкретните ресурси за бързото им намиране в дигиталния масив (склад) по определени признаци и класификации;
- Индексиране на съдържанието на медия ресурса – подробно описва съдържанието на дигитализирания обект, с цел откриване на информация в съдържанието.

Индексирането на дигиталния ресурс се извършва с добавяне на следните текстови полета, представени в следващата таблица (използваният пример е за цифров ресурс на изображение на камбана №01, местоположение „катедрален храм „Св. Ал. Невски”“):

Тип метаданни	Текстово поле	Код	Характеристика	Пример
Идентификация	Заглавие	<title>	Име, използвано за обозначение на артефакта	<title> камбана №01-01, Патриаршеска катедрала Св. Александър Невски</title>
	Идентификатор, сигнатурен номер	<identifier>	Архивен номер или сигнатурен номер на цифровия ресурс	<identifier>01-01-01</identifier>

Тип метаданни	Текстово поле	Код	Характеристика	Пример
	Връзки, препратки	<relation>	Сигнатурни номера на свързани обекти с дадения ресурс	<relation></relation>
	Права	<rights>, <rightsHolder>	Информация за притежателя на интелектуална собственост върху материала	<rights> Българска Патриаршия</rights>
	Част от	<isPartOf>	Описание на артефакта, като част от колекция, експозиция изложба и др.	<isPartOf></isPartOf>
Системни	Формат на обекта	<format>	Дигитален формат на материала – описание и използвани параметри	<format>изображение, jpg, 600x401,watermarked</format>
	Тип на медия ресурса	<type>, <medium>	описание (текст, изображение, видео клип, аудио запис и т.н.)	<type>изображение, jpg</type>
	Дигитализатор	<creator>	ситуация на създаване на дигитален обект	<creator> Gencho Petkov</creator>
	Източник	<source>	Първоначален недигитален обект	<source>цифрово фото заснемане</source>
Съдържание	Тип, жанрово определени е	<subject>	Класифициране на материала	<subject>изображение на камбана 01-01</subject>
	Описание	<description>	Кратко описание на съдържанието на обекта	<description> 1000.0214. Патриаршеска катедрала "Св. Александър Невски", (съкратен вариант) </description>
	Ключови думи	<keywords>	Кратко описание на съдържанието на обекта по ключови думи и фрази	<keywords> Bulgaria; Bell; България; Sofia; София; - 1000.0214.01 Камбана 01 @ 42°41'45.28"N 23°19'57.36"E; ©2008 Gencho Petkov; 1000.0214. Патриаршеска катедрала Св. Александър Невски - София; - 1000.0214.03 </keywords>
	Език	<language>	Езикови особености	<language>bg</language>
	Приносител	<contributor>	първоначален създател на материала	<contributor>Gencho Petkov</contributor>

Таблица 10. Метаданни за индексване на цифров ресурс за обект камбана

Индексването по съдържание на цифровите ресурси се състои в добавянето на анотации и връзки към тях в отделни описателни текстови XML файлове чрез RDF

дефиниции, които са част от семантично-онтологичните структури за обект камбана, разгледани в глава 3.

Модел за представяне на цифровизиран обект камбана чрез цифров паспорт

Паспортите представляват анотации от цялата събрана информация за даден обект, в случая комплект от няколко камбани на едно място (на хартиен или електронен носител), [Трифонов и др., 10]. Съдържанието на паспорта включва снимков материал, историческа справка, технически данни, диаграми на направените изследвания и др. В електронния вариант на паспорта са вложени мултимедийни файлове със записани звук и видео клипове.



Фигура 22. Паспорт на обекти камбани

За генерирането на паспортите е разработен модел на три нива с $n+1$ секции (n – брой камбани) с варианти за електронен и хартиен паспорт. Създаден е програмен модул за генериране и представяне на електронен паспорт на обекти камбана по разработения модел за отделен обект или обекти, групирани по местоположение.

Схема за генериране на паспортите по секции:

- *Секция 1:* Обща информация за група от n камбани в един обект (храм, камбанария, паметник и др.):

- Заглавна част – имената на паспоритизираните обекти камбана, организациите, изготвили паспортите;
- Историческа справка – обзор на обектите; мястото, където са инсталирани; събития, свързани с тези обекти и др.;
- Схема на камбаните – номерация и схема на разположението им в камбанарията или помещението, където са инсталирани;
- Медия материали* – видео клипове или аудио записи на музикално изпълнение на камбаните или други материали, свързани с тях (интервюта; очерци; документални разкази и др.);
- *Секции от 2 до n+1*: Представяне на всеки обект камбана в отделна секция, която съдържа:
 - Изображения на камбаната;
 - Медия материали²³ на конкретния обект камбана – видео и аудио записи на звука при биене на камбана;
 - Таблица с технически данни, включваща (фигура 32):
 - Местонахождение;
 - Координати;
 - Материали;
 - Размери;
 - Тегло;
 - Състояние;
 - Основен тон в момента на удара;
 - Създател, година и място на отливане;
 - Собственик;
 - Историческа ценност.
 - Художествено оформление – пълно описание на камбаната (материали от които е изработена; форма; описание на надписи, изображения и орнаменти и друга интересна информация);
 - Анализ на звука – диаграми с анализ на звука (затихване във времето; спектрограма; 3D спектрограма; основни честоти и др.).

²³ Само в електронния вариант на паспорта.

В приложение 1 е представен пример на реализиран паспорт на обект камбана по проект Bell [Bell, проект], изграден по този модел. В раздел 4.3 на тази глава е представен електронен паспорт на обект камбана или група от обекти, динамично генериран от онлайн платформата „Мултимедиен фонд BellKnow”.

4.2 Организиране на цифрово хранилище за обекти от тип „камбана”

Цифровото хранилище представлява по своята същност множество от архиви, библиотеки, бази от данни, каталози, файлове и др., използващи цифрови технологии с вградени допълнителни функционалности и съдържащи в себе си нееднородно цифрово съдържание.

Хранилището прилага правилата за добра организация на съдържанието, утвърдени при изграждане на архив, било то и хартиен. Тоест съдържанието е подредено, обработено, описано и индексирано еднозначно.

За организиране и изграждане на цифрово хранилище BellKnow се анализираха необходимите етапи на организация на съдържанието и необходимата обработка и подготовка на влаганото съдържание. Систематизирането на съдържанието отговаря на следните изисквания:

- Подреденост на съдържанието – за по-бърз достъп до търсената информация;
- Систематизираност – еднозначно да се идентифицира всеки елемент на съдържанието;
- Защита – всеки елемент на съдържанието да е защитен от неоторизиран достъп и от нерегламентирано използване;
- Надеждност – съдържанието да се съхранява на надежни носители на няколко места;
- Функционалност – внедряване на допълнителни модули за обработка на съдържание, обработка на множество елементи от съдържанието, филтриране на съдържанието, достъп до съдържание по определени признаци и др.

За обработка и подготовка на съдържание за влагане в цифровото хранилище се определиха следните условия:

- Файловият формат да е установен световен стандарт, подходящ за целите при използване и извеждане на съдържанието. В случая съхранение на информация за нематериално културно наследство представяне на съдържанието в цифрови библиотеки;
- Файловият формат да е хардуерно и софтуерно независим;
- Да има възможност за защита на интелектуалната собственост;
- Параметрите на цифровите записи да позволяват свободен и бърз пренос през мрежовото пространство;
- Съотношението качество-количество на запазена информация спрямо големината на записа да е подходящо;
- Възможност за описание и индексирание на съдържанието за подобряване на организацията на съхранение, търсене в дигиталното хранилище;
- Подържане на утвърдени масови технологии за индексирание с мета данни – XML, XMP и др.

За организиране на цифрово хранилище се използва софтуерна среда FotoStation на компанията FotoWare²⁴, специализирана за създаване на цифрови масиви, индексирание на медия файлове и организиране на дървовидна файлова структура. Софтуерната среда FotoStation има възможност за надграждане с клиент-сървър системата Cameleon за работа с много клиентски приложения и доставянето на файловете като интернет ресурси. Тя позволява и програмиране на допълнителни функционалности, които да автоматизират и обогатят обработването на цифровите ресурси [Noev, 10].

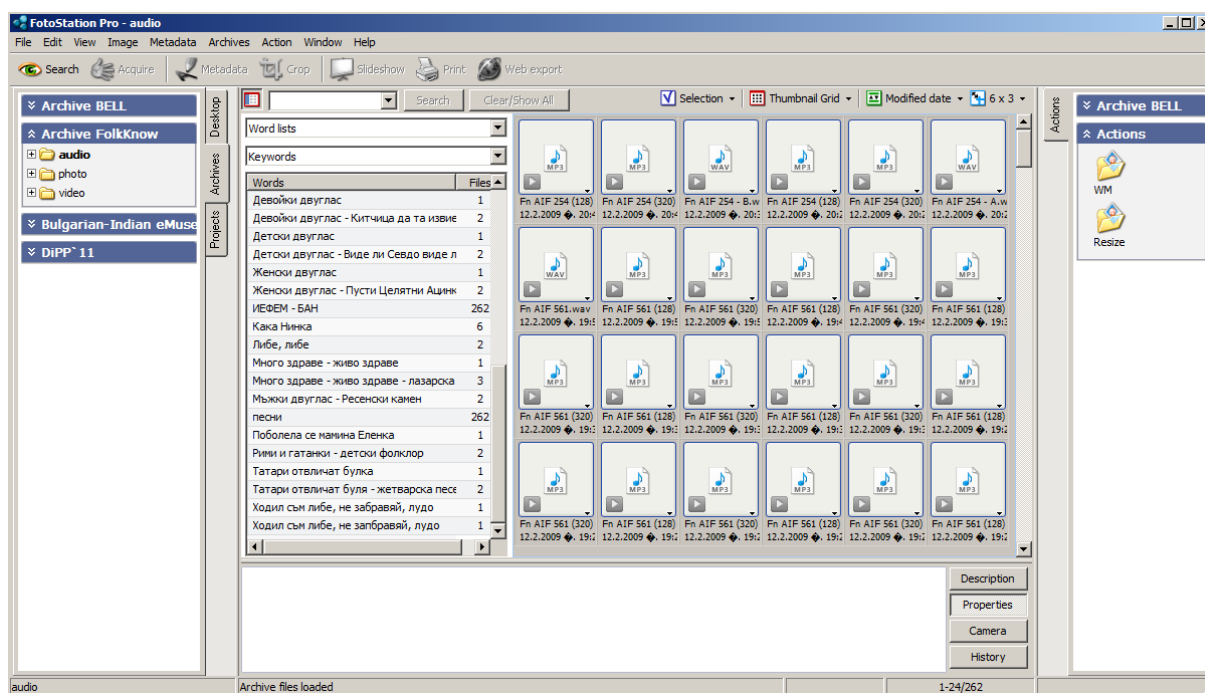
Функции за създаване и организиране на цифрови масиви от медийни файлове:

- Лесен и интуитивен интерфейс за работа с множество медия файлове;
- Създаване и организация на дигитални архиви;
- Пълна поддръжка на мета данни и езиците за онтологии XML, XMP, RDF, XDS;
- Създаване на собствена XML schema за дефиниране на собствени мета данни;
- Създаване на индивидуален интерфейс за въвеждане и редакция на мета полета;

²⁴ FotoWare (FotoStation и Cameleon), <http://www.fotoware.com>

- Организация и търсене на файлове в архив по МЕТА данни;
- Създаване и лесна работа с „темплети” (шаблон за МЕТА текстови полета) и макроси;
- Промяна на функционалността на системата със собствени кодове чрез езиците за онтологии;
- Създаване на автоматизирани команди за извършване на много операции наведнъж „actions”, като например: копиране на файлове, добавяне на воден знак, добавяне на темплет или макрос и др.;
- Функция за генериране на галерии или архиви от създадените колекции във вид за показване в уеб пространството (създаване на web album).

Следващото изображение представя част от аудио записи в цифров архив БФН [БФН, проект], [Богданова и др., 11а], организирано чрез софтуерната среда.



Фигура 23. Част от аудио записи в цифрово хранилище БФН

Подходи и средства при изграждане на цифров архив BellKnow

При първоначалния анализ на обема на цифровия материал за обект камбана се констатира, че са проучени, заснети, анализирани и записани над 100 обекта камбани в над 20 местонахождения при реализирането на научно-изследователски проект Bell

[Bell, проект], [Bogdanova et al., 06b], [Богданова и др., 07], [Bogdanova et al., 15]. Събраните необработени цифрови записи са: цифрови фото изображения - над 10000; аудио записи – над 1000; видео записи 2000 (включващи записи на биене на камбани по отделно и общо; интервюта на звънари, клисари и научни работници; презентационни филми; записи на процеса по проучване и др.); текстови документи и др. Всички цифрови материали се обработват по две направления: с цел архивиране и запазване на по-голям обем от информация и оптимизиране на съдържанието с цел на представяне на цифровите материали в Интернет пространството. Методите по които се обработват цифровите сурогати са надлежно описани в глава 2.

При такъв очакван обем от данни (необработени и обработени по две направления) е необходима добра организация на цифровия архив: дървовидна файлова структура; матрица за сигнатура на файловете имена; допълнителни мета текстови данни за индексирание на медия файловете и описи за всяка цифрова единица.

Дървовидна файлова структура

При избора на организация на дървовидната файлова структура се има предвид спецификата на цифровите медийни записи, тяхното количество и направлението с което се обработват. На първо ниво на файловата структура се използва абревиатура или съкратено наименование на архива. На второ ниво се записите се разделят по вид медия: необработени цифрови сурогати (non); аудио записи (audio); видео клипове (video); цифрови изображения (photo); други записи (other) – на работения процес и други допълнителни записи; медия (media) – записи на презентационни клипове и др.

Следва сигнатура на файловете записи.

Сигнатура на цифровите записи

Сигнатурата на файловете записи включва: сигнатурен номер на местоположението на обект камбана; номер на камбания обект; номер на файловия запис и сигнатура на типа на цифровия архивен запис според предназначението му (необработен сурогат; за съхранение; оптимизиран за Интернет пространството).

Индексиране на цифровите записи

Цифровите записи в хранилището се индексират с мета текстови полета по международен стандарт Dublin Core (надлежно описани в предходния дял на тази глава), като задължително се описват някои от признаците за оптимизирано търсене.

Основните необходими описания са:

- Заглавие, включващо наименование на обекта, наименование на местонахождението и номер камбаната в това местонахождение;
- Идентификационен (сигнатурен) номер;
- Информация за притежателя на интелектуалната собственост;
- Връзки и препратки, ако има такива;
- Описание на обекта като част от колекция;
- Цифров формат на обекта;
- Тип на медия ресурса;
- Ключови думи, включващи множество признаци на определение на обекта.

Подходи и средства при изграждане на цифрово хранилище BellKnow

При разработката на програмната система на цифрово хранилище BellKnow бяха създадени чрез допълнително модулно програмиране следните нови функционални инструменти:

- Инструмент за индексирание на един или множество обекти с помощта на шаблони: чрез въвеждане на мета данни, добавяне на допълнителни ключови думи и влагане на сигнатурни номера;
- Инструмент за обработка на цифрови изображения: промяна на файловия формат (ако е необходима), преоразмеряване на изображението, влагане на видим/невидим воден знак, промяна на параметри (ако е необходимо за: размер, гъстота на точките и др.), преименуване на изображението със сигнатурни номера и др.;
- Инструмент за обработка на цифрови изображения от формат за запазване (архивиране, формат с максимално качество на

изображението) към формат, подходящ за мрежово споделяне (с намалено качество, цел оптимизиране на големината на записа);

- Инструмент за оценяване на обектите с цел извеждане на най-подходящите обекти в колекции;
- Инструмент за генериране на колекции от обекти по даден признак или оценка.

При създаването на дигиталното хранилище се използва традиционна дървовидна файлова система, където сурогатите се разделят на отделните разклонения. Първо се разделят на вида на медията – фото, аудио, видео, исторически справки, технически данни и др., след това се разделят по определена сигнатура на обектите – на дата на създаване (заснемане) на дигиталните образци – за улеснение на екипите, обработващи информацията и на местоположение на обектите – място и географски координати. На последно място дигиталните образци се разделят на сурогат и обработен (готов) материал.

Още при въвеждането на материалите в хранилището те се индексират с помощта на програмната среда, използвайки свойствата на метаданните за описване на дигитални ресурси. Не случайно е предпочетена технологията на метаданните, защото това са текстови полета, вградени в медия файловете или са допълнителни текстови файлове (XML, XMP) за записване на информацията относно същността на дигиталния ресурс. С други думи мета данните са “данни за данните”, описващи всеки електронен или неелектронен източник на информация по предварително установен стандарт. Използването на един стандарт за описване на информацията допринася за съвместимостта ѝ независимо, че може да е генерирана от различни системи за информация. По този начин, използването на мета данни и осигуряването на съвместимост на информацията с информация от други информационни системи правят възможно нейното намиране и обмен, без значение какъв е първоначалният източник на тази информация. Мета данните допринасят за намирането и обмена на информация. С други думи това е последния етап от управлението на информацията. Веднъж дигитализирана (приведена в електронен вид) и структурирана (подредена в определен порядък и ред), информацията се визуализира в съответната форма. За да бъдат напълно оправдани усилията от така описаните етапи по управление на информацията, е необходимо тя да бъде намерена и използвана от възможно повече потребители.

При изследване на възможностите за избор на файлови формати за изграждането на експерименталния цифров архив и изграждане на интернет портал с представени резултати от събирането и обработката на цифрови образци на църковни камбани се стигна до следния казус: избор между цифрови медия записи с намален обем с приоритет на бързодействие и пренос през интернет пространството (компресирани медия файлови формати) или цифрови записи с детайлно обемно съдържание (некомпресирани или слабо-компресирани формати). Съобразявайки се с горепосочените принципи се определиха две направления за изграждане на дигитално хранилище: цифров архив за събраната информация, с медия записи с приоритет съхранение на възможно по-детайлна и пълна информация (слаба компресия за медия файловете) и направление за създаване на цифрова библиотека с медия ресурси за използването им от интернет технологии, с приоритет бързодействие (компресирани медия за намаляване обема на дигиталния ресурс). Следните файлови формати за запазване на събраната информация се използваха за изграждането на експерименталния дигитален архив със съответните примерни параметри.

Тестване и поддръжка на цифров архив за обект камбана

Извършено е тестване на процесите на цифровизация и на цифровия архив с избрани примерни обекти от различните типове медии с различен произход. Проверени са процесите на цифровата обработка на разнородните обекти и поведението при различни ситуации.

Изследване, тестване и поддръжка на процесите на цифровизация

Тествани са стъпките на цифровизация и качеството на различните обекти, получени чрез методите за цифровизация. Специално внимание е обърнато на специфичните процеси и поведението на архива след внедряването на добавени нови софтуерни промени, на тестването на компактност, търсене и сигурност. И най-вече тестването по типове записи. Хранилището се състои от 4 фонда според типа запис (видео, аудио, фото, текстови). Реално съществуват създадени и въведени в базовия изследователски модел на архива над 10 000 цифрови записа.

Направено е изследване на препоръчителни процедури за тестване и поддръжка: като аотиране и въвеждане в архива на вече описани цифрови копия на записите от

оригиналния архив; въвеждане и поведение на цифровите обекти от различни типове медии в цифровия архив; тестване на примерна извадка от цифровизираните обекти от аналогови източници с предимство на застрашените от нарушаване и изчезване аналогови носители. Изследвано е въвеждането и поддръжката на цифрови материали с различно съдържание (операции с тях като промяна, преместване и изтриване; ново разработени функции като преоразмеряване, видим воден знак и др; тестване на различните формати за всеки тип обекти; добавянето на метаданни и процесите на индексирание; търсене по зададени метаданни; поведение при търсенето по различни критерии от различните типове записи).

Обектът се индексира към архива в съответния фонд според типа запис - видео, аудио, фото, текстови с оглед съхраняването му и търсенето му и експонирането му като такъв тип запис. Необходима е проверка при промяната на метаданните и компактното съхранение на различни типове медии и комплексността на обектите; дали се поддържат предварително въведените и ново въведените данни и съдържание и сигурността на съхранение; текущо тестване на въведените и описващите ги основни и допълнителни данни. Също така важно е да се изследва експортирането на данни и експортирането на колекции; тестване по типове колекции; дизайн на архива за различните типове под архиви и колекции (видео, аудио, фото, текстови) и др.

Някои от извършените конкретни процедури на тестване на цифровизацията на обекти:

- Създаване на нови цифрови обекти от всеки тип медии (според типа запис - видео, аудио, фото, текстови); Извършено е пълно повторение на всички действия;
- Тестване на цифровизацията на аналоговите фолклорни материали за всеки тип медия, софтуер и хардуер;
- Тестване на новите цифрови обекти от различен тип при въвеждането им в цифровия архив;
- Тестване на архитектурата на цифров мултимедиен архив „BellKnow“

Тестване на функционалността на цифровия мултимедиен архив BellKnow

Изискванията за цифровия мултимедиен архив са за компактност, търсене и сигурност. Компактността на мултимедийния архив се постига с организацията на мултимедийния фонд и с цифровата обработка на образците при цифровизация

(файлови формати, индексирани, описание и сигнатура). Сигурност от загуба или механична повреда на данни се постига със съхранение на цифровите артефакти в различни хранилища с ограничен достъп на електронни носители. Сигурност от злонамерено повреждане на обектите се постига с работа в затворена мрежа и на компютри с ограничен достъп до Интернет.

Следвайки спецификацията на цифровите артефакти и изискванията към цифров мултимедиен архив за обект камбана са използвани следните тестови условия:

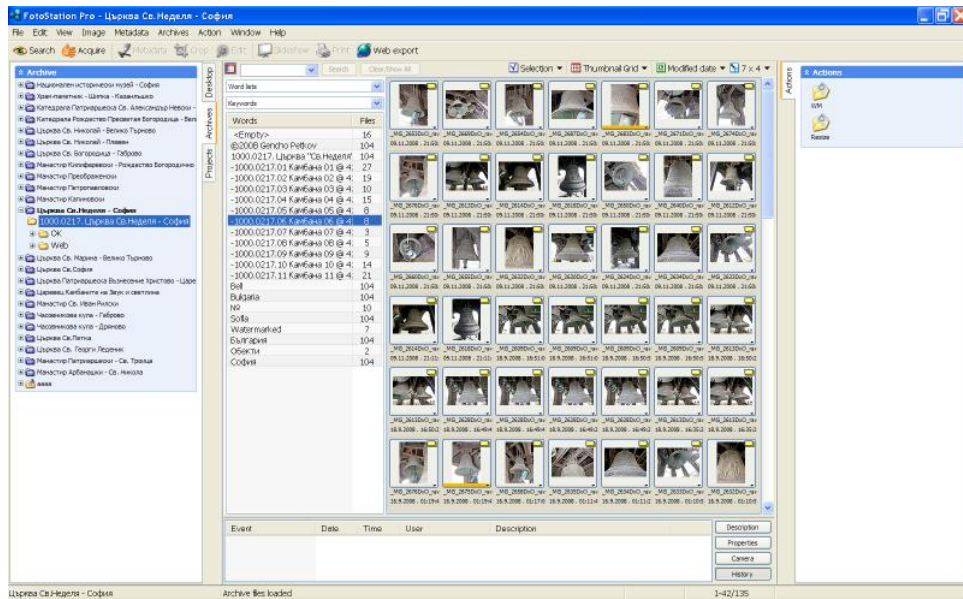
- Тествани цифрови артефакти: 323 пробни обекта, разделени на 4 типа медия (197 фото, 23 видео, 64 аудио и 39 текстови) и на образци за съхранение с висока детайлност на картина и звук и на образци, подготвени за Интернет публикуване с по-малък обем на информацията;
- Система за обработка на цифровите образци: Процесор: INTEL CPU Desktop Core i7-3770K, 3.5 GHz; Работна памет: DDR3 SDRAM, 2x4GB, KINGSTON HyperX Blu; Памет: 1000GB WD Caviar® Blue™, SATA; ОС: Microsoft Windows 7 Ultimate x64, SP1; Мултимедиен софтуер: Fotoware Fotostation.

Осъществени следните тестови процедури за търсене и експортиране:

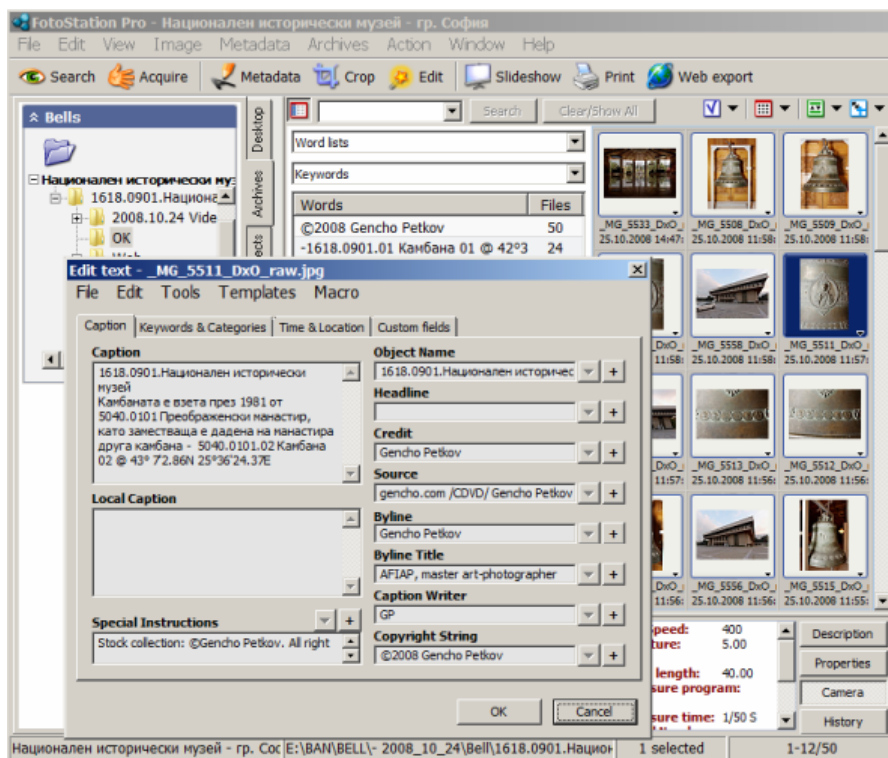
- Тестване на търсене по сигнатура на обект от 323 тестови мултимедийни обекта: средно време на извеждане на резултат от 50 различни опита: 0.21 сек.;
- Тестване на експортиране на цифров мултимедиен архив с 323 тестови обекта с общ размер 6.1 ГБ: време на експорт – 1.53 мин.;
- Тестване на експортиране на колекция от 12 фото материали с методология за експорт на мултимедийна колекция в формат за Интернет представяне, която включва: оразмеряване на изображението; преобразуване на файлов формат; добавяне на воден знак; автоматизирано организиране във формат за Интернет (автоматизирано добавяне на HTML скрипт и HTML/CSS файлове, съдържащи описание и допълнителна информация за обектите, създаване на миниатюри с връзки към обектите) и други автоматизирани действия за получаване на готова мултимедийна колекция, готова за публикуване в Интернет. Време на експорт на колекцията – 6.22 сек.;

- Тестване на автоматизирано преобразуване на цифров фото обект от детайлен артефакт в цифрово копие за Интернет представяне, което включва: оразмеряване на изображението; преобразуване на файлов формат; добавяне на воден знак; промяна сигнатура на копието; добавяне на ключови думи/обяснения за новия формат на копието на изображението – Средно време на получаване на копие от 20 различни опита: 0.17 сек.;
- Тестване на автоматизирано преобразуване на цифров аудио обект от детайлен артефакт в цифрово копие за Интернет представяне, което включва: преобразуване на файлов формат; добавяне на воден знак; промяна сигнатура на копието; добавяне на ключови думи/обяснения за новия формат на копието на изображението – Средно време на получаване на копие от 20 различни опита: 1.14 сек. за минута запис (пример: за 5 минутен аудио запис – преобразуването трае средно 5 пъти по 1.14 сек., т.е. 5.7 сек.);
- Тестване на автоматизирано преобразуване на цифров видео обект от детайлен артефакт в цифрово копие за Интернет представяне, което включва: оразмеряване на картината; преобразуване на файлов формат; добавяне на воден знак (на картината и на звука); промяна сигнатура на копието; добавяне на ключови думи/обяснения за новия формат на копието на изображението – Средно време на получаване на копие от 5 различни опита: 24.24 сек. за минута запис (пример: за 5 минутен видео запис – преобразуването трае средно 5 пъти по 24.24 сек., т.е. 121.2 сек. (2 минути и 1.2 сек.)).

Следващите фигури представят визуално част от цифрови записи в мултимедиен архив BellKnow [BellKnow, проект] чрез софтуерна система Fofostation с ключови думи и метаданни.

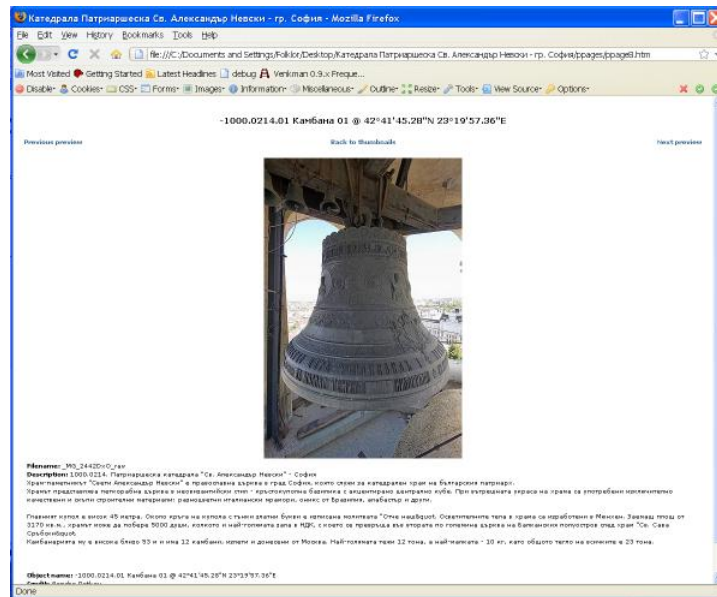


Фигура 24. Част от фото цифрови записи в мултимедийно хранилище BellKnow



Фигура 25. Метаданни на фото цифрови записи в мултимедийно хранилище BellKnow

Следващата фигура изобразява експортиран цифров фото запис във формат за Интернет представяне заедно с метаданните му:



Фигура 26. Експортиран цифров запис във формат за Интернет представяне

4.3 Изграждане на онлайн платформа за представяне на цифрови ресурси и семантично описани обекти от предметната област. Функционалност, внедрена в тази среда, базирана на моделите за знание

В настоящия дял са описани проектирането, разработването и изграждането на онлайн платформата „Мултимедиен фонд BellKnow”, заедно с основните функционални подмодули от архитектурата на тази среда, използваните в тях алгоритми и софтуерната им реализация.

Проектиране и разработка

Проектирането и разработването на настоящия софтуерно-информатичен проект, реализиращ компоненти от описания в Глава 3, може да се осъществи чрез прилагането на последователен или итеративен подход (стил) на разработка. Последователният стил разделя проекта на части на базата на дейностите: анализ на изискванията, дизайн, писане на код, влагане на съдържание и тестване. Итеративният стил разделя проекта на части (т.нар. итерации) на базата на определена функционалности. Например, при първа итерация се взема част от изискванията и се преминава през пълния жизнен цикъл за тази част: анализ, дизайн, писане на код,

влагане на съдържание и тестване. В края на тази итерация е налице система (или функционален модул), която притежава нужната функционалност според изискванията.

Особености на двата подхода за разработка

- Последователен подход - При разработката в този стил обикновено съществува някаква форма на формално приключване на всяка фаза, но често се налага преразглеждане и връщане към предходни етапи. Поради тази причина процесът на разработка в този стил може да се забави значително, ако за цялостния проект не е изграден ясен алгоритъм, не са определени коректно функционалностите или са допуснати логически грешки и пропуски. Основен недостатък на последователния метод е, че погрешната оценка на изискванията и началните условия и очаквания се установява чак на фазата на тестване. Ако в процеса на работа, изискванията се променят на по-късен етап, това води до цялостно преразглеждане на резултатите. Ако изискванията се фиксират твърдо още в началото, съществува риск да се създаде система, която в завършен вариант не отговаря на нуждите на потребителите;
- Итеративен подход - При итеративния стил на разработка обикновено е налице някаква форма на изследване преди началото на истинските итерации. Това дава поглед от високо ниво върху изискванията или поне достатъчно информация, така че те да бъдат разпределени по итерациите, които ще последват. В началото на всяка итерация се извършва задълбочен анализ на условията, изискванията и целите, което минимизира необходимостта от промяна на глобалните решения по отношение на дизайна и същевременно осигурява по-качествена и по-добра обратна връзка. По време на изследването може също така да бъдат взети някои решения от високо ниво относно дизайна. Качеството на произведения софтуер след всяка итерация трябва да задоволява изискванията за работещ прототип, който в тестов режим да бъде стабилизирани и изгладен от грешки на следващ етап.

В настоящия проект е използван итеративния метод за разработка с цел да се реализират и внедрят подмодулите от архитектурата, като се разширява приложението и неговата функционалност поетапно. По този начин се редуцира комплексността на

процеса на проектиране и разработване и се осигурява извършване на систематичен контекстно-ориентиран анализ на изискванията към съответен функционален модул, неговия цялостен дизайн, принципи на работа, алгоритми и характеристики и др. Подходът позволява динамично изменение на изискванията, което е предпоставка за многократното повторение на дадена итерация. Процесът на разработка не протича по фиксиран план, има ниска степен на предвидимост, но въпреки това е контролируем.

Изграждане на онлайн платформа „Мултимедийен фонд BellKnow”

Изграждането на платформата се реализира на няколко етапа, като всеки етап е подчинен на итеративния подход:

- Първи етап – изграждане на базовата основа на информационната система. Този етап се реализира чрез следните дейности:
 - Анализ на изискванията за изграждане на базовата основа на информационната система;
 - Проектиране и дизайн на нужните части за представяне на съдържанието в базовата система и съобразяване с изискванията за представяне на мултимедийни обекти, семантични анотации и функционални възможности;
 - Изграждане на базовата информационна система, създаване на основните модули необходими за влагане на съдържание и тестване на основните базови възможности;
- Втори етап – влагане на мултимедийно съдържание, т.е. влагане на цифрови обекти и тяхното мета описание;
- Трети етап – влагане на семантични описания и изграждане на онтологичните структури;
- Четвърти етап – влагане на функционални възможности и модули за семантична обработка на сложеното съдържание;
- Последен етап – тестване на системата и организиране на мрежови достъп до нея.

Съдържание на мултимедийни обекти в платформата BellKnow

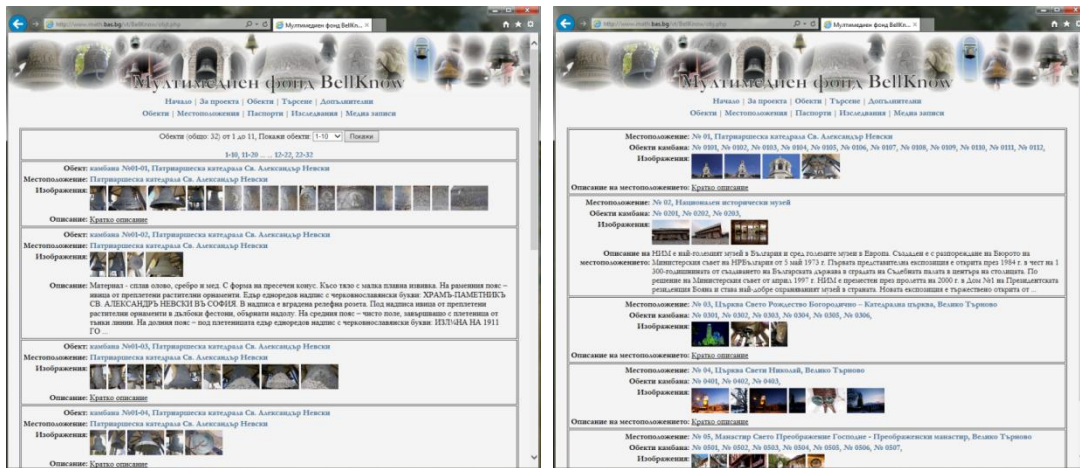
Платформата „Мултимедиен фонд BellKnow” е изградена с текстови данни, изображения, аудио и видео записи, съхранявани в цифровия архив по проектите Bell и BellKnow. Средата представя знанието, натрупано при изследванията и анализите на обекти камбана, извършени от интердисциплинарни специалисти, включващи математици, информатици, акустици, историци и др.

Знанието за обектите камбана се представя за всеки обект поотделно, групирани обекти по местоположение или по друга характеристика, включително по избор на потребител. Информацията за обектите включва изображения, медия (аудио и видео) записи, технически данни, исторически справки, анализи на звука и други.

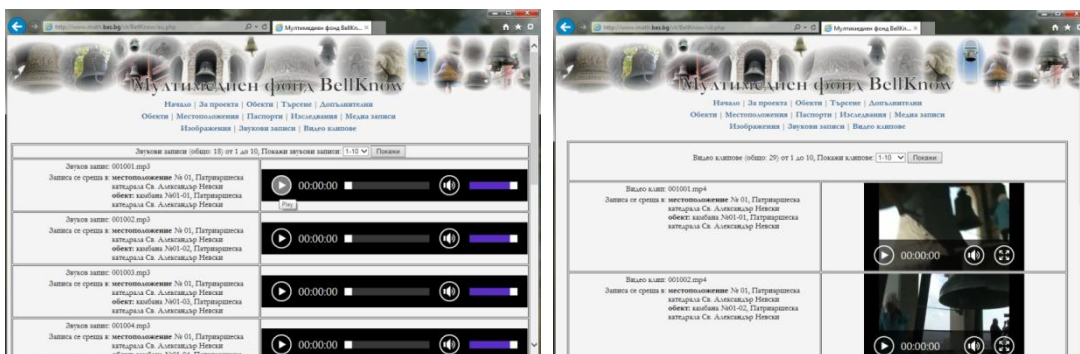
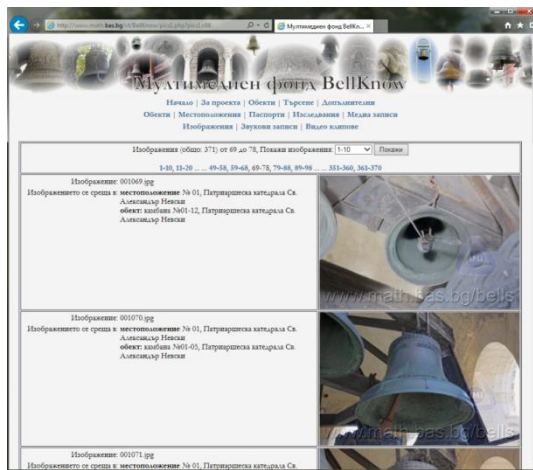
Онлайн платформата съдържа и допълнително знание в конкретната област включващо:

- Информация относно проектите Bell и BellKnow;
- Проучване на математически анализ на геометрично модулно построение по метода на Кнаббе (Представено в глава 2, дял 2.1);
- Терминологичен речник в областта на камбанологията;
- Паспорти на обекти камбана по проект Bell (Представени в глава 4, дял 4.1);
- Публикации в конкретната област;
- И др.

Следващите фигури представят визуално, съдържанието на цифрови записи и обекти в платформата „Мултимедиен фонд BellKnow”:



Фигура 27. Обекти в онлайн платформата „Мултимедиен фонд BellKnow“, групирани по обект камбана и местоположение



Фигура 28. Изображения, звукови записи и видео клипове в „Мултимедиен фонд BellKnow“

Функционалност, внедрена в онлайн платформата „Мултимедиен фонд BellKnow”

Функционалността, внедрена в „Мултимедиен фонд BellKnow”, която е базирана на онтологично-базирано знание за обект камбана, покрива основно дейности като създаване, представяне, търсене и групиране на информационно съдържание и обекти.

Функционалност за оптимизиране и автоматизиране на въвеждането на цифрови ресурси, техните мета данни и семантични описания

Функционалният модул за оптимизиране и автоматизиране на въвеждането на цифрови ресурси, техните мета данни и семантични описания, представлява модул от информационната система с ограничен достъп, чрез който постъпково се въвеждат цифровите ресурси с техните мета данни и онтологични описания. Същността на оптимизирането и автоматизирането се състои в това, че в един модул, постъпково се влага цифров ресурс (изображение, запис) заедно с неговите мета данни и онтологични описания. При влагането на цифровия ресурс, той се обработва според изискванията и методите за представяне на цифрови ресурси в мрежово пространство, представени в глава 2. За индексирването на ресурса с мета данни и онтологични описания се използват интуитивни контроли и текстови шаблони, с които се оптимизира процеса на индексация и последователно въвеждане на описания на онтологични обекти чрез избор на отделни характеристики и отношения, преобразуването им в семантичен код и интегрирането им в онтологичната система, според дефинициите разгледани в глава 3.

Основният алгоритъм, който следва модула е:

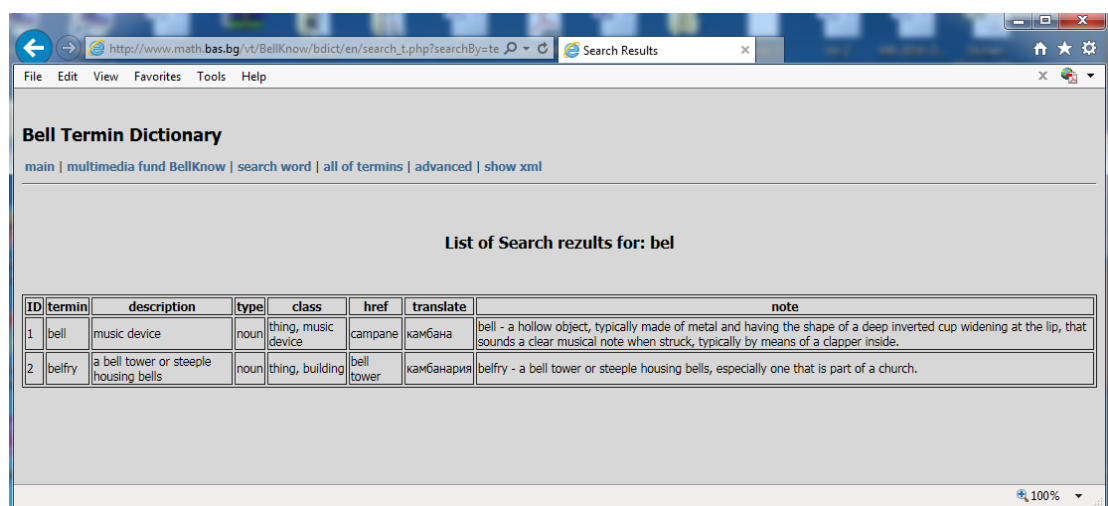
- Избор на ресурс – избира се цифров ресурс, който да се вложи в системата или да се редактира такъв;
- Обработка на мета данни от ресурса – извличат се мета данни от ресурса или се добавят такива, ако няма. Модулът предлага използване на шаблони за оптимизиране на процеса на мета индексация.
- Добавяне на семантично базирани описания – чрез избор на отделни характеристики на ресурса и избор на онтологичен обект, към ресурса се добавят семантични описания. Този процес е оптимизиран с избора на контроли и шаблони за конкретния ресурс и обекта към който се отнася (онтологичните обекти предварително трябва да са въведени);

- Цифрова обработка на ресурса и влагане в системата – ресурсът се обработва, ако не отговаря на изискванията за представяне на ресурси в мрежово пространство, изпълняват се процеси за влагане на защита в него (чрез методи за защита представени в глава 2, дял 2.3) и ресурсът се интегрира в системата.

Основни дейности в процеса на създаване на съдържание за „Мултимедиен фонд BellKnow” е аотирането и семантичното индексирание на цифрови обекти, както и тяхното включване в медийното хранилище към него. Въвеждането на семантични метаданни се осъществява чрез различни автоматични и полуавтоматични услуги чрез използване на специални шаблони за аотиране. Шаблоните осигуряват множество опции за улеснено и бързо въвеждане на съдържание.

Функционален терминологичен речник

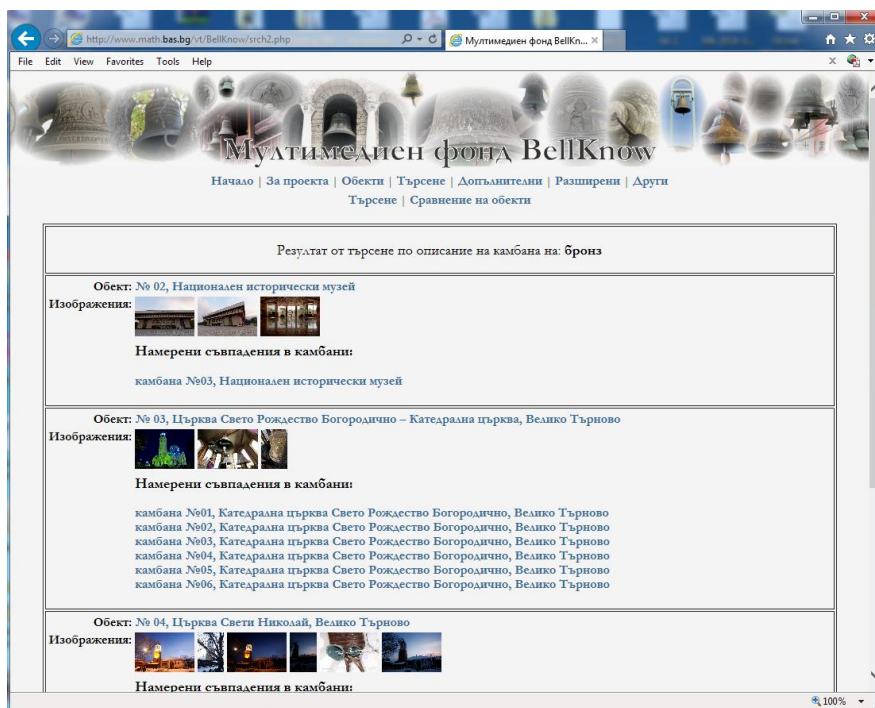
В онлайн платформата „Мултимедиен фонд BellKnow” е внедрен терминологичен речник Bell. Той представлява речник, припокриващ онтологичната структура „Терминологичен речник (таксономия) в областта на камбанологията“ (описана в глава 3) и използващ семантичните ѝ аотации, класове и данни. След съхраняване на даден цифров ресурс в медийното хранилище, специална машина обхожда аотациите му с цел търсене на специализирани термини от областта. При наличие на такива термини автоматично поставя връзка към съответната им дефиниция (обяснение). В случай, че бъде въведен нов термин, неговото присъствие в аотациите за обектите се открива автоматично и се добавя връзка към дефиницията му.



Фигура 29. Терминологичен речник Bell

Функционалност за оптимизиране на търсене на съдържание в мета данните и семантични описания на цифровите ресурси във фондохранилището на платформата

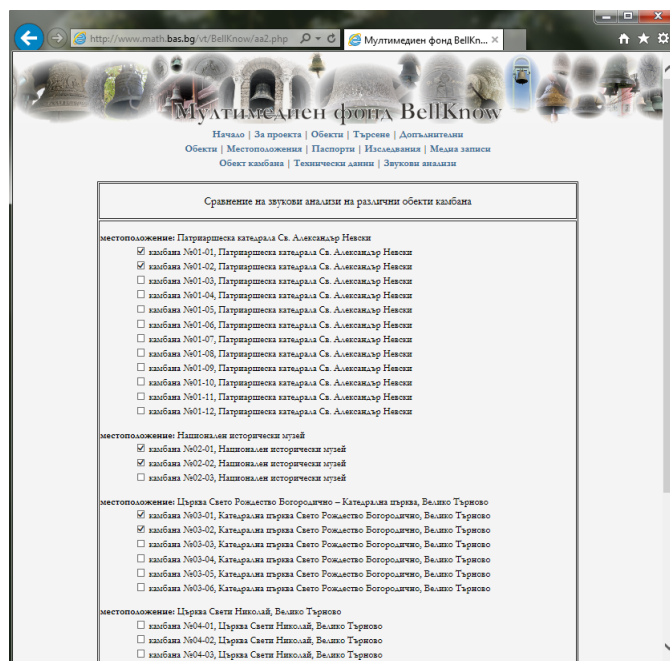
Онлайн платформата „Мултимедиен фонд BellKnow” предоставя широк набор от услуги за търсене като търсене по ключови думи, разширено търсене, семантично, контекстно-базирано търсене, комплексно търсене и търсене с групиране на резултатите. Тяхната реализация се базира на различни по тип и сложност заявки към знанийната база като се използват основно семантичните данни на базовата онтология за обект камбана.



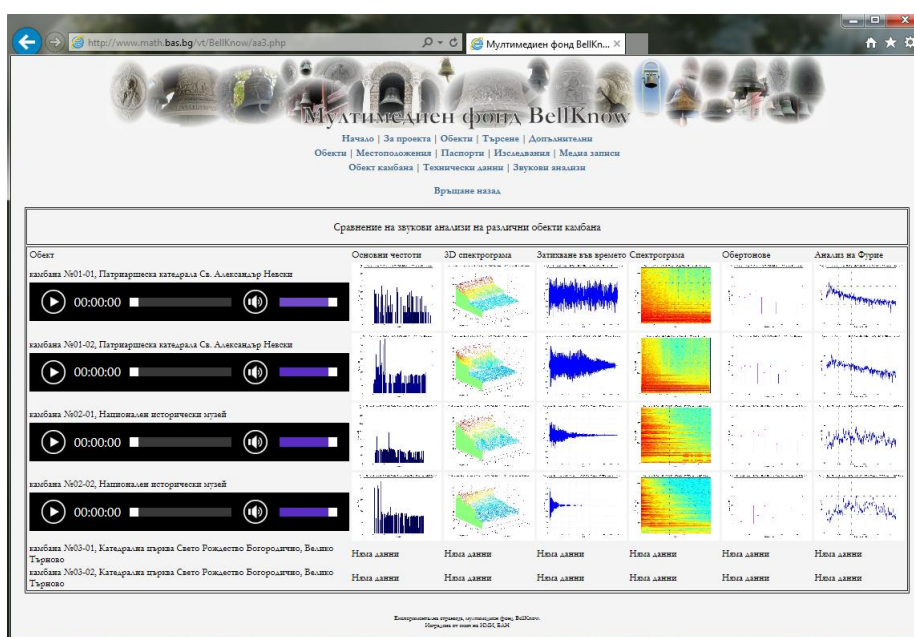
Фигура 30. Резултат от търсене по описание на „бронзова камбана” в онлайн платформата

Функционалност за сравнение на цифрови медийни ресурси

Функционалният модул за сравнение на цифрови медийни ресурси съпоставя записи от различни типове (аудио, видео и фото) на групи от обекти камбана. Първоначално се избират групите от камбанни обекти които ще се сравняват. Следва избиране на компонентите и критериите за сравнение, които са: тип на медия ресурсите, различни данни, характеристики или диапазон на сравняваните стойности. В резултата се визуализират различни параметри и сравнения, графики и медия записи, показващи разликите в сравняваните обекти.



Фигура 31. Сравнение на звукови анализи в „Мултимедиен фонд BellKnow”



Фигура 32. Резултат от сравнение на звукови анализи в платформата

Функционалност за представяне на цифрови ресурси и обекти с техните мета и семантични описания

Функционалният модул за представяне на цифрови ресурси и обекти с техните мета и семантични описания в онлайн платформата „Мултимедиен фонд BellKnow”

визуализира всеки обект камбана заедно с множеството от неговите описания, анотации и характеристики. В левия панел са включени наименование, адреси, координати, технически данни, състояние, елементи, описание, художествено оформление и много други, а цифрови мултимедийни записи за този обект, се визуализират вдясно. Визуализацията на богатото семантично описание на отделния обект камбана 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 описанията на камбаната и художествената ѝ анотация. Част от описателните полета също са скрити, пазейки стойностите им като чисто семантични метаданни.

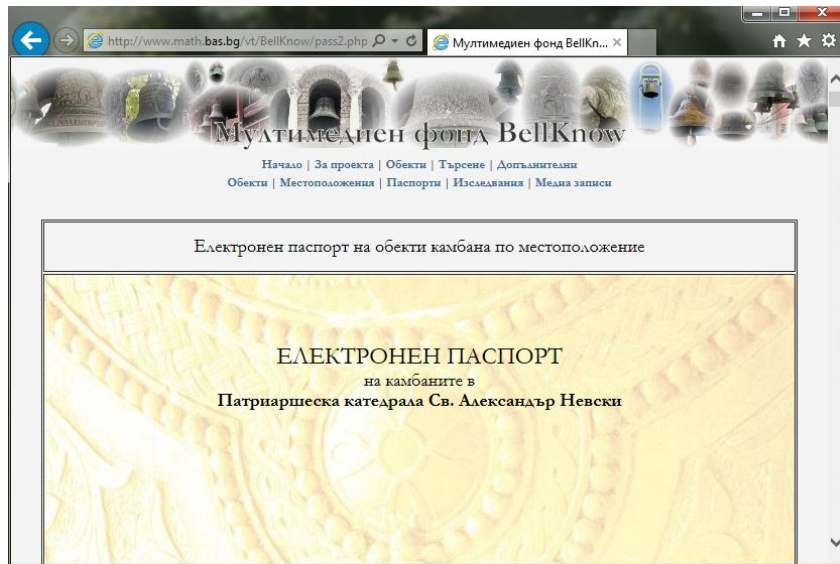


Фигура 33. Описание на обект камбана (камбана №06, Патриаршеска катедрала Св. Александър Невски) в „Мултимедиен фонд BellKnow”

Функционалност за динамично генериране на електронен паспорт на обект камбана или на група от обекти по местоположение

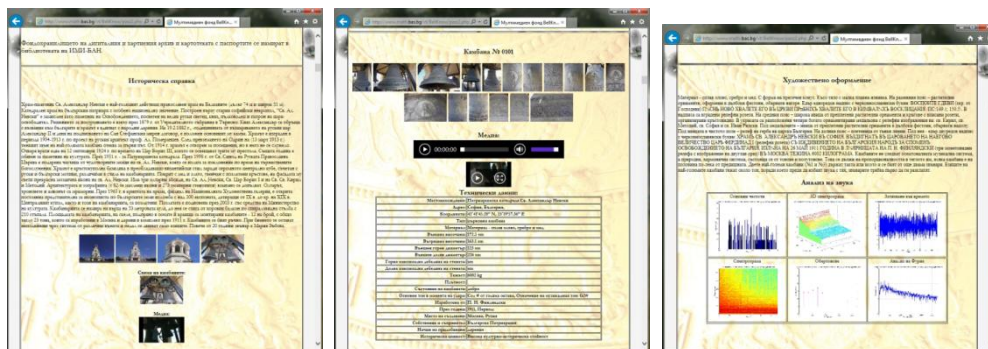
В онлайн платформата „Мултимедиен фонд BellKnow” е включен модул за представяне на електронен паспорт на обекти камбана, като има възможност за генериране на паспорт по разработения модел за отделен обект или обекти, групирани по местоположение, по разработена схема за паспортизация (виж дял 4.1, раздел „Модел за представяне на цифровизиран обект камбана чрез цифров паспорт”, в

текущата глава). В електронния паспорт присъстват медия записи (аудио и видео) на звуци при биене на една камбана или записи на ансамблови мелодии от комплект камбани, както и интервюта, очерци, документални разкази и др. Генерирането на електронните паспорти на обекти камбана е динамично в реално време, като се събира и обработва актуалната информация, съхранена в семантичните анотации на обектите.



Фигура 34. Електронен паспорт на обекти камбана

Следващите изображения представят отделните секции на електронен паспорт, включващи: историческа справка, изображения, схема на камбаните, медия записи, изображения, технически данни, художествено оформление и анализ на звука:



Фигура 35. Изображения на отделните секции на електронен паспорт

Функционалност за изграждане на колекции по определени семантични признаци и/или характеристики

Функционалният модул за изграждане на колекции по определени семантични признаци и/или характеристики представя цифровите ресурси за обекти камбана, по определени признаци и правила, избрани от потребителя. Представените колекции се визуализират във формат за Интернет представане и е разработен вариант за запазване в удобен за потребителя изглед на избраната от него колекция. При разработката на услугите за групиране на обекти като основни критерии за групиране бяха избрани класове от базовата онтологията за обект камбана и наличните опционално-избираеми стойности на множество характеристики. Използвайки друга групираща опция, потребителят може да вижда отделни колекции, групирани по основни признаци като местоположение (храм, музей и др.), леяр (изработени от), общи харарактеристики (например: изображение на един същ религиозен персонаж) и др.

Заклучение

В дял 4.1 е описано създаване на цифрови обекти от областта на културно-историческото наследство чрез модифицирани методи на цифровизация и са дадени примери за дигитализиране на ценни обекти камбана. Представени са методи за цифрово фотозаснемане, аудио запис и видеозаснемане. Също така е представен триизмерен модел на камбана, създаден чрез моделиране на изображения. Тези методи са използвани в процеса на реализация на научно-приложен проект, свързан с цифровизация на културно-историческото наследство на обекти камбана „Изследване и идентификация на значими камбани от историческото и културно наследство на България и създаване на аудио и видео архив с помощта на съвременни технологии“, (BELL) [Bell, проект] и „Изграждане на цифров мултимедиен фонд – BellKnow“, [BellKnow, проект]. Цифровото фотозаснемане е извършено от професионален фотограф, аудио записите и звуковите анализи на биенето на камбаните е извършено с професионална техника от различни специалисти. Също така е описано (в приложение 4) създаването на триизмерни обекти чрез 3D сканиране с технологията „Структурирана светлина“ на обемни артефакти от фонда на музей Възраждане, РИМ Велико Търново, по научно-приложен проект „Електронен архив на документалното наследство за Балканските войни“, (BalkanWars) [Балкански войни, проект].

Представено е индексирание на цифровите записи с метамаркиране, чрез стандарта Dublin Core. Представени са примери и методи за защита чрез маркиране на мултимедийни записи с влагане на видими и невидими водни знаци и маркери. Тези методи са приложени за цифровите записи, вложени в цифрови архиви в различни културно-исторически области, като камбанология, фолклор, история и архитектура (Цифрово мултимедийно хранилище BellKnow [Bell, проект]; Експериментален мултимедиен архив – БФН [БФН, проект]; Мултимедиен архив – BalkanWars [Балкански войни, проект]; Мултимедиен архив – KolioFicheto [Колю Фичето, проект]). Описан е модел за представяне на обект от културно-историческото наследство камбана чрез паспорти (електронен в мултимедиен фонд BellKnow и на хартиен носител (Приложение 1)).

В част 4.2 е представена методология за организиране на цифрово хранилище BellKnow [Bell, проект] (същата адаптирана методология е използвана при създаването и на: Експериментален мултимедиен архив – БФН [БФН, проект]; Мултимедиен архив – BalkanWars [Балкански войни, проект]; Мултимедиен архив – KolioFicheto [Колю Фичето, проект]). Описани са принципите на създаване на цифрови архиви, техните специфики за съхранение на цифрови образци от културно-историческото наследство, използвани информационни среди, влагане на модифицирани методи и инструменти за обработка на цифровото съдържание в тези среди и техните възможности за федерирането им.

В дял 4.3 е представено проектирането, разработването и изграждането на онлайн платформа „Мултимедиен фонд BellKnow”, заедно с основните функционалности от архитектурата ѝ. Разгледани са анализи на техните преимущества, недостатъци и функционални модули, внедрени в тази среда. Модулите добавят функционалност, оптимизация и автоматизация за процесите: по добавяне на цифрово съдържание; на семантично индексирание на медия записи; семантично търсене; подбор на медия записи по множество критерии; създаване на колекции; извеждане на семантично знание и др.

В резултат на направените проучвания на спецификата на цифровизиране на обекти от културно-историческото наследство и създаването на цифрови хранилища са постигнати следните приноси:

- Усъвършенствани са методи за създаване на цифрови ресурси от областта на културно-историческото наследство чрез цифровизация и индексирание

на получените образци (методи за цифровизация на текст, изображения, аналогови аудио и видео записи, както и триизмерно сканиране на обемни обекти). Методите са приложени в процеса на реализация на различни научно-приложни проекти и изграждането на федерация от цифрови хранилища: Цифрово мултимедийно хранилище – BellKnow; Експериментален мултимедиен архив – БФН; Мултимедиен архив – BalkanWars; Мултимедиен архив – KolioFicheto;

- Разработени са методологически подходи и техники за съхранение на цифрови медийни записи и знание в онлайн платформи. Разработени са функционални модули за индексирание и аотиране на цифрови ресурси; за търсене в медийни обекти; за извеждане на информационно съдържание; за създаване и представяне на колекции от медийни записи по различни критерии и схеми. Разработените подходи и функционални модули са приложени в платформата „Мултимедиен фонд BellKnow”.

Първите изследвания по темата за цифровизиране на артефакти от културно-историческото наследство са представени в [Ноев, 09a]. Изследвания за цифровизацията на обекти от областта на камбанологията и организирането им в цифров архив са публикувани в [Noev, 10]. Темата за цифровизация на културно-исторически артефакти и създаването на цифров архив е разширена и развита в [Bogdanova et al., 11f], [Bogdanova et al., 10c], [Bogdanova et al., 11d], [Bogdanova et al., 15] и [Bogdanova et al., 10a]. Цифровизацията на триизмерни обекти чрез моделиране на изображения е представена в публикацията [Bogdanova et al., 11a], а триизмерно сканиране на обемни културно-исторически артефакти е развито в [Bogdanova et al., 13a], като технологията за триизмерно сканиране „Структурирана светлина” е анализирана в [Noev, Todorov, 14].

Глава 5. Приноси на дисертационния труд

В настоящия дисертационен труд са изследвани и разработени съвременни методи, интердисциплинарни подходи и средства за създаване на цифрови ресурси на обекти от културно-историческото наследство, тяхното представяне и защита. Изследвани са спецификите на обект камбана и е разработен онтологичен модел за семантично описание на тези обекти в конкретната предметна област. Изградени са цифрово мултимедийно хранилище BellKnow и онлайн платформата „Мултимедиен фонд BellKnow”, основана на онтологичното знание за обект камбана и представляваща създадените цифрови ресурси.

Основната цел на дисертационния труд е дефинирането на средства и подходи за създаване на цифрови ресурси и разработването на семантично-базирана архитектура на знание за културно-исторически артефакти в конкретна предметна област и нейното използване.

При решаването на основните задачи, водещи към постигането на поставената цел (вж. Глава 1, Дял 1.1 „Обект, предмет, цел и задачи на изследването”) са направени научни изследвания и са постигнати конкретни научни и научно-приложни резултати, както следва.

Разработено е семантично-ориентирано представяне на обекти камбана, което е реализирано чрез подхода и средствата на технологията Семантичен уеб. В детайли са описани семантиката и знанията за избраната предметна област, както и различни онтологични структури, реализирани на тази база: „Онтология за обект камбана”, „Онтология на историческите събития, свързани с предметната област”, „Онтология на религиозните сюжети, изобразени на камбани”, „Онтология на камбанолелярството” и „Терминологичен речник (таксономия) за областта на камбанологията”. Осъществено е свързването на класове от базовата онтология с класове от специализираните онтологии на нива „Първично ниво”, „Описателно ниво” и „Технически данни” чрез правила и факти. Разработеният онтологичен модел е интегриран в онлайн платформата „Мултимедиен фонд BellKnow” посредством специален шаблон за аотиране на обекти камбана. На негова база е моделирана, разработена и внедрена

функционалност за създаване, представяне и търсене на информационно съдържание и обекти в платформата. Създадени са методологически подходи и техники за достъп до знания в цифрови фондове и са внедрени функционални средства за търсене, представяне, защита и извеждане.

Усъвършенствани са методи и подходи за създаване и индексирание на цифрови ресурси от разнородни обекти от областта на културно-историческото наследство: методи за цифровизация на текст, изображения, аналогови аудио и видео записи, цифрови триизмерни модели на обемни артефакти. Определни са спецификите, характеристиките и параметрите на получените цифрови ресурси от предметната област. Анализирани са съвременни стандарти за индексирание с метаданни, техните елементи и характеристики, отговарящи на стандартите за описание на обекти от културно-историческото наследство. Описани са методи за защита на цифрови медийни ресурси с имплементиране на съдържание (добавяне на идентификационен код в аудио записи и добавяне на съдържание в цифрови изображения). Представени са различни видове системи за съхранение и категоризиране на цифрово съдържание (речници, архиви и др.) с техните характеристики и особености. Представени са принципи и особености при изграждането цифрови хранилища и библиотеки с цел оптимизация и подобряване на контекстно-базирания/семантичен достъп до обектите в тях и са анализирани подходи за използване на семантични технологии в цифрови библиотеки. Направен е кратък преглед на международни и национални проекти и инициативи за разработка на цифрови библиотеки и тяхното съдържание.

Разработен е модел за защита на знание чрез криптиране на семантични анотации (текстови XML-RDF анотации) с електронен подпис, приложени върху цифрови ресурси и знания за обекти камбана. Направени са експерименти с прилагане на този модел в „Мултимедиен фонд BellKnow” и са анализирани резултати от това изследване.

При изпълнението на Задача 1 („Аналитично проучване на състоянието на проблемите и областите на приложение”) са постигнати следните резултати:

- Направен е обзор на спецификата и характеристиката на обекти от културно-историческото наследство (виж Глава 2, Дял 2.1. „Специфика на обекти от културно-историческото наследство (област камбанология)”). Направен е преглед на камбаните като обекти за

цифровизация и семантично описание, обзор на разпространение и развитие на камбаните през вековете в България и математически анализ на геометрично построяване на формата на камбана;

- Направено е аналитично изследване на съвременните тенденции, подходи, техники и методи за създаване на цифрови ресурси от разнородни обекти от областа на културно-историческото наследство. Проучени са методите за цифровизация на текст, аудио и видео сигнал, сканиране и създаване на цифрови обемни (3D) копия на обекти;
- Направено е аналитично изследване на подходите, техниките и средствата за представяне на знания, осигурени от технологията Семантичен уеб. Направен е обзор на 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. (виж Глава 3, Дял 3.1. „Семантично-ориентирано представяне на знания за обекти от културното наследство”);
- Направено е аналитично изследване съвременните цифрови среди, архитектурните им решения и подходите за използване на технологиите на Семантичния уеб за описание на семантиката на информационните им обекти и колекции. Разгледани са същността и особеностите различни видове цифрови хранилища и фондове, техните функционални възможности за използване на семантични анотации (виж. Глава 2, Дял 2.4 „Средства и системи за съхранение и представяне на обекти и знания от културно-историческото наследство”).

При изпълнението на Задача 2 („Дефиниране на методи за създаване на цифрови ресурси чрез цифровизация на културни артефакти и организирането им в хранилища”) са постигнати следните резултати:

- Направен е обзор на спецификата и характеристиката на обекти от културно-историческото наследство (виж Глава 2, Дял 2.1. „Специфика на обекти от културно-историческото наследство (област камбанология)”);

- Анализирани и развити са методи и подходи за създаване и индексирание на цифрови ресурси от разнородни обекти от областта на културно-историческото наследство: методи за цифровизация на текст, изображения, аналогови аудио и видео записи, цифрови триизмерни модели на обемни артефакти. Определни са спецификите, характеристиките и параметрите на получените цифрови ресурси от предметната област наследство (виж Глава 2, Дял 2.2. „Специфични особености при създаване на цифрови ресурси от тип камбана. Процес на цифровизация, мета-описание, модели, цифрови формати и стандарти на цифрови обекти. Подходи за създаване цифрови триизмерни модели”);
- Изследвани и представени са процесите по цифровизация на обекти от културно-историческата област с техните специфични компоненти и характеристика (виж Глава 4, Дял 4.1 „Създаване на цифров обект”).
- Реализирано е изграждането на цифрово мултимедийно хранилище BellKnow за обекти камбана, с реализация на допълнителна функционалност за индексирание и аотиране на цифрови ресурси, за търсене в медийни обекти, за извеждане на информационно съдържание, за създаване и представяне на колекции от медийни записи по различни критерии и схеми и др. (виж Глава 4, дял 4.2 „Организиране на цифрово хранилище за обекти от тип „камбана””). Използвани са разработените методи и подходи, свързани с цифровизация, опазване и представяне на българското културно-историческото наследство и изграждане на цифрови хранилища с приложени методи за цифровизация на текст, изображения, аналогови аудио и видео записи, триизмерно сканиране на обемни обекти и функционалните модули.

При изпълнението на Задача 3 (*„Разработване на семантично-базирана архитектура на знания за културно-исторически обекти камбана. Методи за мета-семантично аотиране и индексирание на цифрови ресурси”*) са постигнати следните резултати:

Разработен е онтологичен модел на знание от областта на културно-историческото наследство, описващ обекти камбани. Направена е формализация на това знание (виж Глава 3, Дял 3.2 „Формализация на семантиката на обекти от областта

на камбанологията”). Детайлно е описвана семантиката на предметната област, като се дефинират множество характеристики, метаданни, правила, класове знание и взаимовръзките между тях. Създадени са онтологично-семантични подструктури: „Онтология на историческите събития, свързани с предметната област”, „Онтология на религиозните сюжети, изобразени на камбани”, „Онтология на камбанолеярството” и „Терминологичен речник (таксономия) за областта на камбанологията” (виж Глава 3, Дял 3.2 „Знания за предметната област”). Направени са връзки между отделните онтологични структури (виж Глава 3, Дял 3.4 „Връзка на базовата онтология за обект „камбана” със специализираните онтологии”) и е представено изграждането на тези структури (виж Глава 3, Дял 3.5 „Изграждане на онтологичните структури за предметната област”).

При изпълнението на Задача 4 (*„Разработване и реализация на методи за защита на цифрови ресурси и семантично-базирано знание”*) са постигнати следните резултати:

- Изследвани, анализирани и усъвършенствани са възможностите за защита на цифрови медийни записи от областта на културно-историческото наследство, чрез вграждане на кодове в тях (виж Глава 2, Дял 2.3 „Подходи за защита на цифрови медийни ресурси”);
- Разработен е модел за защита на знание чрез криптиране на семантични анотации (текстови XML-RDF анотации) с електронен подпис, приложени върху цифрови ресурси и знания за обекти камбана. Направени са експерименти с прилагане на този модел в мултимедиен фонд BellKnow и са анализирани резултати от това изследване (виж Глава 3, Дял 3.6 „Особености при защитата на семантичните описания на обектите от област камбанология”).

При изпълнението на Задача 5 (*„Реализация на онлайн платформа, с внедрени цифрови ресурси и функционалности на базата на семантично-базираното знание за обект камбана”*) са постигнати следните резултати:

Изградена е онлайн платформа „Мултимедиен фонд BellKnow” съдържащ цифрови ресурси и семантично-базирано знание за обекти камбана. Разработени и внедрени в платформата са базираните на онтологичния модел на знание за

предметната област, функционални модули за оптимизация и автоматизация за процесите: по добавяне на цифрово съдържание с данни и семантични описания; на семантично индексирание на медия записи; търсене съдържание в мета данните и семантични описания на цифровите ресурси; подбор на медия записи по множество критерии; сравнение на цифрови медийни ресурси; създаване на колекции по определени семантични признаци и/или характеристики; динамично генериране на електронен паспорт за обекти камбана; извеждане на семантично знание и др. (виж Глава 4, Дял 4.3 „Изграждане на онлайн платформа за представяне на цифрови ресурси и семантично описани обекти от предметната област. Функционалност, внедрена в тази среда, базирана на моделите за знание”).

За изпълнение на задача 6 („Експерименти на предложените методи и подходи за реални цифрови хранилища и онлайн платформи”) са направени анализи и реални експерименти на реални обекти и ресурси от цифрово мултимедийно хранилище BellKnow и онлайн платформата „Мултимедиен фонд BellKnow”, описани в глава 4, Дял 4.2 „Организиране на цифрово хранилище за обекти от тип „камбана”” и Дял 4.3 „Изграждане на онлайн платформа за представяне на цифрови ресурси и семантично описани обекти от предметната област. Функционалност, внедрена в тази среда, базирана на моделите за знание”.

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

- Създаден е онтологичен модел на знание от областта на културно-историческото наследство, описващ обекти камбани. Детайлно е описана семантиката на предметната област, като са дефинирани множество характеристики, метаданни, правила, класове знание и взаимовръзките между тях. Развити са онтологично-семантични подструктури, допълващи знанието за предметната област: „Онтология на историческите събития, свързани с предметната област”, „Онтология на религиозните сюжети, изобразени на камбани”, „Онтология на камбанолейството” и „Терминологичен речник (таксономия) за областта на камбанологията”. Определени са формални правила/инструкции и алгоритми за взаимодействие между семантичните структури, както и връзки към семантични структури извън предметната област;

- Изградена е онлайн платформа „Мултимедиен фонд BellKnow“, съдържаща цифрови ресурси и семантично-базирано знание за обекти камбана. Разработени и внедрени в платформата са базираните на онтологичния модел на знание за предметната област, функционални модули за оптимизация и автоматизация за процесите: по добавяне на цифрово съдържание с данни и семантични описания; на семантично индексирание на медия записи; търсене съдържание в мета данните и семантични описания на цифровите ресурси; подбор на медия записи по множество критерии; сравнение на цифрови медийни ресурси; създаване на колекции по определени семантични признаци и/или характеристики; динамично генериране на електронен паспорт за обекти камбана; извеждане на семантично знание и др.;
- Усъвършенствани са методи и технологии за създаване и индексирание на цифрови ресурси от разнородни обекти от областа на културно-историческото наследство, съобразени с техните специфики: текст, изображения, аналогови аудио и видео записи, цифрови триизмерни модели на обемни артефакти;
- Развити са методи за маркиране на цифрови ресурси чрез влагане на съдържание (добавяне на идентификационен код в аудио записи и на съдържание в цифрови изображения). Създени и анализирани са методи за защита на знание чрез криптиране на семантични анотации (текстови XML-RDF анотации) с електронен подпис, приложени върху цифрови ресурси и знания за обекти камбана;
- Разработени са методологически подходи и техники за организация и съхранение на разнородни медийни записи в цифрови хранилища. Изградено е цифрово мултимедийно хранилище BellKnow, включително функционални модули за индексирание и анотиране на цифрови ресурси, за търсене в медийни обекти, за извеждане на информационно съдържание, за създаване и представяне на колекции от медийни записи по различни критерии и схеми;
- Реализирани са цифрови мултимедийни хранилища в различни културно-исторически области, използвайки адаптирани методи и подходи:
 - фолклор (Експериментален архив БФН) [БФН, проект];

- история (Архив BalkanWars) [Балкански войни, проект];
- архитектура (Архив KolioFicheto) [Колю Фичето, проект].

Направления за бъдещо развитие по темата на дисертацията

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

- Теоретично направление – Разширение на създаденото семантично-ориентирано представяне на обект камбана чрез формализиране на знанията за други културно-исторически области, като занаятчийство, фолклор, църковни обреди, исторически събития и др. По този начин ще се осигури по-широка компютърно-обработваема знанийна база, чрез която да могат да се правят интердисциплинарни изследвания за културно-историческото наследство.
- Практично-приложно направление – изследвания може да се реализират в следните насоки:
 - Усъвършенстване и оптимизиране на методите и подходите за създаване, индексирание, защита, съхранение и представяне на цифрови разнородни медия ресурси (включително триизмерни модели);
 - Разширяване на възможностите (и създаване на нови услуги) на цифрови медийни хранилища и онлайн платформи да обработват семантично-базирано знание;
 - Разработване на нови функционални модули или модифициране на такива, за представяне на цифрови ресурси в мрежовото пространство чрез добавяне на нови възможности за обработка на контекстно съдържание;
 - Усъвършенстване на методите за защита и маркиране на цифрови обекти и семантични анотации на знание;
 - Адаптиране и прилагане на методите и подходите в нови научно-практически проекти от областта на културно-историческото наследство.

Списък на таблиците

Таблица 1. Коефициенти на построение на кривата на профила на камбана	24
Таблица 2. Видове метаданни според функционалността.....	37
Таблица 3. Атрибути и характеристики на метаданните.....	38
Таблица 4. Области на приложение на криене на данни в мултимедия	48
Таблица 5. Класификация на речниците	50
Таблица 6. Видове начини за посочване на части от цялостна онтологична структура	70
Таблица 7. Нива на седемслойния модел на Семантичният уеб.....	74
Таблица 8. Примери на свойства от построената онтология за обект камбана в платформа Protégé	110
Таблица 9. Технически и програмни средства за цифровизиране на обект камбана.....	127
Таблица 10. Метаданни за индексирание на цифров ресурс за обект камбана	132

Списък на фигурите

Фигура 1. Схеми на построение на стената на камбана по метода на Кнаббе	25
Фигура 2. Схеми на построение на осевата крива на стената на камбана чрез горна форма (рупор) и чрез логаритмична спирала	26
Фигура 3. Влагане на скрити данни в мултимедия	43
Фигура 4. Области на приложение на криене на данни в мултимедия	48
Фигура 5. Седемслоен модел на Семантичният уеб	74
Фигура 6. Таблица на примерните нива на знание от Нещо до Камбана.	82
Фигура 7. Връзки на класовете от базовата онтология с другите онтологични структури на ниво „Първично ниво”	98
Фигура 8. Връзки на класовете от базовата онтология с другите онтологични структури на ниво „Описателно ниво”	99
Фигура 9. Връзки на класовете от базовата онтология с другите онтологични структури на ниво „Технически данни”	100
Фигура 10. Блок-схема на процес на реализация на онтоологиите за обект камбана	105
Фигура 11. Основна схема на връзките на онтология за обект камбана	107
Фигура 12. Онтология за обект камбани построена в платформа Protégé	109
Фигура 13. Клас „технически данни” и негови подкласове	110
Фигура 14. Схема на RDF / RDFS връзките между ресурсите камбана 01, Св. Александър Невски и св. Иван Рилски.....	114
Фигура 15. Изображения на препратките за „св. И. Рилски”	114
Фигура 16. Видове XML подписи	118
Фигура 17. Цифрови фото изображения на камбанен обект намиращ се в Патриаршеска катедрала „Св. Ал. Невски“ (Камбана №1).....	128
Фигура 18. Изображения на камбана №1, Храм-паметник „Свето Рождество Христово”, Шипка	129
Фигура 19. Дълбочинна карта на предходните изображения	130
Фигура 20. Изображения на камбанарията в Храм-паметник „Свето Рождество Христово”, Шипка	130
Фигура 21. Дълбочинна карта на предходните изображения	130
Фигура 22. Паспорт на обекти камбани	133
Фигура 23. Част от аудио записи в цифрово хранилище БФН	137
Фигура 24. Част от фото цифрови записи в мултимедийно хранилище BellKnow	145
Фигура 25. Метаданни на фото цифрови записи в мултимедийно хранилище BellKnow	145

Фигура 26. Експортиран цифров запис във формат за Интернет представяне.....	146
Фигура 27. Обекти в онлайн платформата „Мултимедиен фонд BellKnow”, групирани по обект камбана и местоположение	150
Фигура 28. Изображения, звукови записи и видео клипове в „Мултимедиен фонд BellKnow”	150
Фигура 29. Терминологичен речник Bell.....	153
Фигура 30. Резултат от търсене по описание на „бронзова камбана” в онлайн платформата	154
Фигура 31. Сравнение на звукови анализи в „Мултимедиен фонд BellKnow”	155
Фигура 32. Резултат от сравнение на звукови анализи в платформата.....	155
Фигура 33. Описание на обект камбана (камбана №06, Патриаршеска катедрала Св. Александър Невски) в „Мултимедиен фонд BellKnow”	156
Фигура 34. Електронен паспорт на обекти камбана	157
Фигура 35. Изображения на отделните секции на електронен паспорт.....	157

Списък на съкращенията

Съкращение	Описание
3D	(от англ. <i>3-Dimensional</i> – триизмерен) обект или пространство измерими геометрично с 3-параметров модел на измерения, не лежащи в една равнина, наричани ширина, височина, дължина или дълбочина
ЕС	Европейски съюз
ЦА	Цифров архив
ЦБ/МЦБ	Цифрова библиотека / Мултимедийна цифрова библиотека
ЦВЗ	Цифров воден знак

Литература

1. [Antoniou, van Harmelen, 08] Grigoris Antoniou, Frank van Harmelen, A Semantic Web Primer. London, 2008;
2. [Arms, 00] Arms, W., Digital Libraries, MIT Press, 2000;
3. [Artale et al., 96] Artale, A., E. Franconi, N. Guarino, L. Pazzi, Past-whole relations in object centered systems: An Overview. Data and Knowledge Engineering. 20:347-383, 1996;
4. [Berger, Todorov, 08] Berger T., T.Todorov, Improving the Watermarking Process With Usage of Block Error-Correcting Codes, Serdica Journal of Computing, vol. 2, 2008, pp. 163-180;
5. [Berners-Lee, Fischetti, 99] Tim Berners-Lee, Mark Fischetti, Weaving the Web: The Original Design and Ultimate Destiny of the World Wide Web by its inventor., 1999;
6. [Bogdanova, Georgieva, 08] Bogdanova G., Georgieva T., Using Error-correcting Dependencies for Collaborative Filtering, Data and Knowledge Engineering, Elsevier, vol. 66, № 3, 2008, pages 402-413, <http://dx.doi.org/10.1016/j.datak.2008.04.008>, 2008;
7. [Bogdanova, Pavlov, 12] Bogdanova G., R. Pavlov, Development of New Solutions in the Field of Digitization and Digital Presentation of the National Folklore Heritage, Международна конференция Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage - DiPP'12, Велико Търново, България, 18-21 Септември, 2012, pp. 52-59, ISSN: 1314-4006, 2012;
8. [Bogdanova et al., 10a] Bogdanova G., Dimkov G., Todorov T., Noev N., Model of Digital Repository of Information and Knowledge - Fund "BellKnow", Годишен семинар по алгебрична и комбинаторна теория на кодирането - 2010, Ксилифор, 17-19 декември 2010;
9. [Bogdanova et al., 11a] Bogdanova G., Noev N., Stoffel K., Todorov T., 3D Modeling of Valuable Bulgarian Bells and Churches, Mathematica Balkanica, NewSeries Vol. 25, 2011, ISSN 0205-3217, Fasc. 5, pp. 475-482, 2011;
10. [Bogdanova et al., 11b] Bogdanova, G., Rangochev K., Paneva-Marinova D., Noev N., Towards Linguistics Analysis of the Bulgarian Folklore Domain, International Journal "Information Technologies and Knowledge", Vol.5, №2, pp. 119-128, ISSN 1313-0455, presented at International conference - i.Tech'11, Varna, Bulgaria, 2011;
11. [Bogdanova et al., 10b] Bogdanova G., Stefanov S., Shterev Y., Todorov T., Noev N., Designing and security of Virtual Information Portal "AutoKnow", Годишен семинар по алгебрична и комбинаторна теория на кодирането - 2010, Ксилифор, 17-19 декември 2010;
12. [Bogdanova et al., 11c] Bogdanova G., Stefanov S., Todorov T., Shterev J., Noev N., The Knowledge in Automotive Field Representation with Modern Technologies, First International Conference Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage - DiPP'11, Veliko Tarnovo, Bulgaria, 11-14 September, 2011, pp. 179, ISSN: 1314-4006, 2011;
13. [Bogdanova et al., 12a] Bogdanova G., Stoffel K., Todorov T., Noev N., Building OWL Ontology of unique Bulgarian bells using Protégé platform, Международна конференция Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage - DiPP'12, Велико Търново, България, 18-21 Септември, 2012, pp. 161-166, ISSN: 1314-4006, 2012;

14. [Bogdanova et al., 15] Bogdanova G., Todorov T., Noev N., Database Design for a Cultural Artifact Repository. Encyclopedia of Information Systems and Technology. ISBN: 978-0-12-227240-0 (to appear), 2015;
15. [Bogdanova et al., 11d] Bogdanova G., Todorov T., Noev N., Development, Annotation and Protection of Digital Archive „Bulgarian Folklore Heritage”, First International Conference Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage - DiPP'11, Veliko Tarnovo, Bulgaria, 11-14 September, 2011, pp. 181, ISSN: 1314-4006, 2011;
16. [Bogdanova et al., 11e] Bogdanova G., Todorov T., Noev N., Digital Repository of Information and Knowledge - Fund „BellKnow”, First International Conference Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage - DiPP'11, Veliko Tarnovo, Bulgaria, 11-14 September, 2011, pp. 91-98, ISSN: 1314-4006, 2011;
17. [Bogdanova et al., 13a] Bogdanova G., Todorov T., Noev N., Digitization and 3D Scanning of Historical Artifacts, Международна конференция Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage - DiPP'13, Велико Търново, България, 18-21 Септември, 2013, pp. 133-138, ISSN: 1314-4006, 2013;
18. [Bogdanova et al., 10c] Bogdanova G., Todorov T., Noev N., Digitalization and security of "Bulgarian Folklore Heritage" archive, CompSysTech, ACM International Conference Proceeding Series (ICPS) vol. 471, pp. 335-340, 2010;
19. [Bogdanova et al., 14a] Bogdanova G., Todorov T., Noev N., Protection of Semantic Organized Data. Encryption of RDF Graph, Международна конференция Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage - DiPP'14, Велико Търново, България, 18-21 Септември, 2014, pp. 183-188, ISSN: 1314-4006, 2014;
20. [Bogdanova et al., 10d] Bogdanova G., Todorov T., Noev N., Semantic Model of Digital Resources of Bulgarian Bells, Mathematica Balkanica, NewSeries Vol. 25, 2011, ISSN 0205-3217, Fasc. 5, pp. 483-490, 2011;
21. [Bogdanova et al., 10e] Bogdanova G., Todorov T., Noev N., Singing individual fragments of an RDF graph of unique Bulgarian bells, АССТ`2010: Twelfth international workshop sept. 5-11, 2010, Academgorodok, Novosibirsk, Russia, ISBN 978-5-86134-174-5, pp. 47-52, 2010;
22. [Bogdanova et al., 12b] Bogdanova G., Todorov T., Noev N., Kancheva S., Research on Linguistic Approaches, Used for Semantic Explanation of Bell's Knowledge, Международна конференция Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage - DiPP'12, Велико Търново, България, 18-21 Септември, 2012, pp. 155-160, ISSN: 1314-4006, 2012;
23. [Bogdanova et al., 06b] Bogdanova G., Trifonov T., Todorov T., Georgieva T., Methods for Investigation and Security of the Audio and Video Archive for Unique Bulgarian Bells, In Proceedings of the National Workshop on Coding Theory and Applications, Blagoevgrad, 1-3.12.2006, page 5, 2006;
24. [Bogdanova et al., 06a] Bogdanova, G., Pavlov, R., Todorov, G., Mateeva, V., Technologies for Creation of Digital Presentation and Significant Repositories of Folklore Heritage. Advances in Bulgarian Science Knowledge, National Center for Information and Documentation, 2006, Vol. 3, pp. 7-15;
25. [Carroll, 03] Carroll J., Signing RDF graphs, HP technical report, 2003;
26. [Carroll et al., 04] Carroll J., C. Bizer, P. Hayes and P. Stickler, Named Graphs, Provenance and Trust, HP technical report, 2004;

27. [Cotofrei et al., 11] Paul Cotofrei, Christophe Künzi, and Kilian Stoffel, Semantic Interpretation of 3D Point Clouds of Historical Objects, First International Conference Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage - DiPP`11, Veliko Tarnovo, Bulgaria, 11-14 September, 2011, pp. 91-98, ISSN: 1314-4006, 2011;
28. [Cox et al., 08] Cox I. J., M. Miller, J. Bloom, J. Fridrich, and T. Kalker, Digital Watermarking and Steganography, 2nd ed.: Morgan Kaufmann Publishers, 2008;
29. [Decker et al., 00] Stefan Decker, Sergey Melnik, Frank van Harmelen, Dieter Fensel, Michel C. A. Klein, Jeen Broekstra, Michael Erdmann, and Ian Horrocks. The Semantic Web: The Roles of XML and RDF. IEEE Internet Computing, 4(5):63–74, 2000;
30. [Duval et al., 02] Duval, E., W. Hodgins, S. Sutton, S. Weibel, Metadata Principles and Practicalities, D-Lib Magazine 8(4), 2002;
31. [Fensel, 04] Fensel, D., Ontologies: A Selve Bullet for Knowledge Management and Electronic Commerce, Second edition, 2004;
32. [Fox, 92] Fox, M., The TOVE Project: A Common-sense Model of the Enterprise, Industrial and Engineering Applications of Artificial Intelligence and Expert Systems, Belli, F. and Radermacher, F.J. (Eds.), Lecture Notes in Artificial Intelligence # 604, Berlin: Springer-Verlag, 1992, pp. 25-34;
33. [Gennari et al., 00] Gennari J., Musen M., Fergerson R., Grosso W., Crubezy M., Eriksson H., Noy, N. and Tu S.: The evolution of Protégé - 2000: An environment for knowledge-based systems development. International Journal of Human-Computer Studies, 58(1):89–123, 2003 (2000);
34. [Gill et al., 00] Gill, T., A. Gilliland, M. Woodley, Introduction to Metadata: Setting the Stage, Pathways to Digital Information, Getty Information Institute, 2000;
35. [Goynov et al., 11] 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;
36. [Gruber, 93] Thomas Gruber, Towards Principles of the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. International Journal of Human Computer Studies, 1993;
37. [Horridge et al., 07] Horridge M., Knublauch H., Rector A., Stevens R., Wroe C.: A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using The Protégé-OWL Plugin and CO-ODE Tools (2007)
38. [Ivanova, 11] Ivanova K., A Novel Method for Content-Based Image Retrieval in Art Image Collections Utilizing Colour Semantics., PhD Defence, Hasselt University, 15.11.2011, Hasselt, Belgium, 2011;
39. [Ivanova et al., 14] Ivanova K., Bogdanova G., Zdravkov K., Paneva-Marinova D., Pavlov R., Project “North +”: Documenting, Preserving and Providing Public Access to the Cultural Heritage in Libraries, Museums, Archives and Galleries in North and Central Bulgaria. UNESCO, International Conference Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage - DiPP`14, Veliko Tarnovo, Bulgaria, 18-21 Sept., vol. 4, 2014, 263-269. ISSN: 1314-4006(C.E.E.O.L., Google Scholar, EuDML), 2014;
40. [Ivanova et al., 12] Ivanova, K., Dobрева, M., Stanchev, P., Totkov, G. (editors): Access to Digital Cultural Heritage: Innovative Applications of Automated Metadata Generation, University Publishing House „Paisii Hilendarski”, (2012), Plovdiv, Bulgaria, book site: www.math.bas.bg/infres/book-ADCH, 2012;

41. [Jones et al., 98] Jones, D., T. Bench-Capon, P. Visser, Methodologies for Ontology Development, In the Proceedings of the IT&KNOWS Conference „Information Technology and Knowledge Systems”, 15th IFIP World Computer Congress, Vienna, Austria and Budapest, Bulgaria, 1998;
42. [Katzenbeisser et al., 00] Katzenbeisser S., F. Petitcolas, Information Hiding Techniques for Steganography and Digital Watermarking, 1st ed.: Artech House, 2000;
43. [Knublauch, 03] Knublauch. H.: An AI tool for the real world: Knowledge modeling with Protégé. Java-World (2003)
44. [Lu, 05] Lu C., Multimedia Security: Steganography and Digital Watermarking Techniques for Protection of Intellectual Property, 1st ed.: Idea Group Publishing, 2005;
45. [Mars et al., 94] Mars, N., W. Terstal, H. Dejong, P. Van Dervet, P. Speel, Semi-automatic Knowledge Acquisition in Plinius: An Engineering Approach, In the Proceedings of the 8th Banff Knowledge Acquisition for Knowledge-based Systems Workshop, Banff, 4.1-4.15, 1994;
46. [Matuszek et al., 06] Matuszek, C., J. Cabral, M. Witbrock, J. DeOliveira, An Introduction to the Syntax and Content of Cyc, In the Proceedings of the 2006 AAAI Spring Symposium on Formalizing and Compiling Background Knowledge and Its Applications to Knowledge Representation and Question Answering, Stanford, CA, 2006;
47. [McGuinness, Harmelen, 04] McGuinness, D. L., F. Harmelen, OWL Web Ontology Language Overview, W3C Recommendation, 2004, <http://www.w3.org/TR/owl-ref/>;
48. [Noev, 10] Noev N., Organization and Security of the Audio and Video Archive for Unique Bulgarian Bells, *Mathematica Balkanica, NewSeries Vol. 24*, 2010, ISSN 0205-3217, Fasc.3-4, pp. 285-291, (2010);
49. [Noev, Todorov, 14] Todorov T., Noev N., Technology of Three-Dimensional Scanning “Structured Light”, *Международна конференция Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage - DiPP' 14*, Велико Търново, България, 18-21 Септември, 2014, pp. 87-94, ISSN: 1314-4006, 2014;
50. [Noy et al., 01] Noy N., Sintek M., Decker S., Crubezy M., Ferguson R., and Musen M.: Creating Semantic Web contents with Proteg' e-2000. ' *IEEE Intelligent Systems*, 2(16):60–71 (2001);
51. [OCLC, 01] OCLC/RLG Working Group on Preservation Metadata, Preservation Metadata for Digital objects: A Review of the State of the Art, a white paper, 2001;
52. [Pavlov, Paneva, 05] 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;
53. [Pavlov, Paneva-Marinova, 11] 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;
54. [Pavlova-Draganova et al., 10] 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 ARCHAEOLINGUA, ISBN: 978-963-9911-16-1;
55. [Paneva-Marinova et al., 10a] 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;

56. [Paneva-Marinova et al., 05] Paneva, D., L. Pavlova-Draganova, L. Draganov, Digital Libraries for Presentation and Preservation of East-Christian Heritage, In the Proceedings of the Second HUBUSKA Open Workshop „Generic Issues of Knowledge Technologies”, 14 September, 2005, Budapest, Hungary, pp. 75-83;
57. [Paneva-Marinova et al., 10b] Paneva-Marinova, D., R. Pavlov, K. Rangochev (2010). Digital Library for Bulgarian Traditional Culture and Folklore, In the Proceedings of the 3rd International Conference dedicated on Digital Heritage (EuroMed 2010), 8-13 November 2010, Lymassol, Cyprus, pp. 167-172, Published by ARCHAEOLOGIA, ISBN: 978-963-9911-16-1;
58. [Paneva-Marinova et al., 11a] 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;
59. [Rangochev et al., 12] 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;
60. [Schreiber et al., 00] 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;
61. [Snijder, 01] Snijder, R., Metadata Standards and Information analysis - A Survey of Current Metadata Standards and the Underlying Models, 2001;
62. [Stanchev, 01] Stanchev P. L., Multimedia Standards (Invited Talk), International Conference Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage, DIPP 2011, Veliko Tarnovo, Bulgaria, 11-14 September, pp. 7-14, 2011;
63. [Tzouveli et al., 08] 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
64. [Tzouveli et al., 09] Tzouveli, R., Simou, N., Stamou, G., Kollias, S. (2009), Semantic Classification of Byzantine Icons. IEEE Intelligent Systems, 24 (2009), No 2, 35-43;
65. [Wilson, Villa, 02] Wilson, R., R. Villa, Survey on Methods and Standards for Student Modelling, WP 8: Standard Monitoring and System Upgrading, Version: 1.0, University of Strathclyde, Glasgow, Project Diogene, 5th Framework Programme, Technical Project Report, 2002;
66. [Zheleva, Pavlov, 03] Zheleva, M., R. Pavlov, Metadata Tagging and Interactive Multimedia Content Reusability in Web-Based Learning Systems, In the Proceedings of the International Conference „Information and Communication Technologies and Programming”, 2003, pp.106-112;
67. [Богданова, 11] Богданова Г., Дигитален архив „Българско фолклорно наследство”: програмно осигуряване и защита на данни, сп. Български фолклор (ISSN 0323-9861), кн. 3/2010 г. - „Дигитален архив и фолклорно наследство”, 2011;
68. [Богданова, 13] Богданова Г., Проекти и инициативи за цифровизация и цифрово представяне на културната история на Велико Търново и региона, Иновации и култура – регионални решения и

перспективи. Регион Велико Търново – кандидат за европейска столица на културата 2019. В. Търново, 2013, 37-49 стр., ISBN: 978-954-8986-36-6, 2013;

69. [Богданова и др., 13а] Богданова Г., Кънчева Ст., Чохаджиева Г., Майсторът и времето. Проект за цифровизация на творчеството на Майстор Колю Фичето. Иновации и култура – регионални решения и перспективи. Регион Велико Търново – кандидат за европейска столица на културата 2019. В. Търново, 2013, с. 9-37 ISBN: 978-954-8986-36-6, 2013;
70. [Богданова и др., 15] Богданова Г.Т., Кънчева С. П., Междидисциплинарные исследования и паспортизация болгарских колоколов, Сборник трудов 3-й Международной научно-практической конференции „Православный звон: прошлое, настоящее, будущее“, Российская академия музыки, Московский колокольный центр, Москва, 2015, ISBN 978-5-903600-19-9, стр. 173-188, 2015;
71. [Богданова и др., 11а] Богданова Г., Павлов Р., Тодоров Г., Матеева В., Създаване на цифрови ресурси и виртуално представяне на ценни колекции от българското фолклорно наследство, Десета национална научна конференция с международно участие „Библиотеки-четене-комуникации“, 17-18 ноември 2011, 242-254 с., ISSN 1313-8138, 2011;
72. [Богданова и др., 11б] Богданова Г., Стефанов С., Тодоров Т., Щерев Й., Ноев Н., Представяне на знания в областта на автомобилната техника с помощта на съвременни технологии, десета национална научна конференция с международно участие „Библиотеки-четене-комуникации“, 17-18 ноември 2011, 242-254 с., ISSN 1313-8138, 2011;
73. [Богданова и др., 13б] Богданова Г., Тодоров Т., Ноев Н., Методи за цифровизация и семантично аотиране на исторически артефакти, сборник на национална конференция "Майски четения - Дни на науката 2013", посветена на 50-годишнината на Великотърновския университет "Св. св. Кирил и Методий", май, 2013;
74. [Богданова и др., 12] Богданова Г., Тодоров Т., Ноев Н., Семантично представяне на знания и защита на данни в областта на културно-историческото наследство, XI-национална научна конференция с международно участие "Библиотеки-четене-комуникации", 16-17 ноември 2012, посветена на 20-годишнината на катедра "библиотекознание и масови комуникации" при Стопански факултет на ВТУ "Св. св. Кирил и Методий", 390-395 с., 2012 г.;
75. [Богданова и др., 07] Богданова Г., Трифонов Т., Тодоров Т., Георгиева Ц., Анализирание и защита на аудио и видео архив на уникални български камбани, Научна конференция „Европа като културно пространство“, Благоевград, 2007;
76. [Денчев и др., 14] Денчев С., Ковачева Е., Николов Р., Информационен мениджънт, Издателство „За буквите – О писменехъ“, София, ISBN 978-619-185-114-0, стр. 1-126, 2014;
77. [Илчев, 13] Илчев С., Дисертация за присъждане на научно-образователната степен “доктор”, Модулни методи за вграждане на цифрова информация в изображения за подобряване сигурността на Интернет-базирани комуникационни платформи, София, 2013;
78. [Ноев, 09а] Ноев Н., магистърска теза, Дигитализация на аналогови аудио записи от колекция на фоно материали от архива на Института за Фолклор (Институт за Фолклор – понастоящем Институт за етнология и фолклористика с Етнографски музей (ИЕФЕМ), след обединяване с Етнографския институт с музей през 2010 г.), защитена през м. Февруари 2009 г. в ИМИ – БАН, 2009;
79. [Ноев и др., 09б] Ноев Н., Христов Г., Станчев И., „Експериментален специализиран честотен речник“, Национална конференция „Иновации в програмните технологии, алгоритми и обучението във висшите училища, свързано с тях“, гр. Априлци, България, Юни 2009, стр. 102-109, 2009;

80. [Павлов, Дочев, 03] 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;
81. [Павлова, 13] Павлова, Л., Дисертация за присъждане на научно-образователната степен “доктор”, Семантични технологии и средства в цифрови библиотеки за художествено културно наследство, София, 2013, стр. 1-205;
82. [Палиев, 85] Палиев Д., Български камбани, клепаля и овчарски звънци, 1985;
83. [Панева-Маринова, 08] Панева-Маринова, Д., Дисертация за присъждане на научно-образователната степен “доктор”, Семантично-ориентирана архитектура и модели за персонализиран и адаптивен достъп до знания в мултимедийна дигитална библиотека, София, 2008, стр. 1-236;
84. [Тодоров, 09] Тодоров Т., Еквидистантни кодове. Методи за защита на информацията вс воден знак, Автореферат на дисертация за присъждане на научно-образователната степен “доктор”, София, 2009;
85. [Тотков и др., 10] Тотков, Г., Р. Донева, Е. Сомова, Е., Врагов, Г. (2010) Стандарти за културно-историческо наследство. Раздел 2, Стандарти и спецификации за е-документи, Изд. Пловдивски университет, Пловдив, 2010, стр.61-81;
86. [Трифонов и др., 10] Трифонов Т., Димков Г., Богданова г., Проучване и паспортизация на уникални камбани от историческото и културно наследство на България и създаване на аудио и видео архив с помощта на съвременни технологии, Шеста национална научна конференция „Библиотеки - четене – комуникации”, Велико Търново, 15-16.11.2007;
87. [Чохаджиева, 11] Галя Чохаджиева, С помощта на благочестивите християни (Камбаната – артефакт и символ), Известия на Исторически музей Кюстендил, том XVII, Велико Търново, стр. 45-61, 2011;
88. [Шарииков и др., 00] Шарииков В.Г., А.Беляков, А.Суворов, Православный звон в Болгарии, Москва, 2000;
89. [Шатько, 14] Шатько Е. Г., Колокола и колокольные звоны православных храмов западных регионов Беларуси: история и современность, Монография, Белосток, Полша, ISBN 978-83-89396-67-9, стр. 1-296, 2014;
90. [Шашкина, 85] Шашкина Т. Б., Модульный метод колоколотейного ремесла, Колокола: История и современность., стр. 216—238, 1985;

Научно-приложни проекти:

91. [Bell, проект] Проект „Bell – Изследване и идентификация на значими камбани от историческото и културно наследство на България и създаване на аудио и видео архив с помощта на съвременни технологии“ е изследователски проект на Института по математика и информатика при БАН, изцяло финансиран от Фонд „Научни изследвания”, Министерство на образованието и науката, под грант KIN-1009/2006, <http://www.math.bas.bg/bells/>;
92. [BellKnow, проект] „Изграждане на цифров мултимедиен фонд – BellKnow“, <http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/>;
93. [БФН, проект] „Технологии, основани на знания за създаване на дигитални ресурси и виртуално представяне на значими колекции от българското фолклорно наследство – FolkKnow“, модул 2 „Създаване, аотиране и защита на дигитален архив „Българско фолклорно наследство““, <http://folkknow.cc.bas.bg/>;

94. [Балкански войни, проект] „Електронен архив на документалното наследство за Балканските войни“, е изследователски проект финансиран по програма „Финансиране на фундаментални научни и научноприложни изследвания в приоритетните области”, 2012, FFNNIPO_12_01136 <http://www.math.bas.bg/vt/balkanwars/balkanwars.htm>;
95. [Колю Фичето, проект] „Цифровизиране на творчеството на Колю Фичето“, <http://www.math.bas.bg/vt/exhibitions/KolioFicheto2013/>;

Списък на авторските публикации по темата на дисертацията

1. [Noev, 10] **Noev N.**, Organization and Security of the Audio and Video Archive for Unique Bulgarian Bells, *Mathematica Balkanica, NewSeries Vol. 24*, 2010, ISSN 0205-3217, Fasc.3-4, pp. 285-291, 2010;
2. [Bogdanova et al., 11a] Bogdanova G., **Noev N.**, Stoffel K., Todorov T., 3D Modeling of Valuable Bulgarian Bells and Churches, *Mathematica Balkanica, NewSeries Vol. 25*, 2011, ISSN 0205-3217, Fasc. 5, pp. 475-482, 2011;
3. [Bogdanova et al., 10d] Bogdanova G., Todorov T., **Noev N.**, Semantic Model of Digital Resources of Bulgarian Bells, *Mathematica Balkanica, NewSeries Vol. 25*, 2011, ISSN 0205-3217, Fasc. 5, pp. 483-490, 2011;
4. [Bogdanova et al., 12a] Bogdanova G., Stoffel K., Todorov T., **Noev N.**, Building OWL Ontology of unique Bulgarian bells using Protégé platform, *Международна конференция Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage - DiPP' 12*, Велико Търново, България, 18-21 Септември, 2012, pp. 161-166, ISSN: 1314-4006, 2012;
5. [Bogdanova et al., 12b] Bogdanova G., Todorov T., **Noev N.**, Kancheva S., Research on Linguistic Approaches, Used for Semantic Explanation of Bell's Knowledge, *Международна конференция Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage - DiPP' 12*, Велико Търново, България, 18-21 Септември, 2012, pp. 155-160, ISSN: 1314-4006, 2012;
6. [Bogdanova et al., 11b] Bogdanova, G., Rangochev K., Paneva-Marinova D., **Noev N.**, Towards Linguistics Analysis of the Bulgarian Folklore Domain, *International Journal "Information Technologies and Knowledge"*, Vol.5, №2, pp. 119-128, ISSN 1313-0455, presented at International conference - i.Tech'11, Varna, Bulgaria, 2011;
7. [Bogdanova et al., 13a] Bogdanova G., Todorov T., **Noev N.**, Digitization and 3D Scanning of Historical Artifacts, *Международна конференция Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage - DiPP' 13*, Велико Търново, България, 18-21 Септември, 2013, pp. 133-138, ISSN: 1314-4006, 2013;
8. [Bogdanova et al., 10e] Bogdanova G., Todorov T., **Noev N.**, Singing individual fragments of an RDF graph of unique Bulgarian bells, *ACCT' 2010: Twelfth international workshop sept. 5-11, 2010*, Academgorodok, Novosibirsk, Russia, ISBN 978-5-86134-174-5, pp. 47-52, 2010;
9. [Богданова и др., 13б] Богданова Г., Тодоров Т., **Ноев Н.**, Методи за цифровизация и семантично аотиране на исторически артефакти, сборник на национална конференция „Майски четения - Дни на науката 2013“, посветена на 50-годишнината на Великотърновския университет “Св. св. Кирил и Методий”, май, 2013;
10. [Богданова и др., 12] Богданова Г., Тодоров Т., **Ноев Н.**, Семантично представяне на знания и защита на данни в областта на културно-историческото наследство, XI-национална научна конференция с международно участие "Библиотеки-четене-комуникации", 16-17 ноември 2012, посветена на 20-годишнината на катедра "библиотекознание и масови комуникации" при Стопански факултет на ВТУ "Св. св. Кирил и Методий", 390-395 с., 2012 г.;

Част от резултатите, получени в дисертационния труд, са публикувани в международно списание „Mathematica Balkanica“ през 2010 и 2011 и „Information Technologies and Knowledge“ (2011). Постигнатите резултати са докладвани и публикувани в сборници на международни и национални конференции: Международна конференция “Цифрово представяне и опазване на културно и научно наследство” („Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage”) – DiPP ’12 ’13 (Велико Търново, България, 2012 и 2013); Международна конференция „Алгебрична и комбинаторна теория на кодирането“ („Algebraic and Combinatorial Coding Theory“) – АССТ’2010 (Новосибирск, Русия, 2010 г.); Научни конференции с международно участие "Библиотеки-четене-комуникации" (Велико Търново, България, 2012); Национална конференция „Майски четения - Дни на науката 2013“, посветена на 50-годишнината на Великотърновския университет „Св. Св. Кирил и Методий“ (Велико Търново, България, 2013).

Резултати от дисертационния труд са докладвани и на Научен интердисциплинарен семинар „Информационно общество“ (Велико Търново, България, 2011, 2012) и част от резултатите са представени и в аналитични изследвания и отчети за научно-приложни проекти: „Изследване и идентификация на значими камбани от историческото и културно наследство на България и създаване на аудио и видео архив с помоща на съвременни технологии“; „Електронен архив на документалното наследство за Балканските войни“; „Технологии, основани на знания за създаване на дигитални ресурси и виртуално представяне на значими колекции от българското фолклорно наследство – FolkKnow“, модул 2 „Създаване, аотиране и защита на дигитален архив „Българско фолклорно наследство““.

Списък на цитирания

[1] от списъка на авторските публикации, общо 2 цитирания:

- Pavlov R., Bogdanova G., Paneva-Marinova D., Todorov T., Rangochev K., Digital archive and multimedia library for Bulgarian traditional culture and folklore, International Journal "Information Theories and Applications", Vol. 18, Number 3, pp. 276-288, 2011;
- Богданова Г.Т., Кынчева С. П., Междисциплинарные исследования и паспортизация болгарских колоколов, Сборник трудов 3-й Международной научно-практической конференции „Православный звон: прошлое, настоящее, будущее“, Российская академия музыки, Московский колокольный центр, Москва, 2015, ISBN 978-5-903600-19-9, стр. 173-188, 2015;

[2] от списъка на авторските публикации, общо 1 цитирания:

- Paneva-Marinova, M. Gounov, D. Luchev: Toward Wider Sharing of Iconographical Art Content, Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage - DiPP' 14, Veliko Tarnovo, Bulgaria, 18-21 Sept, Vol.4, 2014, 127-134. ISSN: 1314-4006;

[3] от списъка на авторските публикации, общо 1 цитирания:

- Rusew Plamen, Naukowcy badają dzwony. Przegląd Prawosławny, Poland, Numer 5 (347), maj 2014, 2014, 28-29. e-wydaniu ISSN 1230-1078 (Online); indeks Nr 371416 (Списание Przeglądu Prawosławnego /Православен преглед/, град Бялисток, Полша, разпространява се също в Беларус, САЩ, Канада, Австралия) Списание Православен преглед от град Бялисток);

[4] от списъка на авторските публикации, общо 1 цитирания:

- Лилия Р. Павлова, дисертация за присъждане на образователна и научна степен „доктор“, ИМИ, БАН, София, 2013;

[5] от списъка на авторските публикации, общо 1 цитирания:

- Лилия Р. Павлова, дисертация за присъждане на образователна и научна степен „доктор“, ИМИ, БАН, София, 2013;

[6] от списъка на авторските публикации, общо 0 цитирания:

[7] от списъка на авторските публикации, общо 4 цитирания:

- Paneva-Marinova, M. Gounov, D. Luchev, Toward Wider Sharing of Iconographical Art Content, Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage - DiPP' 14, Veliko Tarnovo, Bulgaria, 18-21 Sept, Vol.4, 2014, 127-134. ISSN: 1314-4006;
- Straub, Jeremy, Scott Kerlin: Development of a Large, Low-Cost, Instant 3D Scanner. Technologies, 2, 2014, 76-95; doi:10.3390/technologies2020076 ISSN 2227-7080;
- Straub, J., Kading, B., Mohammad, A., & Kerlin, S., Characterization of a Large, Low-Cost 3D Scanner. Technologies 2015, 3(1), 19-36; doi:10.3390/technologies3010019
- Pellicer A.Nácher: Museums and ICT. A green perspective. Aalto University School of Science, Theses. 2014;

[8] от списъка на авторските публикации, общо 0 цитирания:

[9] от списъка на авторските публикации, общо 0 цитирания:

[10] от списъка на авторските публикации, общо 0 цитирания:

Общо 10 (десет) забелязани цитирания на авторски публикации по темата на дисертацията.

Списък на докладвани резултати

1. **Международна конференция:** 11th International Conference on Computer Systems and Technologies and Workshop for PhD Students in Computing on International Conference on Computer Systems and Technologies, CompSysTech`10, Sofia, Bulgaria, June 17-18, 2010:
 - **Доклад:** Digitalization and security of „Bulgarian Folklore Heritage” archive (Bogdanova G., Todorov T., **Noev N.**);
2. **Международна конференция:** Twelfth International Workshop on Algebraic and Combinatorial Coding Theory, ACCT`2010, September 5-11, 2010, Academgorodok, Novosibirsk, Russia:
 - **Доклад:** Singing individual fragments of an RDF graph of unique Bulgarian bells (Bogdanova G., Todorov T., **Noev N.**);
3. **Конференция:** Годишен семинар по алгебрична и комбинаторна теория на кодирането - 2010, Ксилифор, България, 17-19 декември 2010:
 - **Доклад:** Model of Digital Repository of Information and Knowledge - Fund “BellKnow” (Bogdanova G., Dimkov G., Todorov T., **Noev N.**);
4. **Семинар:** „Дигитални ресурси и архиви в областта на културно историческото наследство” с изложба на артефакти на ИМИ и ИЕФЕМ в Института по математика и информатика, БАН, 21 Февруари 2011:
 - **Доклад:** Въведение в семантичната мрежа, Дигитализация и фолкорно наследство (Матеева В., **Ноев Н.**)
5. **Семинар:** Постоянен научен интердисциплинарен семинар “Информационно общество”, Православен център Проф. Тотю Коев (11 бл. на ВТУ „Св. Св. Кирил и Методий”), 30 март 2011:
 - **Доклад:** Паспортизация на уникални камбани и организация на дигитални фондове. (Лектори: доц. д-р Богданова Г., гл.ас. д-р Тодоров Т., докторант **Ноев Н.**)
6. **Международна конференция:** First International Conference Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage - DiPP`11, Veliko Tarnovo, Bulgaria, 11-14 September, 2011:
 - **Доклад:** Development, Annotation and Protection of Digital Archive „Bulgarian Folklore Heritage” (Bogdanova G., Todorov T., **Noev N.**)
7. **Международна конференция:** First International Conference Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage - DiPP`11, Veliko Tarnovo, Bulgaria, 11-14 September, 2011:
 - **Доклад:** Digital Repository of Information and Knowledge - Fund „BellKnow” (Bogdanova G., Todorov T., **Noev N.**)
8. **Семинар:** Постоянен научен интердисциплинарен семинар “Информационно общество”, Зала НТС, Велико Търново, 31 Май 2012:
 - **Доклад:** Семантична мрежа и камбани (**Ноев Н.**)
9. **Международна конференция:** Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage - DiPP`12, Велико Търново, България, 18-21 Септември, 2012:
 - **Доклад:** Building OWL Ontology of unique Bulgarian bells using Protégé platform (Bogdanova G., Stoffel K., Todorov T., **Noev N.**)
10. **Международна конференция:** Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage - DiPP`12, Велико Търново, България, 18-21 Септември, 2012:
 - **Доклад:** Research on Linguistic Approaches, Used for Semantic Explanation of Bell’s Knowledge (Bogdanova G., Todorov T., **Noev N.**, Kancheva S.)

11. **Международна конференция:** XI-национална научна конференция с международно участие „Библиотеки-четене-комуникации”, 16-17 ноември 2012, посветена на 20-годишнината на катедра „библиотекознание и масови комуникации” при Стопански факултет на ВТУ „Св. св. Кирил и Методий”, 2012 г.:
 - **Доклад:** и публикация в сборник на тема: Семантично представяне на знания и защита на данни в областта на културно-историческото наследство (Богданова Г., Тодоров Т., **Ноев Н.**)
12. **Семинар:** Постоянен научен интердисциплинарен семинар “Информационно общество”, Регионална народна библиотека „П. Р. Славейков”, Велико Търново, 29 ноември 2012:
 - **Доклад:** Проучване на методи за семантично представяне на камбани (**Ноев Н.**, гл. ас. Кънчева С.)
13. **Семинар:** Постоянен научен интердисциплинарен семинар “Информационно общество”, Зала НТС, Велико Търново, 13 декември 2012:
 - **Доклад:** Семантичен Уеб и технологии за представяне на артефакти чрез цифрови библиотеки в Интернет (**Ноев Н.**)
14. **Национална конференция:** „Майски четения - Дни на науката 2013”, посветена на 50-годишнината на Великотърновския университет “Св. св. Кирил и Методий”, 31 май 2013:
 - **Доклад:** Методи за цифровизация и семантично аотиране на исторически артефакти (Богданова Г., Тодоров Т., **Ноев Н.**)
15. **Международна конференция:** Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage - DiPP' 13, Велико Търново, България, 18-21 Септември, 2013:
 - **Доклад:** Digitization and 3D Scanning of Historical Artifacts (Bogdanova G., Todorov T., **Noev N.**)
16. **Международна конференция:** Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage - DiPP' 14, Велико Търново, България, 18-21 Септември, 2014:
 - **Доклад:** Protection of Semantic Organized Data. Encryption of RDF Graph (Bogdanova G., Todorov T., **Noev N.**)
17. **Международна конференция:** Digital Preservation and Presentation of Cultural and Scientific Heritage - DiPP' 14, Велико Търново, България, 18-21 Септември, 2014:
 - **Доклад:** Technology of Three-Dimensional Scanning “Structured Light” (Todorov T., **Noev N.**)

Част от резултатите на дисертационния труд са представени и в аналитични изследвания и отчети за научно-приложни проекти: „Изследване и идентификация на значими камбани от историческото и културно наследство на България и създаване на аудио и видео архив с помоща на съвременни технологии“; „Електронен архив на документалното наследство за Балканските войни“; „Технологии, основани на знания за създаване на дигитални ресурси и виртуално представяне на значими колекции от българското фолклорно наследство – FolkKnow“, модул 2 „Създаване, аотиране и защита на дигитален архив „Българско фолклорно наследство““.

Декларация за оригиналност на резултатите

Декларирам, че настоящата дисертация съдържа оригинални резултати, получени при проведени от мен научни изследвания с подкрепата и съдействието на научния ми ръководител. Резултатите, които са получени, описани и/или публикувани от други учени, са надлежно и подробно цитирани в библиографията.

Настоящата дисертация не е прилагана за придобиване на научна степен в друго висше училище, университет или научен институт.

Подпис:

Николай Ноев

Приложение 1. Паспорт на обект камбана

ПАСПОРТ
на камбана №01 в
Катедрала Патриаршеска “Св. Александър Невски”, София (обект N 1)

Проучване и паспортизация на уникални қамбани от историческото и културно наследство на България и създаване на аудио и видео архив с помощта на съвременни технологии

Проект, финансиран от

Министерство на образованието и науката.

Изпълняван от

Институт по математика и информатика при БАН

в сътрудничество с:

Институт за фолклор – БАН

Институт по механика - БАН

Великотърновски университет “Св.Св. Кирил и Методий”

Национален военен университет “Васил Левски”, В.Търново

Регионален исторически музей, В.Търново

Регионална народна библиотека “П. Р. Славейков”, В.Търново

Фондохранилището на дигиталния и хартиения архив и картотеката с паспортите се намират в библиотеката на ИМИ-БАН.

Историческа справка

Храм-паметник “Св. Александър Невски” е най-големият действащ православен храм на Балканите (дълъг 74 м и широк 51 м). Катедрален храм на българския патриарх с особено национално значение. Построен върху стария софийски некропол, “Св. Ал. Невски” е замислен като паметник на Освобождението, посветен на велик руски светец, княз, пълководец и патрон на царя-освободител. Решението за построяването е взето през 1879 г. от Учредителното събрание в Търново. Княз Александър се обръща с възвание към българите и храмът е вдигнат с народни дарения. На 19.2.1882 г., годишнината от възцаряването на руския цар Александър II и деня на подписването на Сан Стефанския мирен договор, е положен основният му камък. Храмът е изграден в периода 1904 -1913 г. по проект на руския архитект проф. Ал. Померанцев. След превземането на Одрин на (13 март 1913 г.) тежкия звън на най-голямата камбана отеква за първи път. От 1914 г. храмът е отворен за посещения, но в него не се служело. Отваря врати едва на 12 септември 1924 г. по времето на Цар Борис III, когато се освещават трите му престола. Същата година е обявен за паметник на културата. През 1951 г. - за Патриаршеска катедрала. През 1998 г. от Св. Синод на Руската Православна Църква е подарена частица от чудотворните мощи на св. Ал. Невски, която се излага за поклонение по време на тържествените богослужения. Храмът е кръстocupолна базилика в преобладаващо византийски стил заради огромното централно кубе, съчетан с руски и български мотиви, различни в стила на камбанарията. Покрит с мед и злато, увенчан с позлатени кръстове, на фасадата му свети прекрасна мозаична икона на св. Ал. Невски. Има три олтарни абсиди, на Св. Ал. Невски, Св. Цар Борис I и на Св. Св. Кирил и Методий. Архитектурата и зографията (с 82-те маслени икони и 273 темперни стенописи) взаимно се допълват. Олтарът, тронове и амвонът са мраморни. През 1965 г. в криптата на храма, филиал на Националната Художествена галерия, е открита постоянна представителна за иконописата по българските земи изложба с над 300 експоната, датиращи от IX в. до кр. на XIX в. Централният купол, както и този на камбанарията, са позлатени. Позлатата е подновена през 2003 г. със средства на Министерство на културата. Камбанарията се намира на върха на 53 метровата кула, до нея се стига от хоровия балкон по спираловидна стълба с 210 стъпала. Площадката на камбанарията, на скеле, подпряно в осемте ъкраища са монтирани камбаните - 12 на брой, с общо тегло 23 тона, които са изработени в Москва и дарени в комплект през 1911 г. Камбаните се бият ръчно. При биенето те остават неподвижни чрез система от различни възжета и педал се движат само езиците. Повече от 20 години звънар е Мария Зъбова.



СХЕМА НА КАМБАНИТЕ



ВИДЕО МАТЕРИАЛИ

[Катедрала](#)

[Всички камбани](#)

Камбана № 1



АУДИО МАТЕРИАЛИ

Камбана №1

ВИДЕО МАТЕРИАЛИ

Камбана №1

ТЕХНИЧЕСКИ ДАННИ

Област	София
Селище	София
Местонахождение	Катедрала Патриаршеска "Св. Александър Невски"
Координати	42°41'45.28" N 23°19'57.36" E
Тип и материал	Сплав олово, сребро и мед
Височина външна (см)	172.5
Височина вътрешна (см)	163.1
Долна максимална дебелина на стената (см)	
Горна максимална дебелина на стената (см)	
Долен диаметър (см) външен	226
Горен диаметър (см) външен / вътрешен	123
Тегло (кг)	6002
Състояние	добро
Основен тон в момента на удара	Сол # от голяма октава
Година и място на отливане	1911 г., Москва
Създател	П. Н. Финляндски
Собственик и съхранител	Катедрала Патриаршеска "Св. Александър Невски"
Историческа ценност	висока културно- историческа стойност

ХУДОЖЕСТВЕНО ОФОРМЛЕНИЕ

Материал - сплав олово, сребро и мед. С форма на пресечен конус. Късо тяло с малка плавна извивка. На раменния пояс – растителни орнаменти, оформени в дълбоки фестони, обърнати нагоре. Едър едноредов надпис с черковнославянски букви: ВОСПОИТЕ ГДЕВИ (скр. от Господеви) ПѢСНЬ НОВО́ ХВАЛЕНЕ ЕГО ВЪ ЦРКВИ ПРѢБНІХЪ ХВАЛИТЕ ЕГО В КИМВАЛѢХЪ ВОСКЛИЦАНІЯ /ПС:149.1;

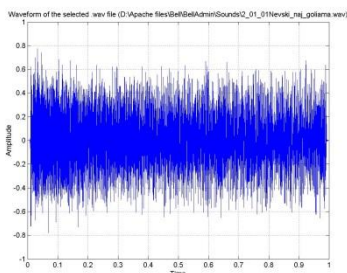
150.5\). В надписа са вградени релефни розети.

На средния пояс – широка ивица от преплетени растителни орнаменти и кръгове с вписани розети, организирани кръстовидно. В украсата са разположени четири богато орнаментирани медальона с релефни изображения на: св. Кирил, св. Методий, св. София и св. Иван Рилски. Под медальоните – ивица от преплетени растителни орнаменти в дълбоки фестони, обърнати надолу. Под ивицата в чистото поле – релеф на герба на царска България.

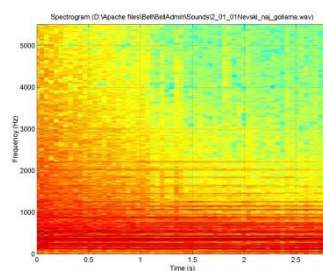
На долния пояс – плетеница от тънки линии. Под нея - едър двуредов надпис с черковнославянски букви: ХРАМЪ СВ. АЛЕКСАНДРЪ НЕВСКИ ВЪ СОФИЯ. ВЪЗДИГНАТЪ ВЪ ЦАРЪВАНЕТО НА НАЕГОВО ВЕЛИЧЕСТВО ЦАРЬ ФЕРДИНАД I (релефна розета) СЪ ИЖДИВЕНИЕТО НА БЪЛГАРСКИЯ НАРОДЪ ЗА СПОМЕНЪ ОСВОБОЖДЕНИЕТО НА БЪЛГАРИЯ. ИЗЛѢНА НА 26 МАЙ 1911 ГОДИНА В ЛѢЯРНИЦАТА НА П. Н. ФИНЛЯНДСКИ (три монетовидни релефа с изображение на двуглав орел) ВЪ МОСКВА ТЕЖИНА 6002 КИЛОГРАМА

Камбаните не следват осемтоналната музикална система, а природна, хармонична система, състояща се от тонове и полутонове. Това се дължи на пропорционалността в теглото им всяка камбана е на половина по-лека от предишната. Двете най-големи камбани (№1 и №3) държат такта или исото и се бият от още двама звънари. Езиците на най-големите камбани тежат около тон, поради което преди да избият звука с тях, звънарите трябва първо да ги разклатят.

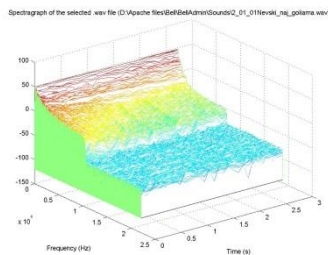
АНАЛИЗ НА ЗВУКА



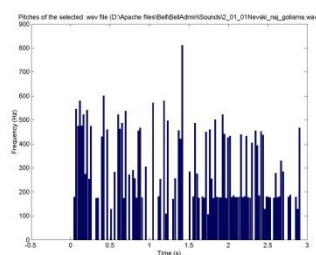
Затихване във времето



Спектрограма



3D спектрограма



Основни честоти

Няма установени дефекти

Приложение 2. Формално представяне на онтология за камбани

XML код на OWL дефиниции на онтология за обект камбана, версия 1.1 (на български език):

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE rdf:RDF [
  <!ENTITY owl "http://www.w3.org/2002/07/owl#" >
  <!ENTITY xsd "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" >
  <!ENTITY rdfs "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#" >
  <!ENTITY rdf "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" >
]
>
<rdf:RDF xmlns="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#"
  xmlns:base="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#">
  <owl:Ontology rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl">
    <rdfs:comment>Онтологията за обект камбана представлява предметна онтология, която описва знание за обектите камбани.
    Тя цели семантично да се опишат обектите камбани с техните характеристики, да дефинира различни спецификации за тях и да
    направи релация с другите специализирани онтологични структури, разширяващи знанието за камбана, камбанология,
    камбанолоярство и др.</rdfs:comment>
  </owl:Ontology>

  <!-- // Classes -->

  <!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#адрес -->
  <owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#адрес">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#местонахождение"/>
    <rdfs:comment>адрес на местонахождението</rdfs:comment>
  </owl:Class>

  <!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#външен_горен_диаметър -->
  <owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#външен_горен_диаметър">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#размери"/>
    <rdfs:comment>външен диаметър на горната част на тялото на камбана</rdfs:comment>
  </owl:Class>

  <!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#външен_долен_диаметър -->
  <owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#външен_долен_диаметър">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#размери"/>
    <rdfs:comment>диаметър в долната част на тялото на камбана</rdfs:comment>
  </owl:Class>

  <!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#външна_височина -->
  <owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#външна_височина">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#размери"/>
    <rdfs:comment>външната височина на тялото на камбана</rdfs:comment>
  </owl:Class>

  <!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#вътрешен_горен_диаметър -->
  <owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#вътрешен_горен_диаметър">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#размери"/>
    <rdfs:comment>вътрешен диаметър на горната част на тялото на камбана</rdfs:comment>
  </owl:Class>

  <!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#вътрешна_височина -->
  <owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#вътрешна_височина">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#размери"/>
    <rdfs:comment>височина на вътрешната част на тялото на камбана</rdfs:comment>
  </owl:Class>

  <!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#година_на_изработка -->
  <owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#година_на_изработка">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#изработка"/>
  </owl:Class>
```



```

    <rdfs:comment>година на изработването на камбана</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#горна_максимална_дебелина_на_стената -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#горна_максимална_дебелина_на_стената">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#размери"/>
    <rdfs:comment>максимална дебелина в горната част на стената на тялото на камбана</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#долна_максимална_дебелина_на_стената -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#долна_максимална_дебелина_на_стената">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#размери"/>
    <rdfs:comment>максимална дебелина в долната част на стената на тялото на камбана</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#друг_тип_камбана -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#друг_тип_камбана">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тип_на_камбанния_обект"/>
    <owl:disjointWith rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#монументална_камбана"/>
    <owl:disjointWith rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#църковна_камбана"/>
    <rdfs:comment>друг тип камбанен обект</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#други_изображения -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#други_изображения">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#изображения"/>
    <rdfs:comment>други изображения инкростирани на камбана</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#други_надписи -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#други_надписи">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#надписи"/>
    <rdfs:comment>други надписи</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#държава -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#държава">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#адрес"/>
    <rdfs:comment>държава</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#език -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#език">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#елементи_на_камбаната"/>
    <rdfs:comment>подвижна част на камбаната с която тя се удря и бие; понякога езикът се заменя с механичен чук с
отдалечено командване; някои камбани нямат езици и се удрят външно с друго тяло (греда, чук или др.)</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#елементи_на_камбаната -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#елементи_на_камбаната">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
    <rdfs:comment>съставните елементи на обект камбана</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#звукови_анализи -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#звукови_анализи">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#звукови_характеристики"/>
    <rdfs:comment>звукови анализи на камбанния звън извършени от специалисти акустици</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#звукови_характеристики -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#звукови_характеристики">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
    <rdfs:comment>звуковите характеристики на дадена камбана</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#идентификация -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#идентификация">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#местонахождение"/>
    <rdfs:comment>уникален идентификационен код на местонахождението използван в тази онтология</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#изображения -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#изображения">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#художествено_оформление"/>
    <rdfs:comment>изображения на светски или църковни персонажи изотрафисани на външната стена на тялото на
камбана</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#изработка -->

```

```

<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#изработка">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
  <rdfs:comment>данни за изработката (отливането) на камбана</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#исторически_данни -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#исторически_данни">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#исторически_надписи -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#исторически_надписи">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#надписи"/>
  <rdfs:comment>надписи върху камбана свързани с исторически събития</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#исторически_събития -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#исторически_събития">
  <owl:equivalentClass rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#събития"/>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#исторически_данни"/>
  <rdfs:comment>исторически събития свързани с камбанен обект</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанария -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанария">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тип_на_местонахождението"/>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdfs:Description
rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#елементи_на_камбаната"/>
          <rdfs:Description
rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#звукови_характеристики"/>
            <rdfs:Description rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#изработка"/>
            <rdfs:Description rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#исторически_данни"/>
            <rdfs:Description rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#комплект_камбани"/>
            <rdfs:Description rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#собственик"/>
            <rdfs:Description rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#технически_данни"/>
            <rdfs:Description
rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тип_на_камбанния_обект"/>
            <rdfs:Description
rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#художествено_оформление"/>
          </owl:unionOf>
        </owl:Class>
      </rdfs:subClassOf>
    </owl:Class>
  </owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#комплект_камбани -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#комплект_камбани">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#местонахождение"/>
  <rdfs:comment>група от камбанни обекти инсталирани на едно място с различна големина, издаващи различни звуци, които са групирани в комплект</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#координати -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#координати">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#местонахождение"/>
  <rdfs:comment>GPS координати на местоположението</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#леяр -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#леяр">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#изработка"/>
  <rdfs:comment>леярът който е изработил (отлял) камбаната</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#материали -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#материали">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#изработка"/>
  <rdfs:comment>материалите от които е направена камбана, обикновено е метална отлята от сплав от различни метали</rdfs:comment>

```

```

</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#местонахождение -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#местонахождение"/>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#модификации -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#модификации">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#елементи_на_камбаната"/>
  <rdfs:comment>на някои камбани се правят модификации за удобство при процеса на биене, като например подвижния език
се заменя с механичен или хидравличен чук с отдалечено командване. има модификации които се правят с цел инсталиране на
камбаната на определно място и др.</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#монумент -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#монумент">
  <owl:equivalentClass rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#паметник"/>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тип_на_местонахождението"/>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#монументална_камбана -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#монументална_камбана">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тип_на_камбанния_обект"/>
  <owl:disjointWith rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#църковна_камбана"/>
  <rdfs:comment>светска камбана, обикновено поставена с цел експониране в музей, паметник или друго обществено
съоръжение</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#надписи -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#надписи">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#художествено_оформление"/>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#населено_място -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#населено_място">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#адрес"/>
  <rdfs:comment>официалното наименование на населено място - град, село, район, община</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#означение_на_музикалния_тон -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#означение_на_музикалния_тон">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#звукoви_характеристики"/>
  <rdfs:comment>официално приетото означение на основния музикален тон в момента на удара изразен с латински букви и
символи</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#орнаменти -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#орнаменти">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#художествено_оформление"/>
  <rdfs:comment>графични елементи инкrostирани върху камбана с цел украса</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#основен_тон_в_момента_на_удара -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#основен_тон_в_момента_на_удара">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#звукoви_характеристики"/>
  <rdfs:comment>основния тон на камбанния звън в момента на удара. обикновено една камбана издава няколко тона с
различна сила (тембър) които понякога се промят във времето</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#паметник -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#паметник">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тип_на_местонахождението"/>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#период -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#период">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#година_на_изработка"/>
  <rdfs:comment>исторически период през който е изработена камбаната</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#плътност -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#плътност">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#технически_данни"/>
  <rdfs:comment>плътността на материала (метала) от който е изработена камбаната</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#притежател -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#притежател">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#собственик"/>
  <rdfs:comment>собственик или притежател на камбана</rdfs:comment>
</owl:Class>

```

```

<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#размери -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#размери">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#технически_данни"/>
  <rdfs:comment>основни геометрични размери на формата на камбанен обект</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#регион -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#регион">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#адрес"/>
  <rdfs:comment>наименование на региона, допуска се и народно (фолклорно) наименование, различно от
официалното</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#светски_изображения -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#светски_изображения">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#изображения"/>
  <rdfs:comment>изображения на светски пресонажи инкростирани на камбана</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#сграда -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#сграда">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тип_на_местонахождението"/>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#собственик -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#собственик">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#схема_на_комплект -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#схема_на_комплект">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#комплект_камбани"/>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#събития -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#събития">
  <rdfs:comment>исторически събития свързани с камбанен обект</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тежест -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тежест">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#технически_данни"/>
  <rdfs:comment>тегло на камбаната</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#технически_данни -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#технически_данни">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тип_на_камбанния_обект -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тип_на_камбанния_обект">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
  <rdfs:comment>тип на камбанния обект според според предназначението му, къде се намира и каква функция има обекта в
околния свят и обществото.</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тип_на_местонахождението -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тип_на_местонахождението">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#местонахождение"/>
  <rdfs:comment>тип на местонахождението - камбанария, храм, паметник, монумент, музей, сграда и др.</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#точен_адрес -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#точен_адрес">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#адрес"/>
  <rdfs:comment>точен административен адрес</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тяло -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тяло">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#елементи_на_камбаната"/>
  <rdfs:comment>основното тяло на камбаната; към него неподвижно са прикрепени уши на които е закачена камбаната и
подвижен език който удря тялото; външната част на тялото обикновено е изрисувана с църковни изображения, надписи или
орнаменти</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#уши -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#уши">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#елементи_на_камбаната"/>

```

```

    <rdfs:comment>неподвижно закрепена част от камбаната за която тя се закача подвижно или неподвижно на сграда или
друго съоръжение</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#художествено_оформление -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#художествено_оформление">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#църковен_храм -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#църковен_храм">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тип_на_местонахождението"/>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#църковна_камбана -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#църковна_камбана">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тип_на_камбанния_обект"/>
    <rdfs:comment>камбана която се намира в църковен храм и има предназначение да бие при определени ритуали и
известяване на съобщения сред месното население. обикновено тези камбани са богато украсени, именувани и са дарени от
доброжелатели. тези камбани обикновено са комплект от няколко камбани с различна големина и се бият синхронно в определена
мелодия.</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#църковни_изображения -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#църковни_изображения">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#изображения"/>
    <rdfs:comment>изображения на светци или религиозни сцени върху камбанен обект</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#църковни_надписи -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#църковни_надписи">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#надписи"/>
    <rdfs:comment>надписи инкrostирани върху камбана на религиозна тема</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#школа -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#школа">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#леяр"/>
    <rdfs:comment>оубши характеристики и специфики на група леяри по начина им на отливане на камбана. обикновено този
занаят се предава родствено или учител - ученик в даден район</rdfs:comment>
</owl:Class>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#музей,_паметник,_музей -->
<owl:Class rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#музей,_паметник,_музей">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тип_на_местонахождението"/>
</owl:Class>

<!-- // Object Properties -->

<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#адрес_e -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#адрес_e">
    <rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#адрес"/>
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#държава"/>
    <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#местонахождение"/>
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#населено_място"/>
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#регион"/>
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#точен_адрес"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#година_на_изработка_e_през_период -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#година_на_изработка_e_през_период">
    <rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#година_на_изработка"/>
    <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#данни_за_изработка"/>
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#период"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#данни_за_изработка -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#данни_за_изработка"/>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#e_вид_изображение -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#e_вид_изображение">
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#други_изображения"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#изображения"/>
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#светски_изображения"/>
    <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#художествено_оформление"/>
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#църковни_изображения"/>
</owl:ObjectProperty>

```

```

<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#e_вид_надпис -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#e_вид_надпис">
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#други_надписи"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#исторически_надписи"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#надписи"/>
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#художествено_оформление"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#църковни_надписи"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#e_тип_на_камбана -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#e_тип_на_камбана">
  <rdf:type rdf:resource="&owl:FunctionalProperty"/>
  <rdfs:comment>камбанен обект е тип на камбана тип на камбана</rdfs:comment>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#друг_тип_камбана"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#монументална_камбана"/>
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тип_на_камбана"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тип_на_камбанния_обект"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#църковна_камбана"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#e_част_от -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#e_част_от">
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#комплект"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#комплект_камбани"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#елементи_на_камбана -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#елементи_на_камбана"/>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#звукови_характеристики -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#звукови_характеристики"/>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#изработена_от_леяр -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#изработена_от_леяр">
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#данни_за_изработка"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#изработка"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#леяр"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_адрес -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_адрес">
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#адрес"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#местонахождение"/>
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#местонахождение"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_данни_за_година_на_изработка -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_данни_за_година_на_изработка">
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#година_на_изработка"/>
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#данни_за_изработка"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#изработка"/>
  <owl:propertyDisjointWith
rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#няма_данни_за_година_на_изработка"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_данни_за_изработка -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_данни_за_изработка">
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#данни_за_изработка"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#изработка"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
  <owl:propertyDisjointWith
rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#няма_данни_за_изработка"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_данни_за_исторически_събития -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_данни_за_исторически_събития">
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#исторически_данни"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#исторически_събития"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
  <owl:propertyDisjointWith
rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#няма_данни_за_исторически_събития"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_данни_за_материали -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_данни_за_материали">
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#данни_за_изработка"/>

```



```

<rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#звукови_харктеристики"/>
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
<owl:propertyDisjointWith
rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#няма_данни_за_звукови_характеристики"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_идентификация -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_идентификация">
<rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#идентификация"/>
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#местонахождение"/>
<rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#местонахождение"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_изображение -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_изображение">
<rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#изображения"/>
<owl:propertyDisjointWith rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#няма_изображение"/>
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#художествено_оформление"/>
<rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#художествено_оформление"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_координати -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_координати">
<rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#координати"/>
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#местонахождение"/>
<rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#местонахождение"/>
<owl:propertyDisjointWith
rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#няма_данни_за_координати"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_модификации -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_модификации">
<rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#елементи_на_камбана"/>
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#елементи_на_камбаната"/>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#модификации"/>
<owl:propertyDisjointWith rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#няма_модификации"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_надписи -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_надписи">
<rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#надписи"/>
<owl:propertyDisjointWith rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#няма_надписи"/>
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#художествено_оформление"/>
<rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#художествено_оформление"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_орнаменти -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_орнаменти">
<rdfs:propertyDisjointWith rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#няма_орнаменти"/>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#орнаменти"/>
<rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#художествено_оформление"/>
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#художествено_оформление"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_основен_тон -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_основен_тон">
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#звукови_характеристики"/>
<rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#звукови_харктеристики"/>
<owl:propertyDisjointWith rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#няма_основен_тон"/>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#означение_на_музикалния_тон"/>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#основен_тон_в_момента_на_удара"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_стойност_за_размер -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_стойност_за_размер">
<rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#външен_горен_диаметър"/>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#външен_долен_диаметър"/>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#външна_височина"/>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#вътрешен_горен_диаметър"/>
<rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#вътрешна_височина"/>
<rdfs:range
rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#горна_максимална_дебелина_на_стената"/>
<rdfs:range
rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#долна_максимална_дебелина_на_стената"/>
<rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#размери"/>

```



```

    <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#технически_данни"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_схема_на_комплект -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_схема_на_комплект">
  <rdfs:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#комплект"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#комплект_камбани"/>
  <owl:propertyDisjointWith
rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#няма_схема_на_комплект"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#схема_на_комплект"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_технически_данни -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_технически_данни">
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
  <owl:propertyDisjointWith
rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#няма_технически_данни"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#технически_данни"/>
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#технически_данни"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_тип_на_камбана -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_тип_на_камбана">
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
  <owl:propertyDisjointWith rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#няма_тип_на_камбана"/>
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тип_на_камбана"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тип_на_камбанния_обект"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_тип_на_местонахождението -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_тип_на_местонахождението">
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#местонахождение"/>
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#местонахождение"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тип_на_местонахождението"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_тяло -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_тяло">
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#елементи_на_камбана"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#елементи_на_камбаната"/>
  <owl:propertyDisjointWith rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#няма_тяло"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тяло"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_уши -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_уши">
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#елементи_на_камбана"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#елементи_на_камбаната"/>
  <owl:propertyDisjointWith rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#няма_уши"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#уши"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_художествено_оформление -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#има_художествено_оформление">
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
  <owl:propertyDisjointWith
rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#няма_художествено_оформление"/>
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#художествено_оформление"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#художествено_оформление"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#исторически_данни -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#исторически_данни"/>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#комплект -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#комплект"/>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#леяр_е_от_школа -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#леяр_е_от_школа">
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#данни_за_изработка"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#леяр"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#школа"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#местонахождение -->

```



```

</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#няма_уши -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#няма_уши">
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#елементи_на_камбана"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#елементи_на_камбаната"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#уши"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#няма_художествено_оформление -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#няма_художествено_оформление">
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#художествено_оформление"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#художествено_оформление"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#собственик -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#собственик"/>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#съдържа_камбана -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#съдържа_камбана">
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#комплект"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#комплект_камбани"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#технически_данни -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#технически_данни"/>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тип_на_камбана -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тип_на_камбана">
  <rdfs:type rdf:resource="&owl;FunctionalProperty"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тип_на_местонахождението_е -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тип_на_местонахождението_е">
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанария"/>
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#местонахождение"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#монумент"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#паметник"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#сграда"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тип_на_местонахождението"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#църковен_храм"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#музей,_паметник,музей"/>
</owl:ObjectProperty>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#художествено_оформление -->
<owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#художествено_оформление">
<!-- // Data properties
-->
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#ID -->
<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#ID"/>

<!-- // Individuals -->

  <!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#Катедрална_църква_Свето_Рождество_Богородично -->
  <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#Катедрална_църква_Свето_Рождество_Богородично">
    <rdfs:type rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#местонахождение"/>
  </owl:NamedIndividual>
  <!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#Национален_исторически_музей -->
  <owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#Национален_исторически_музей">
    <rdfs:type rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#местонахождение"/>
  </owl:NamedIndividual>
  <!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#Патриаршеска_катедра_Св._Александър_Невски -->
  <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#Патриаршеска_катедра_Св._Александър_Невски">
    <rdfs:type rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#комплект_камбани"/>
    <rdfs:type rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#местонахождение"/>
  </owl:NamedIndividual>
  <!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#Преображенски_манастир -->
  <owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#Преображенски_манастир">
    <rdfs:type rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#местонахождение"/>
  </owl:NamedIndividual>
  <!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#Църква_Свети_Николай -->

```

```

<owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#Църква_Свети_Николай">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#комплект_камбани"/>
  <rdf:type rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#местонахождение"/>
</owl:NamedIndividual>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№01-01 -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№01-01">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
  <rdfs:comment>Материал - сплав олово, сребро и мед. С форма на пресечен конус. Късо тяло с малка плавна извивка. На раменния пояс - растителни орнаменти, оформени в дълбоки фестони, обърнати нагоре. Едър едноредов надпис с черковнославянски букви: ВОСПОИТЕ ГДЕВИ (скр. от Господеви) ПЧСНЬ НОВЪ ХВАЛЕТЕ ЕГО ВЪ ЦРКВИ ПРПВНІХЪ ХВАЛИТЕ ЕГО В КИМВАЛЧХЪ ВОСКЛИЦАНІЯ /ПС:149.І; 150.5. В надписа са вградени релефни розети. На средния пояс - широка ивица от преплетени растителни орнаменти и кръгове с вписани розети, организирани кръстовидно. В украсата са разположени четири богато орнаментирани медальона с релефни изображения на: св. Кирил, св. Методий, св. София и св. Иван Рилски. Под медальоните - ивица от преплетени растителни орнаменти в дълбоки фестони, обърнати надолу. Под ивицата в чистото поле - релеф на герба на царска България. На долния пояс - плетеница от тънки линии. Под нея - едър двуредов надпис с черковнославянски букви: ХРАМЪ СВ. АЛЕКСАНДРЪ НЕВСКИ ВЪ СОФИЯ. ВЪЗДИГНАТЪ ВЪ ЦАРЪВАНЕТО НА НАЕГОВО ВЕЛИЧЕСТВО ЦАРЪ ФЕРДИНАД I (релефна розета) СЪ ИЖДИВЕНИЕТО НА БЪЛГАРСКИЯ НАРОДЪ ЗА СПОМЕНЪ ОСВОБОЖДЕНИЕТО НА БЪЛГАРИЯ. ИЗЛЧНА НА 26 МАЙ 1911 ГОДИНА В ЛЧЯРНИЦАТА НА П. Н. ФИНЛЯНДСКИ (три монетовидни релефа с изображение на двуглав орел) ВЪ МОСКВА ТЕЖИНА 6002 КИЛОГРАМА. Камбаните не следват осемтоналната музикална система, а природна, хармонична система, състояща се от тонове и полутонове. Това се дължи на пропорционалността в теллото им, всяка камбана е на половина по-лека от предишната. Двете най-големи камбани (№1 и №3) държат такта или исото и се бият от още двама звънари. Езиците на най-големите камбани тежат около тон, поради което преди да избият звука с тях, звънарите трябва първо да ги разклатят.</rdfs:comment>
  <ID>01-01</ID>
</owl:NamedIndividual>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№01-02 -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№01-02">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
</owl:NamedIndividual>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№01-03 -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№01-03">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
</owl:NamedIndividual>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№01-04 -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№01-04">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
</owl:NamedIndividual>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№01-05 -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№01-05">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
</owl:NamedIndividual>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№01-06 -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№01-06">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
</owl:NamedIndividual>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№01-07 -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№01-07">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
</owl:NamedIndividual>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№01-08 -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№01-08">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
</owl:NamedIndividual>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№01-09 -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№01-09">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
</owl:NamedIndividual>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№01-10 -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№01-10">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
</owl:NamedIndividual>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№01-11 -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№01-11">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
</owl:NamedIndividual>
<!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№01-12 -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№01-12">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>

```



```

    <rdf:type rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
  </owl:NamedIndividual>
  <!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№05-06 -->
  <owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№05-06">
    <rdf:type rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
  </owl:NamedIndividual>
  <!-- http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#клепало_№05-07 -->
  <owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#клепало_№05-07">
    <rdf:type rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>
  </owl:NamedIndividual>

  <!-- // Annotations -->

  <rdf:Description rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#исторически_данни">
    <rdfs:comment>исторически данни свързани с камбанен обект</rdfs:comment>
  </rdf:Description>
  <rdf:Description rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#местонахождение">
    <rdfs:comment>местонахождение на инсталирани група (комплект) камбани в сграда, храм или монумент</rdfs:comment>
  </rdf:Description>
  <rdf:Description rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#собственик">
    <rdfs:comment>собственик или притежател на камбана</rdfs:comment>
  </rdf:Description>
  <rdf:Description rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#технически_данни">
    <rdfs:comment>технически данни на камбанен обект, включващи геометрични размери, плътност, тежест и др.</rdfs:comment>
  </rdf:Description>
  <rdf:Description rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект">
    <rdfs:comment>Камбаната е просто устройство за произвеждане на звук, което обикновено има форма на кух цилиндър или пресечен конус с един отворен край, който резонира шом бъде ударен. Инструментът, с който се нанасят ударите, може да бъде окачено в камбаната парче метал, наречено език, метална сачма, затворена в обема на камбаната, или отделен чук. Камбаните обикновено се отливат от метал (бронз или друга сплав), а някои малки камбанки се правят от стъкло или керамика.</rdfs:comment>
  </rdf:Description>
  <rdf:Description rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#художествено_оформление">
    <rdfs:comment>художествено оформление на камбанен обект включващо изображения, написи и орнаменти с които е инкристирана камбаната</rdfs:comment>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
<!-- Generated by the OWL API (version 3.5.1) http://owlapi.sourceforge.net -->

```

Приложение 3. Програмен код на криптирани, електронно подписани семантични анотации на обекти камбана с цел защита

Следващият код представя електронно подписан в семантично структурирани текстови анотации на част от ресурс за камбанен обект („камбана №01-01, Патриаршеска катедрала Св. Александър Невски”). В кода не са включени анотации за класовете и техните елементи: Местонахождение, Собственик, Комплект камбани, Исторически данни и др., които не са част от тази конкретна анотация.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<RDF:RDF xmlns="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#
  xml:base="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:loc="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#местонахождение"
  xmlns:bell="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"
  ... .. />

... ..

  <owl:Ontology rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl">
    <rdfs:comment>Онтологията за обект камбана представлява предметна онтология, която описва знание за
    обектите камбани. Тя цели семантично да се опишат обектите камбани с техните характеристики, да дефинира различни
    спецификации за тях и да направи релация с другите специализирани онтологични структури, разширяващи знанието за камбана,
    камбанология, камбаноледарство и др.</rdfs:comment>
  </owl:Ontology>

... ..

  <owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбана_№01-01">
    <rdf:type rdf:resource="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#камбанен_обект"/>

... ..

  <RDF:description about="http://www.math.bas.bg/bells/bells.owl#камбана_№01-01">
    <Signature xmlns="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#"><SignedInfo><CanonicalizationMethod
    Algorithm="http://www.w3.org/TR/2001/REC-xml-c14n-20010315"/><SignatureMethod
    Algorithm="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#rsa-sha1"/><Reference><Transforms><Transform
    Algorithm="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#enveloped-signature" /></Transforms><DigestMethod
    Algorithm="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#sha1"><DigestValue>WqpRWHxxA0YgH+p3Sxy6hRo1XIk=</DigestValue></Reference></Signe
    dInfo><SignatureValue>EoRk/GhR4UA4D+8AzGPFkeimldZrlSy8eF73n/T9Lpeq9IxoGRHNUA8FEwuDNJuz3IugC0n2RHQOpQajjYvhly3XG+z742pgsdmFfE
    4Pddk4gF1T8CVS1rsF7bjX+FKT/c8B2/C8FNgmfkxD1B/ochtbRvuAGPQGtgJ3h/wjSg=</SignatureValue><KeyInfo><X509Data><X509Certificate>MII
    B8zCCAuygAwIBAgIQgfzbrIjhLL9FobStI2ub3zANBgkqhkiG9w0BAQQFADATMREwDwYDVQQDEwhUZXR0ZUFjbjAeFw0wMDAxMDEwMDAwMDBaFw0zNjAxMDEwMDAw
    MDBaMBMxEtAPBgNVBAMTCFRlc3RlQWNUMiGfMA0GCSqGSIb3DQEBAQUAA4GNADCBiQKBgQDO+yAZ8/qJbhSVH/+2wMmzix3jM/CExb6sTgaiPwe6ylcHgF45zeQDq
    060SJZCSns34em/ULINZdddf8z0b9uk/2sOGrlpYqsunLLBvw2FkvWJQDkxh2SzCm8v4xGX2kyXNbjjY/K56oPOMjpayKofAFnnvk7p2iFAxNZK/6lpZ7wIDAQABo0
    gwRjBEBgNVHQEPTA7gBCOOHcajwnATYZ0t6w7LVU0oRUwEzERMA8GA1UEAxMIVGVzdgVBY26CEIH826yI4Sy/RaG0rSNrm98wDQYJKoZIhvcNAQEEBQADgYEABL9
    Qhi6f1Z+/t8oKXBQF3UUsNF9N2o4k6q1c3CKZYqx2E/in+nARIYRdh5kbeLfomi6GIyVFeXExp8croB3MAzQQMvXf9+ByuezimMPIHDv0u3kmeITXfoZrHCdL
    oWWLESN1owBfKpQe7JKAuu9ORDC0pUuifCHWxCoqNos=</X509Certificate></X509Data></KeyInfo><Object><bell:bell lang="bg"><bell:bell_ID
    rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#идентификация">0101</bell:bell_ID><bell:bell_type lang="bg"
    rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#църковна_камбана">църковна
    камбана</bell:bell_type><bell:bell_anno
    rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#описание_на_камбанен_обект"><bell:bell_name
    lang="bg">камбана №01-01, Патриаршеска катедрала Св. Александър Невски</bell:bell_name><bell:bell_desc lang="bg"
    rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#описание_на_камбанен_обект">Материал - сплав олово, сребро и
    мед. С форма на пресечен конус. Късо тяло с малка плавна извивка. На раменния пояс - растителни орнаменти, оформени в дълбоки
```


фестони, обърнати нагоре. Едър едноредов надпис с черковнославянски букви: ВОСПОИТЕ ГДЕВИ (скр. от Господеви) ПЧСНЬ НОВО ХВАЛЕНЕ ЕГО ВЪ ЦРКВИ ПРПВНІХЪ ХВАЛИТЕ ЕГО В КИМВАЛЧЪХЪ ВОСКЛИЦАНІЯ /ПС:149.І; 150.5\ . В надписа са вградени релефни розети. На средния пояс – широка ивица от преплетени растителни орнаменти и кръгове с вписани розети, организирани кръстовидно. В украсата са разположени четири богато орнаментирани медальона с релефни изображения на: св. Кирил, св. Методий, св. София и св. Иван Рилски. Под медальоните – ивица от преплетени растителни орнаменти в дълбоки фестони, обърнати надолу. Под ивицата в чистото поле – релеф на герба на царска България. На долния пояс – плетеница от тънки линии. Под нея – едър двуредов надпис с черковнославянски букви: ХРАМЪ СВ. АЛЕКСАНДРЪ НЕВСКИ ВЪ СОФИЯ. ВЪЗДИГНАТЪ ВЪ ЦАРОВАНЕТО НА НАЕГОВО ВЕЛИЧЕСТВО ЦАРЪ ФЕРДИНАД І (релефна розета) СЪ ИЖИВЕНИЕТО НА БЪЛГАРСКИЯ НАРОДЪ ЗА СПОМЕНЪ ОСВОБОЖДЕНИЕТО НА БЪЛГАРИЯ. ИЗЛЧНА НА 26 МАЙ 1911 ГОДИНА В ЛЧЯРНИЦАТА НА П. Н. ФИНЛЯНДСКИ (три монетовидни релефа с изображение на двуглав орел) ВЪ МОСКВА ТЕЖИНА 6002 КИЛОГРАМА. Камбаните не следват осемтоналната музикална система, а природна, хармонична система, състояща се от тонове и полутонове. Това се дължи на пропорционалността в теглото им, всяка камбана е на половина по-лека от предишната. Двете най-големи камбани (№1 и №3) държат такта или исото и се бият от още двама звънари. Езиците на най-големите камбани тежат около тон, поради което преди да избият звука с тях, звънарите трябва първо да ги разклатят.

`</bell:bell_descr><bell:bell_cond lang="bg">добро</bell:bell_cond><bell:bell_value lang="bg">Висока културно-историческа стойност</bell:bell_value></bell:bell_anno><bell:bell_elem rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#елементи_на_камбаната"><bell:bell_body lang="bg" rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тяло">С форма на пресечен конус. Късо тяло с малка плавна извивка.</bell:bell_body><bell:bell_clapper lang="bg" rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#език">Езиците на най-големите камбани тежат около тон, поради което преди да избият звука с тях, звънарите трябва първо да ги разклатят.</bell:bell_clapper><bell:bell_ears rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#уши"></bell:bell_ears><bell:bell_mod rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#модификации"></bell:bell_mod></bell:bell_elem><bell:bell_art rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#художествено_оформление"><bell:art_descr lang="bg">Материал – сплав олово, сребро и мед. С форма на пресечен конус. Късо тяло с малка плавна извивка. На раменния пояс – растителни орнаменти, оформени в дълбоки фестони, обърнати нагоре. Едър едноредов надпис с черковнославянски букви: ВОСПОИТЕ ГДЕВИ (скр. от Господеви) ПЧСНЬ НОВО ХВАЛЕНЕ ЕГО ВЪ ЦРКВИ ПРПВНІХЪ ХВАЛИТЕ ЕГО В КИМВАЛЧЪХЪ ВОСКЛИЦАНІЯ /ПС:149.І; 150.5\ . В надписа са вградени релефни розети. На средния пояс – широка ивица от преплетени растителни орнаменти и кръгове с вписани розети, организирани кръстовидно. В украсата са разположени четири богато орнаментирани медальона с релефни изображения на: св. Кирил, св. Методий, св. София и св. Иван Рилски. Под медальоните – ивица от преплетени растителни орнаменти в дълбоки фестони, обърнати надолу. Под ивицата в чистото поле – релеф на герба на царска България. На долния пояс – плетеница от тънки линии. Под нея – едър двуредов надпис с черковнославянски букви: ХРАМЪ СВ. АЛЕКСАНДРЪ НЕВСКИ ВЪ СОФИЯ. ВЪЗДИГНАТЪ ВЪ ЦАРОВАНЕТО НА НАЕГОВО ВЕЛИЧЕСТВО ЦАРЪ ФЕРДИНАД І (релефна розета) СЪ ИЖИВЕНИЕТО НА БЪЛГАРСКИЯ НАРОДЪ ЗА СПОМЕНЪ ОСВОБОЖДЕНИЕТО НА БЪЛГАРИЯ. ИЗЛЧНА НА 26 МАЙ 1911 ГОДИНА В ЛЧЯРНИЦАТА НА П. Н. ФИНЛЯНДСКИ (три монетовидни релефа с изображение на двуглав орел) ВЪ МОСКВА ТЕЖИНА 6002 КИЛОГРАМА. Камбаните не следват осемтоналната музикална система, а природна, хармонична система, състояща се от тонове и полутонове. Това се дължи на пропорционалността в теглото им, всяка камбана е на половина по-лека от предишната. Двете най-големи камбани (№1 и №3) държат такта или исото и се бият от още двама звънари. Езиците на най-големите камбани тежат около тон, поради което преди да избият звука с тях, звънарите трябва първо да ги разклатят.</bell:art_descr><bell:art_pics rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#изображения"><bell:art_pics_descr lang="bg">На средния пояс – широка ивица от преплетени растителни орнаменти и кръгове с вписани розети, организирани кръстовидно. В украсата са разположени четири богато орнаментирани медальона с релефни изображения на: св. Кирил, св. Методий, св. София и св. Иван Рилски. Под медальоните – ивица от преплетени растителни орнаменти в дълбоки фестони, обърнати надолу. Под ивицата в чистото поле – релеф на герба на царска България.</bell:art_pics_descr></bell:art_pics><bell:art_labels rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#надписи"><bell:art_label_descr lang="bg">На раменния пояс – растителни орнаменти, оформени в дълбоки фестони, обърнати нагоре. Едър едноредов надпис с черковнославянски букви: ВОСПОИТЕ ГДЕВИ (скр. от Господеви) ПЧСНЬ НОВО ХВАЛЕНЕ ЕГО ВЪ ЦРКВИ ПРПВНІХЪ ХВАЛИТЕ ЕГО В КИМВАЛЧЪХЪ ВОСКЛИЦАНІЯ /ПС:149.І; 150.5\ . В надписа са вградени релефни розети. На долния пояс – плетеница от тънки линии. Под нея – едър двуредов надпис с черковнославянски букви: ХРАМЪ СВ. АЛЕКСАНДРЪ НЕВСКИ ВЪ СОФИЯ. ВЪЗДИГНАТЪ ВЪ ЦАРОВАНЕТО НА НАЕГОВО ВЕЛИЧЕСТВО ЦАРЪ ФЕРДИНАД І (релефна розета) СЪ ИЖИВЕНИЕТО НА БЪЛГАРСКИЯ НАРОДЪ ЗА СПОМЕНЪ ОСВОБОЖДЕНИЕТО НА БЪЛГАРИЯ. ИЗЛЧНА НА 26 МАЙ 1911 ГОДИНА В ЛЧЯРНИЦАТА НА П. Н. ФИНЛЯНДСКИ (три монетовидни релефа с изображение на двуглав орел) ВЪ МОСКВА ТЕЖИНА 6002 КИЛОГРАМА.</bell:art_label_descr><bell:art_label lang="bg">ВОСПОИТЕ ГДЕВИ (скр. от Господеви) ПЧСНЬ НОВО ХВАЛЕНЕ ЕГО ВЪ ЦРКВИ ПРПВНІХЪ ХВАЛИТЕ ЕГО В КИМВАЛЧЪХЪ ВОСКЛИЦАНІЯ /ПС:149.І; 150.5\.</bell:art_label><bell:label lang="bg">Надпис с черковнославянски букви</bell:label_type></bell:art_label><bell:art_label lang="bg">ХРАМЪ СВ. АЛЕКСАНДРЪ НЕВСКИ ВЪ СОФИЯ. ВЪЗДИГНАТЪ ВЪ ЦАРОВАНЕТО НА НАЕГОВО ВЕЛИЧЕСТВО ЦАРЪ ФЕРДИНАД І СЪ ИЖИВЕНИЕТО НА БЪЛГАРСКИЯ НАРОДЪ ЗА СПОМЕНЪ ОСВОБОЖДЕНИЕТО НА БЪЛГАРИЯ. ИЗЛЧНА НА 26 МАЙ 1911 ГОДИНА В ЛЧЯРНИЦАТА НА П. Н. ФИНЛЯНДСКИ ВЪ МОСКВА ТЕЖИНА 6002 КИЛОГРАМА.</bell:label><bell:label_type lang="bg">Надпис с черковнославянски букви</bell:label_type></bell:art_label></bell:art_labels><bell:art_decor rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#орнаменти"><bell:decor lang="bg"></bell:decor></bell:art_decor></bell:bell_art><bell:bell_made rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#изработка"><bell:made_by lang="bg" rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#леяр">П. Н. Финляндски</bell:made_by><bell:made_sch rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#школа"></bell:made_sch><bell:made_mat rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#материали"><bell:mat_descr lang="bg">Материал – сплав олово, сребро и мед.</bell:mat_descr><bell:material lang="bg">олово</bell:material><bell:material lang="bg">сребро</bell:material><bell:material lang="bg">мед</bell:material></bell:made_mat><bell:made_year rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#година_на_изработка">1911</bell:made_year><bell:made_period rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#период"></bell:made_period><bell:made_place lang="bg"`

```

rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#място_на_изработка">Москва,
Русия</bell:made_place></bell:bell_made><bell:bell_tech
rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#технически_данни"><bell:tech_size
rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#размер"><bell:out_height
rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#външна_височина">172.5</bell:out_height><bell:out_top_diam
rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#външен_горен_диаметър">123</bell:out_top_diam><bell:out_dwn_d
iam
rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#външен_долен_диаметър">226</bell:out_dwn_diam><bell:in_heigh
t rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#вътрешна_височина">163.1</bell:in_height><bell:in_top_diam
rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#вътрешен_горен_диаметър"></bell:in_top_diam><bell:top_mx_wid
th
rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#горна_максимална_дебелина_на_стената"></bell:top_mx_width><b
ell:dwn_mx_width
rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#долна_максимална_дебелина_на_стената"></bell:dwn_mx_width><b
ell:metrics>sm</bell:metrics></bell:tech_size><bell:tech_weight
rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#тежест"><bell:weight>6002</bell:weight><bell:metrics>kg</bel
l:metrics></bell:tech_weight><bell:tech_thickness
rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#плътност"><bell:thickness></bell:thickness><bell:metrics></b
ell:metrics></bell:tech_thickness></bell:bell_tech><bell:bell_sound
rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#звукови_характеристики"><bell:ringtone lang="bg"
rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#Основен_тон_в_момента_на_удара">Сол # от голяма
октава</bell:ringtone><bell:ringtone_let
rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#означение_на_музикалния_тон">G2#</bell:ringtone_let><bell:so
und_tests rdf:about="http://www.math.bas.bg/vt/BellKnow/ontology/bells.owl#звукови_анализи"><bell:sound_test><bell:test_descr
lang="bg">Основни_честоти</bell:test_descr><bell:test_result
lang="bg"></bell:test_result><bell:test_href></bell:test_href><bell:test_pic>00101c</bell:test_pic></bell:sound_test><bell:so
und_test><bell:test_descr lang="bg">3D_спектрограма</bell:test_descr><bell:test_result
lang="bg"></bell:test_result><bell:test_href></bell:test_href><bell:test_pic>00101d</bell:test_pic></bell:sound_test><bell:so
und_test><bell:test_descr lang="bg">Затихване_във_времето</bell:test_descr><bell:test_result
lang="bg"></bell:test_result><bell:test_href></bell:test_href><bell:test_pic>00101z</bell:test_pic></bell:sound_test><bell:so
und_test><bell:test_descr lang="bg">Спектрограма</bell:test_descr><bell:test_result
lang="bg"></bell:test_result><bell:test_href></bell:test_href><bell:test_pic>00101s</bell:test_pic></bell:sound_test><bell:so
und_test><bell:test_descr lang="bg">Обертонове</bell:test_descr><bell:test_result
lang="bg"></bell:test_result><bell:test_href></bell:test_href><bell:test_pic>00101o</bell:test_pic></bell:sound_test><bell:so
und_test><bell:test_descr lang="bg">Анализ_на_Фурие</bell:test_descr><bell:test_result
lang="bg"></bell:test_result><bell:test_href></bell:test_href><bell:test_pic>00101f</bell:test_pic></bell:sound_test></bell:s
ound_tests></bell:bell_sound></bell:bell></Object>
</Signature></RDF:description>
</owl:NamedIndividual>
... ..
</RDF:RDF>

```

Приложение 4. Създаване на цифрови триизмерни модели на обемни артефакти

Създаването на цифрови 3D (триизмерни) модели на обемни обекти от областта на културно-историческото наследство има за цел да пресъздаде дадения обект цифрово в пространството, като се съхрани повече информация за: формата и геометрията на обекта, релефа и текстурата на повърхнината му и разположението му в пространството.

Цифров 3-измерен обект

Цифровият 3D обект представлява цифрово представяне на обект, предмет или повърхност в тримерно пространство, където освен височина и широчина всяка точка носи информация и за дълбочина. Същественото за 3D изображение е разположението на отделните точки, обекти и повърхнини в пространството. В допълнение чрез съвременните цифрови технологии може да се добави цвят, текстура, материал на повърхнината и при триизмерната анимация може да се прибави и движение в пространството.

Има няколко принципни метода на изграждане на триизмерно изображение:

- Компютърно триизмерно моделиране - това е процес, при който, оператор-специалист чрез специализирано компютърно приложение, точка по точка, повърхнина след повърхнина изгражда триизмерен обект. Този метод се използва предимно в областта на архитектурата, геодезията, компютърната анимация, компютърната възстановка и др. При този метод решаващи за качествата на триизмерния образ са уменията на оператора (3D дизайнера или др.) и е възможно да се получат обемни цифрови обекти с малка големина на цифровата информация;
- Компютърно триизмерно генериране – процес, при който компютърно приложение генерира триизмерно изображение от набор от изображения или друга информация. Качеството на генерираните триизмерни изображения зависи от някои субективни фактори: качеството на входящите изображения; достатъчно изображения от различни ъгли за да

обхванат обема на целия обект; достатъчно контрастни елементи от обекта за да може софтуерът да сглоби отделните изображения и др.;

- Триизмерно сканиране - това е процес, при който се създава триизмерен цифров модел на съществуващ предмет или повърхност чрез заснемане и/или измерване.

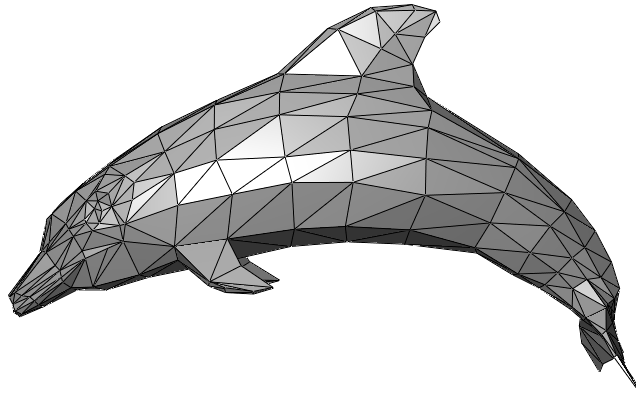
Елементи на цифров триизмерен модел

Цифровият триизмерен модел съдържа цифрова информация за повърхнината на обекта, обекти или постановка в триизмерно виртуално пространство, чрез изграждане на мрежа от точки и повърхнини.

Елементите, изграждащи мрежата от повърхности на модела са:

- Позиция (vertex / vertices), или точки разположени в пространството, съдържащи координати и информация за цвят, текстура и др.;
- Ръбове или линии (edges) свързващи две позиционни точки;
- Лице или лицева повърхност (face) – затворени ръбове в една геометрична фигура, обикновено триъгълник, квадрат или разностен;
- Разностен (polygon) – не се използва винаги, поради това че разностена се изгражда от няколко триъгълника;
- Обединени повърхности (surfaces) – сложни геометрични фигури от обединени в едно лицеви повърхности.

Чрез тези основни елементи се изгражда триизмерният модел. Той може да съдържа и допълнителна информация за цветове, текстури, материали и други свойства на повърхностите. На следващата фигура е изобразен пример на изграждане на 3D модел на делфин чрез мрежа от триъгълници.



Фигура П4.1. Пример на изграждане на 3D модел на делфин чрез триъгълна мрежа²⁵.

Създаване на цифрови триизмерни модели чрез моделиране на изображения

Процесът по създаването на 3D цифрови обекти чрез моделиране на двуизмерни фото-изображения се нарича триизмерно генериране. Това е процес, при който се генерира триизмерен модел на обект от набор от изображения. Качеството на генерираните триизмерни изображения зависи от някои субективни фактори: качеството на входящите изображения; достатъчно изображения от различни ъгли за да обхванат обема на целия обект; достатъчно контрастни елементи от обекта за да може да се генерира триизмерния модел и др. [Bogdanova et al., 11a].

Съществуват няколко метода за триизмерно генериране на изображение:

- Триизмерна реконструкция чрез изображения от различен ъгъл (Multi-View Stereo Reconstruction) – при този метод се търсят и изчисляват съответствия и несъответствия на точки и елементи от обекта като по този начин се намира тяхното разположение в пространството;
- Форма от силуети (Shape From Silhouettes) – при този метод формата на обекта се изчислява като функция от гледната точка на камерата и формата на силуетите на обекта, образувани от осветлението;
- Фотометрични техники (Photometric Techniques) – техники и алгоритми, които изчисляват формата на обекта чрез анализиране на несъответствия в оцветяването на корпуса и линията на видимия обем в множество изображения. Тези техники разчитат на някои субективни фактори, които

²⁵ 3D модел на делфин чрез триъгълна мрежа, Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Polygon_mesh

ограничават използването им, като например: хомогенен цвят на повърхността, разлика в мащаба на изображенията и др.;

- Моделиране на базата на изображения (Image-based Modeling) – метод при който върху изображение, чрез различни инструменти и алгоритми оператор изгражда триизмерен модел.

Триизмерно сканиране на артефакти

Целта на 3D сканирането е да се създаде облак от точки на геометрични фигури разположен в пространството, който да реконструира повърхността на сканирания обект. Тези точки освен, че носят информация за пространственото им позициониране, имат и информация за цвят и в някои случаи и за материала на повърхността на обекта. Цифровият триизмерен модел на обекта, получен чрез процеса триизмерно сканиране, се създава чрез множество сканирания на различни позиции на обекта, които изграждат цялостно 3D цифрово изображение/копие на обекта.

Подходи за триизмерно сканиране

Съществуват разнообразни технологии за цифрово пресъздаване на формата на триизмерен обект. Основно триизмерните скенери се делят на два основни дяла: контактни и неконтактни.

Контактните скенери използват сонда, която с допир и обхождане на повърхността на обекта, механично измерват неговата форма.

Неконтактните се разделят на два основни вида: пасивни и активни.

Пасивните триизмерни скенери заснемат множество изображения на дадения обект от различни ъгли и чрез изчисления определят формата на обекта. Например стереоскопичните системи използват 2 камери, които от различен ъгъл заснемат даден обект и чрез разликите в изображенията определят неговата форма и разположение в пространството, на принципа на човешкото зрение.

Общото измежду активните триизмерни скенери е че излъчват звук, ултразвук, светлина или друго лъчение, прихващайки неговото отразяване в обекта и чрез измерване и изчисления на отразения сигнал определят неговата форма, разстояние и разположение в пространството. Дори като пример може да се посочат дълбоководния сонар и наземния радар, които чрез изпращане на звукови и радиовълни и чрез

измерване на отражението и посоката им определят големината и разстоянието до големи твърди обекти. Но целта на триизмерния скенер е да определи формата на обекта и разположението на повърхнините му в пространството, като за целта се използват различни методи.

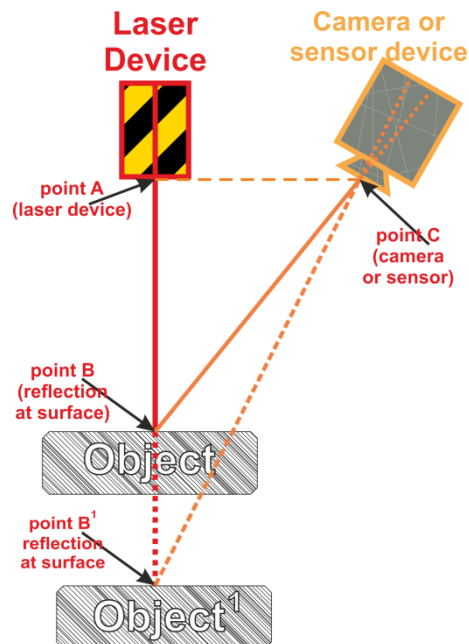
Някои от основните технологии за триизмерно сканиране чрез измерване на отразен сигнал:

- Време на отразяване (Time-of-flight) – Това е вид триизмерен скенер, който излъчва лазерен лъч и чрез изчисляване на времето за което лъчът достига до повърхнината на обекта и времето необходимо на отразения лъч да се върне до сензора определя разстоянието до точката на отразяване. С този вид скенер се обхожда с лъч цялата видима повърхност за да се определи нейната форма и релеф. Технологията позволява обхождане на големи площи и на далечно разстояние (до 20 км.);
- Триангулация (Triangulation) – Това е вид метод за определяне на разстоянието до определена точка чрез тригонометрични функции. Начинът на действие на тази технология е следния: триизмерният скенер излъчва лазер в определена линия, камера или сензор на определено разстояние от линията на лазера засича точката на отразяване на лазера в обекта, като двете линии образуват триъгълник. Триангулацията е анализирана в следващата част;
- Триизмерно моделиране на двумерни изображения (3D imaging modeling) – Метод при който от набор от двумерни изображения (сечения) на малко разстояние се изгражда компютърно триизмерен образ, чрез специален алгоритъм (isosurface extraction algorithms). Този метод е много добре развит в медицинската област, като се използват наслагване на рентгенови, ехографски снимки при компютърната томография или ядрено-магнитни разрези на малко разстояние.

Триангулация

Триангулацията в триизмерната област е метод за определяне на разстояние до точка чрез изчисляване на позицията на пресичане на 2 прави [Noev, Todorov, 14]. По точно казано изчислява се ъгъла на пресичане на правата на лазера излъчван от

триизмерното устройство и правата която се образува от точката на отразяване до камерата или сензора на триизмерния скенер, който се намира встрани на определено разстояние лазера (Фигура П4.2).



Фигура П4.2. Схема на триангулация с лазерна система

На фигура П4.2 е показан метода на триангулация на лазерен триизмерен скенер, където лазерният лъч образува права от лазерното устройство (А) до повърхнината на сканирания обект в точка на отражение (т. В). На определено разстояние от лазерното устройство (разстоянието АС) се намира камера или сензор (т. С), който засича точката на отражение и измерва ъгъла на правата (правата на отражение В) спрямо местонахождението на камерата или сензора. По този начин сканиращото устройство знае разположението на правата на лъча (АВ), разстоянието между лазера и камерата (АС), посоката на правата която се образува от точката на отражение и камерата (ВС) и чрез тригонометрични функции, приложени към образувания триъгълник (лазерно у-во, т. на отражение и камера – АВС) изчислява разстоянието и разположението на точката на повърхнината, където се отразява лазера спрямо местоположението на сканиращото устройство.

С този метод може да се сканира повърхнина в пространството спрямо сканиращото устройство като се обходи целия видим обект точка по точка.

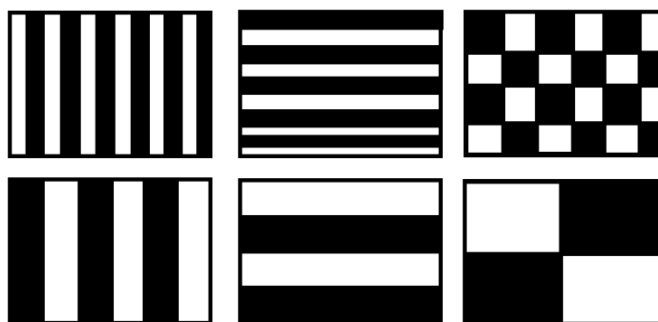
Обзор на технологията „Структурирана светлина“

Технологията „Структурирана светлина“ за триизмерно сканиране използва метода за триангулация за определяне на разположението на точките от повърхнината на сканирания обект спрямо сканиращото устройство, с тази разлика, че не се използва лъч за обхождане на обекта а се прилага прожектиране на определени черно-бели схеми и се изчислява тяхното отражение върху обекта. На фигура П4.3 е показана примерна постановка на отразена схема върху сферичен обект (кръгла ваза).



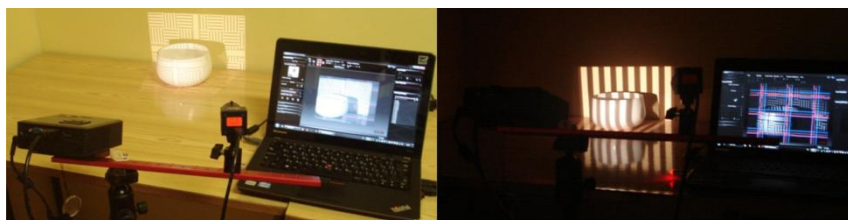
Фигура П4.3. Постановка на прожектиране на светлинна схема върху кръгла ваза

Схемите, които използват устройствата за триизмерно сканиране за прожектиране върху повърхнината на сканирания обект са черно-бели хоризонтални или вертикални ивици или квадрати, както е показано на фигура П4.4. Обикновено прожектираните схеми се редуват веднъж, започвайки с черна ивица, след това с бяла с еднакъв размер, след това хоризонтална с вертикална, като се започва с ивици или квадрати с по-голям размер към по-малък. Размерът на ивиците определя гъстотата на засичаните точки от повърхността на сканирания обект за които се изчислява разположението им в пространството спрямо сканиращото устройство. Прожектираните схеми се заснемат от камера на определено разстояние от прожектиращото устройство, като се засича границата между черно и бяло на ивиците или квадратите. Изчислението на разположението на засечените точки и линии в пространството се прави с метода на триангулация като триизмерния скенер има информация за правите които се образуват при прожектиране на схемите, разположението на камерата с която се заснемат отраженията и съответно разположението на точките, в които се отразяват прожектираните схеми от сканирания обект.



Фигура П4.4. Примерни схеми на прожектиране

На фигура П4.5 е показана примерна постановка на триизмерна сканираща система DAVID SLS-1, използвана за изследване на технологията „Структурирана светлина“.



Фигура П4.5. Работен процес на триизмерна сканираща система DAVID SLS-1

Методология за триизмерно сканиране

Примерна методология за триизмерно сканиране на културни ценности със системата DAVID SLS-1 е показана в [Bogdanova et al., 13a]. Системата за триизмерно сканиране чрез структурирана светлина представлява прожектор, цифрова камера и изчислителна система (преносим компютър).

Методологията на 3D заснемането е следната:

- Позициониране на системата – има важно значение и е основен момент в изчисленията за пространственото разположение на точките от повърхността на сканирания обект;
- Калибриране на системата – също с важно значение за определяне на разположението за отделните устройства и постановката, необходими при изчисленията с метода на триангулация;

- Триизмерно сканиране на страна/част от обекта – сканира се видимата част от обекта. За получаване на цялостен триизмерен цифров модел на обекта се сканират всички видими части поотделно;
- Обработване на получените отделни триизмерни изображения и обединяването им в един цялостен пространствен модел.

3D модели на артефакти, създадени чрез триизмерно сканиране

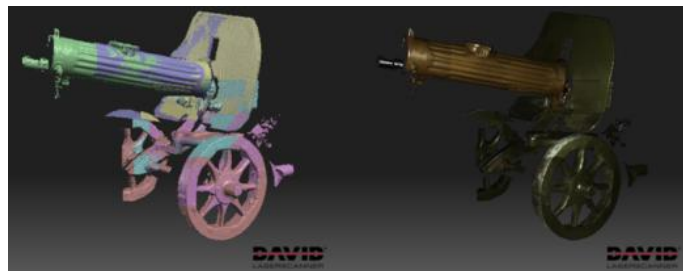
Следващите няколко фигури са пример за 3D сканиране и обработване на цифров триизмерен модел на картечница „Шварц-лозе” от фонда на Музей Възраждане, РИМ Велико Търново [Балкански войни, проект], [Bogdanova et al., 13a]. На примера са представени 6 отделни 3D изображения (фигура П4.6) от общо 34 за цялостно обхващане на обекта, тяхното последователно „сглобяване”, за изграждане на триизмерния модел (фигура П4.7). На фигура П4.8 за изобразени с различен цвят отделните изображения в 3D модела и изгледи от различни гледни точки (фигура П4.9).



Фигура П4.6. 6 отделни 3D изображения на картечница „Шварц-лозе”



Фигура П4.7. Изграждане на 3D модел от отделни изображения



Фигура П4.8. Разположение на отделните изображения върху 3D модела



Фигура П4.9. Изгледи от различни гледни точки на 3D модела

Изследване на преимущества и предизвикателства при триизмерно сканиране

Цифровизацията чрез триизмерно сканиране навлиза все по-вече в научната област и в сферата на опазване на материалното културно наследство. Разгледаните технологии и методи имат своите преимущества и недостатъци при триизмерното сканиране на обемни обекти [Noev, Todorov, 14].

Анализиране на особеностите при различни технологии за триизмерно сканиране

Основната цел при триизмерното сканиране е получаване на цифров пространствен модел на сканирания обект, което означава, че не всички сканиращи устройства измерват цвета, текстурата, материала, твърдостта и др. на повърхността на сканирания обект. Контактните сканиращи устройства могат да определят относителната твърдост на повърхността. Устройствата, които използват камери за заснемане на отражението определят и цвета и текстурата на обекта, но използващите лазер технологии определят само разположението на точките от повърхността в пространството и допълнително се заснема текстурата на обекта.

В зависимост от използваната технология за триизмерно сканиране големината, както и разстоянието до обекта варират от сантиметри до километри. При използване на технологията „Време на отразяване (Time-of-flight)” се изчислява времето на пътуване на лазерния лъч до повърхността на обекта и обратно, като се следи скоростта на лъча през въздуха, което може да даде отклонение от точността, но позволява сканирането на големи обекти като сгради и земен релеф, отдалечени на километри. Технологиите за контактено сканиране и чрез метода за триангулация на отражението са много по точни в пространственото заснемане на повърхността (измерват разположението на всяка точка с точност части от милиметъра), но обектите трябва да са с големина и разположение в обсега на сканиращото устройство. Сканиращите устройства, използващи структурирана светлина заснемат частта която прожектират светлинните схеми и е на фокусно разстояние от камерата, но позволяват сглобяване на отделните заснемания в един образ, което примерно означава, че големината на обекта може да надхвърли големината на постановката за сканиране.

Точността при сканиране на обемни обекти се измерва в отклонението от реалното разположение в пространството на дадена точка от повърхността на сканирания обект спрямо другите точки. При технологиите за контактено сканиране и технологиите, използващи метода за триангулация на отражението точността е много висока (части от милиметъра). Докато при технологията „Време на отразяване“ (Time-of-flight) има по-голямо отклонение от точността поради измерването на времето за което лъча се отразява от повърхността на сканирания обект, както и влиянието на светло-проходимостта на въздуха.

Поради високата точност на контактните скенери и системите, използващи метода на триангулация на отражението, гъстотата на сканираните точки от повърхността на обекта е много голяма. Например за сканирано изображение от едната страна на обект с приблизителни размери 10 см. на 10 см. със системата DAVID SLS-1, използваща структурна светлина сканираните точки от повърхността са от порядъка на 50 000 до 150 000 бр. За контактните скенери гъстотата на сканираните точки зависи от чувствителността на обхождащото рамо.

Недостатъците и предизвикателствата пред различните видове технологии са:

- При контактните сканиращи устройства недостатък е контакта на устройството със сканирания обект, което може да доведе до деформации на обекта;
- При технологията „Време на отразяване“ (Time-of-flight) неточността, породена изчислението на времето на отразяване на лазерния лъч спрямо скоростта на лъча;
- При технологиите, отчитащи отразяване на светлина трябва да се отчете влиянието на околната светлина към обекта, което се неутрализира при работа в условията на светлинно контролирана обстановка. Също така трябва да се има предвид и отразяващите свойства на повърхността на сканирания обект. При сканиране на отразяващи повърхности, като метал, стъкло и други има трудности при улавяне на отражението на прожектираните схеми. Това предизвикателство може да се избегне с използването на спрей против отблясъци или прахово-пигментно покритие върху сканирания обект.

Апаратура на сканиращи системи

Системите, използващи триизмерно моделиране на двумерни изображения се използват предимно в медицинската област, като изграждат триизмерен модел от ехографски, рентгенови или ядрено-магнитни изображения и са скъпоструващи специализирани системи с тясно профилирани цели.

Тясно специализирана скъпоструваща апаратура са контактните сканиращи устройства, които са работи с подвижни обхождащи елементи.

Устройствата, използващи технологията „Време на отразяване (Time-of-flight)“ с лазерен лъч са предимно „усъвършенствани устройства за измерване на разстояние“ и предимно са използвани в строителството и геодезията и също са специализирана скъпоструваща апаратура.

Сканиращите системи, използващи технологията „Структурирана светлина“ се състоят от прожектор, камера и компютър, както и подходящи конектори, стойки и фонове постановки. Принципно като апаратура технологията не е скъпоструваща, но софтуерните приложения, необходими за процеса на сканиране и обработка са скъпоструващи.