

Идентификация и систематизация в решении проблемы сохранения цифрового культурного наследия

Н. В. Борисов¹, В. В. Захаркина¹, И. А. Мбого^{1,2}, Д. Е. Прокудин^{1,2}, П. П. Щербаков^{1,2}

¹ Санкт-Петербургский государственный университет,

² Университет ИТМО

nikborisov@gmail.com, zakharkina@gmail.com,

irina.mbogo@gmail.com, d.prokudin@spbu.ru,

paul.tscherbakov@gmail.com

Аннотация

С развитием информационного общества культурное наследие постепенно начинает переводиться в цифровую форму. Таким образом в некоторой степени решаются проблемы его сохранения и доступности. Однако, в этом случае оцифрованные объекты культурного наследия сами представляют цифровое наследие, проблему сохранения которого начали решать с начала XXI века как на международном, так и на национальных уровнях. Кроме этого, возникают различные цифровые объекты, не имеющие аналогов в реальном мире, которые также претендуют на статус цифрового наследия. Они существуют в различных форматах и, с развитием информационных технологий, могут становиться недоступными в связи с устареванием технологических решений, с прекращением поддержки определённых форматов данных и др., использованных при их создании. В такой динамичной ситуации остро встают проблемы не только сохранения, но, прежде всего, выявления объектов цифрового наследия. Актуальными становятся вопросы классификации, описания и систематизации выявленных объектов. Решение этих проблем, в дальнейшем, позволит организовать и проводить постоянную систематическую деятельность по сохранению цифрового наследия и обеспечению эффективного доступа к нему. В данном исследовании, на основе анализа мирового опыта, предлагаются подходы к выявлению, описанию и систематизации объектов цифрового наследия. Авторский коллектив уверен, что созданный в Санкт-Петербургском государственном университете «Центр по изучению, сохранению, реставрации и актуализации объектов культурного наследия» может, в инициативном порядке, заниматься теоретическими, методическими и практическими вопросами описания и сохранения цифрового наследия, стать центром притяжения в организации и поддержки этой деятельности в России.

Ключевые слова: цифровое наследие, сохранение, идентификация, систематизация, описание, метаданные, Dublin Core, DSpace

Библиографическая ссылка: Борисов Н. В., Захаркина В. В., Мбого И. А., Прокудин Д. Е., Щербаков П. П. Идентификация и систематизация в решении проблемы сохранения цифрового культурного наследия // Информационное общество: образование, наука, культура и технологии будущего. Выпуск 7 (Труды XXVI Международной объединённой научной конференции «Интернет и современное общество», IMS-2023, Санкт-Петербург, 26–28 июня 2023 г. Сборник научных статей). — СПб.: Университет ИТМО, 2024. С. 93–109. DOI: 10.17586/2587-8557-2024-7-93-109

1. Введение

Проблемы сохранения культурного наследия достаточно давно начали волновать человечество. Наиболее явно об этой проблематике начал говорить Николай Рерих в связи с военными катаклизмами первой половины XX века, что было отражено в Пакте Рериха [1]. Закономерным итогом осознания угрозы утери объектов культурного наследия стала институализация инициатив по его сохранению на международном уровне, что привело к принятию в 1954 г. Конвенции ООН и ЮНЕСКО, а также в протоколах к ней [2, 3].

С развитием цивилизации по технократическому пути сначала как общества постиндустриального (научно-технический прогресс, научно-техническая революция 50-80-х годов прошлого столетия), а затем — при переходе к информационному обществу, базирующемуся на всестороннем использовании информационно-коммуникационных технологий, стали развиваться цифровые методы и технологии обеспечения сохранения культурного наследия. Как основной подход начинает использоваться создание электронных (цифровых) копий объектов культурного наследия — оцифровываются печатные издания и старые фотографии, создаются трёхмерные цифровые изображения музейных экспонатов и т.п.

В коллаборациях историков, искусствоведов, археологов и специалистов информационных технологий рождаются цифровые модели и реконструкции объектов материального культурного наследия. При этом используется широкий спектр различных технологий:

- виртуальная и дополненная реальность (VR/AR);
- трёхмерное моделирование (3D-modeling);
- видео360 (video360);
- клиент-серверные технологии доступа к цифровому культурному наследию.

Зачастую создаются целые программно-аппаратные комплексы или информационные системы, обеспечивающие не только хранение созданных цифровых культурных объектов, но и доступ к ним по сети Интернет.

То есть, можно констатировать, что на сегодняшний день одним из основных методов сохранения культурного наследия является перевод его в цифровую форму. Такой подход позволяет не только сохранять объекты культурного наследия, но и увеличивает их доступность. Это происходит за счёт создания: цифровых коллекций произведений искусства и музейных экспонатов; виртуальных музеев и экскурсий; трёхмерных моделей. При этом создаются такие решения, которые обеспечивают доступность культурного наследия через сеть Интернет любым пользователем.

Однако, все эти бесчисленные ИТ-решения также подвержены различного рода угрозам. При этом такого рода цифровые объекты сами становятся объектами культурного наследия — цифрового наследия. Осознание этого привело к принятию на международном уровне в 2003 году Хартии о сохранении цифрового наследия [4]. Так, в статье 3 «Угроза утраты» отмечается, что к факторам, которые способствуют утрате цифрового наследия, «относятся устаревание оборудования и программ, обеспечивающих доступ к цифровым материалам, неопределённость в вопросах ресурсного обеспечения, ответственности и методик обеспечения сохранности и сохранения, отсутствие соответствующих законодательных актов».

2. Основные направления деятельности по обеспечению сохранения цифрового наследия

Сохранение цифрового наследия как на международном, так и на местном (национальном) уровне является комплексным видом деятельности, состоящим из различных процессов, которые обеспечивают различные участники и заинтересованные лица. Притом их деятельность должна быть организована и согласована, что позволит обеспечить непрерывность и устойчивость сохранения цифрового наследия. В соответствии

с Хартией о сохранении цифрового наследия можно выделить несколько основополагающих направлений деятельности в этой области:

Обеспечение преемственности цифрового наследия (статья 5). Сохранение цифрового наследия является процессом непрерывным и требует «принятия мер на протяжении всего «периода жизни» цифровой информации — от создания до получения доступа. Процесс долгосрочного сохранения цифрового наследия начинается с разработки надёжных систем и процедур, способных обеспечить аутентичное и устойчивое воспроизведение цифровых объектов».

Обеспечение преемственности цифрового наследия должно решать проблему повторного использования объектов цифрового наследия, то есть обеспечивать не только их доступность на уровне восприятия. Решение этой проблемы заключается не только в необходимости, наряду с сохранением визуальных цифровых объектов, созданных по технологиям компьютерной графики, компьютерной анимации, 3D, VR, AR и т.п., но и обеспечивать сохранение и доступ к исходным материалам (программный код, наборы данных, исходные файлы в соответствующих форматах) для возможности их повторного использования, модификации и адаптации к развивающимся технологиям. Данную проблему не решают технологии, основанные на резервном копировании, например, сайтов, так как это не позволяет, в случае утери, воспроизвести сайт, основанный на технологиях баз данных или на использовании технологий отображения различных мультимедийных объектов (например, видео360, панорамное фото с интерактивными элементами, 3D-объекты или объекты VR/AR). Другим немаловажным аспектом данной проблемы является динамичное развитие информационно-коммуникационных технологий, что ведёт к прекращению поддержки и развития устаревшего программного обеспечения и форматов представления цифровых данных. Например, как нами отмечалось ранее, современные браузеры не поддерживают воспроизведение видео и анимации в форматах SWF и FLV [5], которые использовались ранее в проектах по созданию цифрового культурного наследия.

Определение объектов цифрового наследия (статья 7). Действительно, тотальная цифровизация всех без исключения видов человеческой деятельности порождает бесчисленные цифровые объекты и информационные системы. И далеко не все из них представляют собой ценность на культурном уровне. Поэтому необходимо производить отбор тех объектов, которые подлежат сохранению как цифровое наследие. При всём многообразии цифровых форм представления «главными критериями при определении того, какие цифровые материалы следует сохранять, должны быть их значимость и их непреходящая культурная, научная, документально подтверждённая или иная ценность». При этом не должно быть необоснованных решений, касающихся отбора. Они должны приниматься «подотчётным образом и на основе определенных принципов, политики, процедур и стандартов».

ЮНЕСКО в вопросах сохранения цифрового наследия особое внимание уделяет тому, что эта деятельность должна быть организована на национальном уровне (статья 10). Это предполагает определение учреждений, «которые несут ответственность за координацию в вопросах сохранения цифрового наследия и необходимое ресурсное обеспечение. При определении задач и ответственности можно исходить из имеющегося распределения ролей и опыта». Организационная и координационная деятельность предполагает привлекать к сотрудничеству по вопросам сохранения цифрового наследия, наряду с национальными библиотеками, архивами, музеями и иными публичными организациями в области культурного наследия разработчиков аппаратного и программного обеспечения, создателей, издателей, производителей и распространителей цифровых материалов. И как одно из важных направлений выделяется подготовка «кадров и проведение научных исследований, обмен опытом и знаниями между заинтересованными учреждениями и профессиональными ассоциациями». Без чего, в принципе, невозможно на долгосрочной основе осуществлять сохранение не только существующего цифрового наследия, но и разрабатывать подходы и методы для сохранения новых форм цифрового наследия,

порождаемых перманентно развивающимися информационно-коммуникационными технологиями.

3. Выявление и идентификация объектов цифрового наследия

Одним из основополагающих видов деятельности в области сохранения цифрового наследия является определение объектов, которые следует учитывать в качестве цифрового наследия. Анализ состояния нормативной базы и научных публикаций позволяет констатировать, что в России сохранение цифрового наследия на государственном уровне не организовано. Так, на уровне государства не была ратифицирована «Хартия о сохранении цифрового наследия», принятая ЮНЕСКО ещё в 2003 году. В федеральном проекте «Цифровая культура», входящего в структуру национального проекта «Культура», паспорт которого утверждён президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24 декабря 2018 года № 16, реализуется в соответствии с указами Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» и от 21 июля 2020 года № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»), к направлению по сохранению культурного наследия в цифровой форме отнесены следующие задачи:

- оцифровка и включение в Национальную электронную библиотеку книжных памятников;
- оцифровка фильмовых материалов на цифровых носителях Госфильмофонда России.

Поэтому широкомасштабная деятельность в направлении выявления объектов цифрового наследия носит скорее инициативный характер. На общенациональном уровне целенаправленная работа по выявлению объектов цифрового наследия не ведётся.

Наиболее естественно эта задача может решаться в рамках деятельности библиотек и музеев, так как в их деятельность давно включена работа по оцифровке документов и изданий, которые учтены и каталогизированы. Деятельность по оцифровке печатных изданий проводится отечественными библиотеками уже более двух десятилетий. На отечественном уровне эта деятельность рассматривается в контексте мировых тенденций и европейских инициатив [6]. При этом руководство библиотек понимает необходимость сохранения культурного наследия в цифровой форме, и библиотеки на регулярной основе занимаются этой деятельностью [7, 8, 9]. Однако, отсутствие координации в этой области приводит к тому, что отсутствуют единые методики, стандарты и технологии. Так, например, подавляющее большинство библиотек за формат цифрового представления цифровых копий печатных материалов принимают PDF (например, Российская государственная библиотека, Российская национальная библиотека, Научная педагогическая библиотека им. К. Д. Ушинского и др.), но наряду с ним встречаются и другие форматы. Созданный и развиваемый Библиотекой Российской академии наук проект «Научное наследие России» (<http://www.e-heritage.ru>) призван решать задачу «сохранения научного наследия и создание условий его эффективного освоения», что «рассматривается как составная часть стратегии развития отечественной науки и, шире, развития отечественной культуры» [10]. Представленные в этой электронной библиотеке публикации оцифрованы в формате PNG, то есть каждая страница хранится в отдельном графическом файле. Это затрудняет повторное использование оцифрованных публикаций — необходимо сначала скачать каждую страницу, а затем преобразовать их в один документ формата PDF. Для поиска по тексту необходимо будет ещё и распознать его.

Музеи также занимаются оцифровкой своих экспонатов. На государственном уровне созданы, наполняются и доступны государственные каталоги национальных музейных фондов, которые аккумулируют информацию и фотографии музейных экспонатов государственных музеев [11, 12]. Также и сами музеи на своих сайтах предоставляют доступ к электронным каталогам своих коллекций, например, Государственный Эрмитаж

(<https://collections.hermitage.ru>) и Русский музей (<https://www.ruseum.ru/collections/>). Есть и примеры представления культурного наследия в цифровой форме как на мировом, так и региональном уровнях:

— Мировая цифровая библиотека, созданная совместно ЮНЕСКО и Библиотекой конгресса США (<http://www.wdl.org/ru>);

— Европейская цифровая библиотека, созданная и поддерживаемая на уровне Европейского союза (<http://europeana.eu>).

Как видно, музеи оцифровывают свои коллекции, а проекты и фонды разного уровня поддерживают агрегацию наиболее значимые объекты культурного наследия в цифровой форме. При этом, иногда, качество представленных цифровых копий оставляет желать лучшего - в основном это фотографии и зачастую в низком качестве или разрешении. Если для плоских объектов (таких как рукописные и печатные документы и издания, картины, ковры и т.п.) оцифрованное фото приемлемо, то для объёмных экспонатов такое представление не позволяет воспринять их во всей полноте.

Есть и другие подходы к оцифровке культурного наследия. С 2012 года в рамках Программы поддержки политики Европейской комиссии в области ИКТ был реализован пилотный проект 3D-ICONS (<http://3dicons-project.eu>). Он объединил партнёров со всей Европы, обладающих соответствующим опытом оцифровки архитектурных и археологических памятников и зданий в 3D. В ходе реализации проекта был создан полный цикл производства 3D-копий археологических памятников и исторических зданий. При этом были созданы 3D-модели с описанием как самих оцифрованных объектов, так и технологии создания этих моделей. Сами модели и их описания доступны через интерактивную карту (<http://3dicons.ceti.gr/index.php> [13, 14, 15]). Кроме этого, через агрегатор CARARE (<https://pro.carare.eu/en/>) эти цифровые объекты размещаются в европейской цифровой библиотеке Европеана (<http://europeana.eu>), что создаёт условия для их доступности [16, 17].

Вышесказанное относится ко вторичным объектам цифрового наследия, являющимися оцифрованными копиями реальных объектов. Совсем другая ситуация с первичным цифровым наследием, которое изначально создаётся в цифровой форме. Информация о нём не собирается, не аккумулируется и не систематизируется. Об этих объектах знают только разработчики, заказчики и пользователи. Зачастую цифровые объекты создаются в рамках исследований, исторических и иных реконструкций, деятельности отдельных энтузиастов и творческих коллективов. На основе собственного опыта и анализа цифрового информационного пространства можно перечислить следующие основные источники информации о цифровом наследии в России:

(1) Сведения о разработках по проектам Российского государственного научного фонда (РГНФ), который с 1994 по 2016 год поддерживал разработку программного обеспечения информационных систем для научных исследований в области гуманитарных наук, способствующих распространению гуманитарных научных знаний в обществе (тип конкурса «в»). Фонд в 2016 году был упразднён путём присоединения к Российскому фонду фундаментальных исследований (РФФИ) и данный тип конкурса перестал существовать. За годы реализации проектов по этому типу конкурса было создано большое число информационных систем, сайтов, 3D-моделей, виртуальных реконструкций, которые в полной мере можно считать цифровым наследием. Источниками информации об этих объектах являются сайты университетов и научных учреждений (в которых выполнялись проекты), отчёты учёных и исследователей — участников проектов, сайты проектов в сети Интернет (при условии их функционирования).

(2) Сведения об инициативных или заказных разработках с сайтов организаций культуры (музеев, библиотек, театров и т.п.).

(3) Сведения о проектах, созданных членами Российской ассоциации цифровых гуманитарных наук (<http://dhrussia.ru>).

(4) Сведения с официальных сайтов и порталов Министерства культуры, в том числе из базы открытых данных (<https://opendata.mkrf.ru>).

(5) Сайт Российского комитета Международного совета музеев (ИКОМ России, <https://icom-russia.com>). На сайте представлена информация о деятельности Совета по цифровому развитию музеев, который координирует взаимодействие членов ICOM в России, в том числе, по цифровым объектам культуры. Помимо этого, на сайте можно получить список российских музеев, которые являются членами Международного комитета по аудиовизуальным, новым мультимедийным технологиям и социальным медиа (International Committee for Audiovisual, New Technologies and Social Media, AVICOM). В настоящее время это 26 музеев, которые, в том числе участвуют в деятельности по применению мультимедийных технологий в сохранении культурного наследия.

(6) Сведения с сайтов разработчиков программного обеспечения и информационных систем, которые представляют собой цифровое наследие.

(7) Сведения из научных публикаций, отражающих разработки цифровых объектов. В электронной форме эти публикации доступны, например, в Научной электронной библиотеке (<https://elibrary.ru>).

(8) Информация из электронных научных журналов, публикующих мультимедийные материалы (например, электронный мультимедийный журнал «Культура и технологии», <http://cat.ifmo.ru/>).

(9) Сведения из материалов научных конференций, где докладывались результаты разработок в области культуры. Это могут быть, например, сайты конференций «Интернет и современное общество» (<https://ojs.itmo.ru/index.php/IMS>, <https://ojs.itmo.ru/index.php/ISESCTF>), Electronic Imaging & Visual Arts, EVA Saint-Petersburg (<http://evaspb.ifmo.ru>) и «Научный сервис в сети интернет» (<https://keldysh.ru/abrau/>).

(10) Результаты целевых исследований инфосферы цифровых гуманитарных наук, проводимых с целью разработки информационно-справочной системы по этой инфосфере [18; 19].

Конечно, динамичное развитие цифровых технологий постоянно порождает всё новые объекты, претендующие стать цифровым наследием. И не всегда оперативно информация о них находит своё отражение в общественном или научном дискурсе. Поэтому необходимо создание сайта с общедоступной веб-формой для заявительного сбора сведений о цифровых объектах от заинтересованных лиц.

Есть уже пример соответствующей инициативы для исходного программного кода открытого программного обеспечения. Одной из важных для сохранения цифрового наследия является инициатива Software Heritage (<https://www.softwareheritage.org>). Этот проект был запущен в 2016 году компанией Inria (Франция) и направлен на сбор, сохранение и обеспечение доступности исходного кода всего когда-либо написанного программного обеспечения. Основатели проекта исходят из того, что исходный код программного обеспечения является ценной частью человеческого наследия. Software Heritage — это открытая некоммерческая инициатива, миссия которой заключается в обеспечении того, чтобы этот драгоценный массив знаний сохранялся с течением времени и был доступен всем [20, 21]. Как отмечает основатель и руководитель проекта R. Di Cosmo, программное обеспечение и, в частности, исходный код должны быть заархивированы, снабжены ссылками и описаны для создания стабильного и долговечного корпуса научных знаний [22].

4. Описание и каталогизация объектов цифрового наследия

Выявление объектов цифрового наследия ставит следующую важную задачу - описание этих объектов и дальнейшая каталогизация этих описаний. С одной стороны, описание должно быть жёстко унифицированным, так как при создании каталога необходимо

ориентироваться на его электронное представление с возможностью поиска по определённым критериям. С другой — описание должно содержать сведения, отражающие всё разнообразие технологических решений и форматов данных, а иногда и уникальность объекта. Притом унификация должна обеспечить описание как вторичных, так и первичных объектов цифрового наследия. Очевидно, что за основу вторичных объектов (оцифрованных объектов культурного наследия) можно принять общепринятое описание музейного объекта Object ID, который разработан и принят с 1997 года в качестве стандарта описания объекта культуры [23, 24]. Подавляющее число музеев во всём мире используют его. В России также используется этот стандарт и, прежде всего, при описании музейных объектов в электронных каталогах. Этот стандарт описывает реальные объекты и только отчасти подходит для описания вторичных объектов цифрового наследия. Для этих объектов необходимо добавить следующую информацию:

- название цифрового объекта;
- описание цифрового объекта;
- программное обеспечение, использованное для создания цифрового объекта;
- описание технологий, использовавшихся при создании цифрового объекта;
- описание аппаратных и программных требований, необходимых для воспроизведения (использования) цифрового объекта;
- тип цифрового объекта;
- формат представления цифрового объекта;
- носитель цифрового объекта;
- ссылка на сайт в сети Интернет, где представлен этот объект (при необходимости);
- автор(ы) цифрового объекта;
- дата или период создания цифрового объекта;
- права на цифровой объект;
- место размещения цифрового объекта.

То есть описание содержит информацию как о реальном объекте, так и о его цифровом представлении.

Для описания объектов первичного цифрового наследия достаточно основных полей Object ID, которые интерпретируют его цифровую природу:

- Type of object — тип цифрового объекта (например, 3D-модель, графическое изображение);
- Materials and techniques — программное обеспечение, использованное для создания цифрового объекта (например, Adobe Illustrator CS 6);
- Measurement — формат представления цифрового объекта (например, JPG, PLY, FLV);
- Inscriptions and markings — описание технологий, использовавшихся при создании цифрового объекта (например, объектно-ориентированное программирование или технологии баз данных);
- Distinguishing features — описание аппаратных и программных требований, необходимых для воспроизведения (использования) цифрового объекта (например, минимальные требования к персональному компьютеру, набор программного обеспечения);
- Title — название цифрового объекта;
- Subject — описание цифрового объекта;
- Date or period — дата или период создания цифрового объекта;
- Maker — автор(ы) цифрового объекта.

Можно предложить и иную интерпретация стандарта Object ID. Как видно, всё равно необходимо к этому добавить специфические поля, которые необходимы для однозначного описания цифрового объекта. Например, необходимо ввести поле, в котором содержится информация о классе цифровых объектов — первичным или вторичным цифровым наследием они являются. Если такой объект связан с реальным объектом культурного

наследия (существующим или утерянным), то необходимо дать описание такого объекта для того, чтобы поместить его в культурно-исторический контекст.

Другой важной задачей является возможность использования описания выявленных объектов цифрового наследия. Наиболее эффективно можно использовать такую информацию, если она представлена в машиночитаемой форме. То есть предлагается создать соответствующий электронный каталог (базу данных) с доступом к нему по сети Интернет через соответствующий веб-интерфейс. Тогда характеристики расширенной модели Object ID будут представлять собой поля базы данных. Также такой каталог должен обладать классификатором (например, по типам объектов или по форматам их представления) и поисковой машиной по полям описания для быстрого отбора описаний цифровых объектов по определённым параметрам.

Для обеспечения возможности поиска, интероперабельности, установления происхождения, управления правами и повторного использования цифровых объектов разрабатываются и применяются стандарты метаданных, в том числе и встроенных в сами цифровые объекты [25]. В настоящее время для описания произведений искусства и архитектуры используются различные стандарты метаданных, классификаторы и контролируемые словари [26]. Наиболее распространёнными для описания цифровых объектов культуры являются стандарты Dublin Core, VRA, MODS, CDWA, IPTC, LIDO [27, 28]. Есть и специфические схемы метаданных. Так, например, в сервисе агрегирования в цифровую европейскую энциклопедию Europeana археологического и архитектурного цифрового наследия (включая изображения, тексты и 3D-объекты) разработана и используется схема метаданных CARARE [29]. Её разработчиками особое внимание уделяется решениям для публикации 3D-моделей и виртуальной реальности.

Для структурированного представления описания цифрового объекта предлагается использовать схему метаданных Дублинского ядра (Dublin Core Metadata Element Set, DCMES) [30]. Это стандарт общего назначения, который активно используется библиотеками для описания коллекций изображений. С начала 2000-х годов стандарт метаданных Dublin Core начал использоваться в музейной практике. Dublin Core используется для описания объектов при создании виртуальных музеев [31]. Схема метаданных достаточно давно адаптирована для описания произведений живописи [32] и внедрена в электронные каталоги различных музеев по всему миру. Соответственно, она используется для описания цифровых изображений не только картин, но и любых музейных экспонатов, представляющих собой трёхмерные объекты. При этом также создаются не только цифровые изображения этих объектов, но и их 3D-модели, для которых также разрабатываются схемы метаданных, что позволяет обеспечивать доступ к самим 3D-моделям [33, 34]. Набор метаданных является расширяемым [35], в связи с чем его можно применять для описания разнообразных цифровых объектов как вторичного, так и первичного цифрового наследия. Это достигается за счёт использования квалификаторов, которые составляют второй уровень метаданных и уточняют значения элементов [36, 37]. Предлагаются разработки, в которых используется расширенный набор метаданных XDC-SC (Extended Dublin Core for Software Components) схемы Dublin Core для описания программного обеспечения, обеспечивающий извлечение информации стандартными средствами поисковых систем или инструментами работы с XML [38].

В целом, использование стандарта описания метаданных Dublin Core позволяет создать каталог, обеспечивающий автоматизированный обмен метаданными с другими информационными системами, содержащими информацию о цифровом наследии, на основе протокола обмена метаданными OAI-PMH [39]. Такое объединение позволит как агрегировать в каталоге метаданные о цифровом наследии из других каталогов и коллекций, так и предоставлять метаданные внешним системам. Для внешних систем, не поддерживающих стандарт Dublin Core, возможно использовать для обмена данными формат XML [40; 41] и соответствующие модули экспорта-импорта. Также за основу обмена метаданными между различными информационными системами может быть

положена Концептуальная эталонная модель CIDOC (CIDOC Conceptual Reference Model, CIDOC CRM), которая разработана и развивается рабочей группой по стандартизации документации комитета Международного комитета документации (International Committee for Documentation, CIDOC) Международного совета музеев (International Council of Museums, ICOM). Это расширяемая семантическая модель-посредник, являющаяся средством для объединения разнородной информации по культурному наследию, публикуемой музеями, архивами и библиотеками [42]. Уже разработаны карты соответствия схемы этой модели и различных стандартов и схем представления метаданных [43]. Такой подход нацелен на создание единого информационного пространства («экосистемы») цифрового наследия.

5. Веб-сайт как объект цифрового наследия: проблемы описания

Инициативы последних лет, направленные на сохранение программного кода как элемента культурного наследия, серьёзны и интересны. Однако, мы сужаем область рассмотрения до тех программных решений, которые обеспечивают функционирование ресурсов в формате веб-сайтов. Таким образом, встают вопросы сохранения не только клиентского, но и серверного программного кода, а также структур данных и соответствующей серверной инфраструктуры.

Не претендуя на глобальные постановки проблем и предложение соответствующих решений, выделим для дальнейшего рассмотрения вопросы описания элементов цифрового культурного наследия, которые были опубликованы в формате веб-сайтов. Отметим, что описанию и, следовательно, сохранению подлежат как сайты в целом (хотя бы на уровне возможности отобразить их исторический вид), так и их контент (в частности, мультимедийный) [5]. Отдельный вопрос состоит в сохранении программного кода и соответствующей серверной инфраструктуры, обеспечивающей работоспособность ресурса.

В рамках решения задачи описания объектов цифрового наследия наиболее сложным и противоречивым представляется описание именно веб-сайта. Сложность описания состоит в том, что, как правило, сайт необходимо рассматривать с точки зрения полного самостоятельного решения, которое включает в себя:

- аппаратное обеспечение: сервер с минимальными техническими требованиями, а зачастую - сетевое дисковое хранилище, где хранятся базы данных и «тяжёлый» мультимедийный контент;
- операционная система, установленная на сервере;
- основное программное обеспечение (веб-сервер, СУБД, система управления контентом (CMS));
- вспомогательное программное обеспечение, необходимое для отображения того или иного специфического контента (например, мультимедийный плеер для воспроизведения видео, аудио и другого мультимедийного контента);
- контент, включающий в себя как гипертекст, так и различные мультимедийные объекты (например, видео360, 3D-модели, объекты VR и пр.).

При этом возникает противоречие — описывать ли подобный сайт как некий программно-аппаратный комплекс в целом или описывать его с точки зрения содержания — приводить описания всех его отдельных содержательных элементов, которые сами могут восприниматься как объекты цифрового наследия. Видимо наиболее приемлемым вариантом будет модель описания «часть — целое», когда описывается как сам программно-аппаратный комплекс, так и каждый его содержательный элемент с признаками принадлежности к этому сайту.

6. Обсуждение и выводы

Инициатива Software Heritage направлена только на сохранение части цифрового наследия — программного обеспечения и, притом, на уровне исходного кода. В рамках реализации проекта Software Heritage создана соответствующая инфраструктура, позволяющая архивировать информацию об исходном коде программного обеспечения (<https://archive.softwareheritage.org>). Наполнение базы данных осуществляется на заявительной основе, то есть через заполнение экранной формы на сайте. Положительным является обеспечение модерации поданных заявок. Однако, возможности пополнения архива ограничены только открытым исходным кодом, который размещается в распределённых системах управления версиями (Git, Mercurial, Subversion, CVS, Bazaar). Исходный код размещается в них по открытым лицензиям, поэтому не возникает проблем как с доступом к нему, так и при его повторном использовании. Не архивируется коммерческое, а также свободно распространяемое программное обеспечение, которое доступно в скомпилированном виде (исполняемый код). Другой проблемой этого решения является как отсутствие классификатора, так и расширенного поиска по полям базы данных. Это затрудняет поиск в архиве и, в целом, не позволяет эффективно осуществлять повторное использование кода.

Поэтому предлагаемый нами подход к созданию электронного каталога цифрового наследия на основе разработки классификатора и обладающего возможностью поиска по полям базы данных представляется более эффективным в использовании. Из проекта Software Heritage можно позаимствовать процедуру модерации поданных заявок, так как поданные сведения должны проходить верификацию и только после этого должно приниматься решение о размещении информации в электронном каталоге.

Мы уверены, что для описания объектов цифрового наследия в каталоге нет необходимости разрабатывать собственную схему метаданных, как предлагают некоторые исследователи [44; 45], а за основу взять схему метаданных Dublin Core, так как она достаточно широко используется как для описания различных коллекций, так и цифровых объектов в области культурного наследия. При этом схема является расширяемой, а для совместимости с другими стандартами метаданных разработаны таблицы соответствий элементов, например [27].

В качестве технологического решения для создания каталога мы предлагаем использовать свободно распространяемое программное обеспечение DSpace (<https://dspace.lyrasis.org>). Это одно из самых популярных решений для создания институциональных архивов открытого доступа. Так, например, по данным открытого каталога Registry of Open Access Repositories (http://roar.eprints.org/cgi/roar_search/advanced?software=dspace&type=institutional) на этом ПО работают 1930 зарегистрированных в каталоге институциональных архивов по всему миру, что составляет 49% от всех зарегистрированных в каталоге институциональных архивов. Кроме этого, как отмечают исследователи, в DSpace можно гибко настраивать реализацию схемы метаданных Dublin Core для создания цифровой системы архивирования музейных и культурных ресурсов [29]. При помощи этого решения производится интеграция информации о различных объектах, например музейной коллекции с архивными и библиотечными фондами [40]. Также в DSpace возможно интегрировать и другие схемы метаданных [29].

7. Заключение

Проблемы выявления объектов культурного наследия в России связаны с отсутствием как нормативной базы на государственном уровне, так и координации этой деятельности между отдельными инициативными группами, которые представляют собой в основном библиотеки и музеи. Созданный в Санкт-Петербургском государственном университете Центр по изучению, сохранению, реставрации и актуализации объектов культурного наследия согласно Положению, в том числе, занимается деятельностью по выявлению, изучению, сохранению объектов культурного наследия, создаваемых с использованием

информационных технологий. Поэтому он может организовать деятельность по выявлению, систематизации и классификации цифрового наследия, созданного в нашей стране. Для каталогизации цифрового наследия возможно использовать существующий архив открытого доступа СПбГУ (<https://dspace.spbu.ru>), который реализован на ПО DSpace. Дальнейшая деятельность будет направлена на разработку классификатора и схемы метаданных для описания объектов цифрового наследия и интеграцию этих решений в открытый архив СПбГУ.

Отдельной задачей деятельности по сохранению цифрового наследия видится разработка проекта по описанию веб-сайтов как объектов цифрового наследия, нацеленного на возможность повторного использования в условиях постоянного технологического развития и связанных с ним проблем устаревания технологий.

Литература

- [1] Пакт Рериха // Международный Центр Рерихов. URL: <http://www.icr.su/rus/evolution/pact/> (дата обращения: 01.04.2023).
- [2] Конвенция о защите культурных ценностей в случае вооруженного конфликта // Организация объединённых наций. Конвенции и соглашения. URL: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/pdf/hague54.pdf (дата обращения: 01.04.2023).
- [3] Второй протокол к Гаагской Конвенции о защите культурных ценностей в случае Вооруженного Конфликта 1954 года, Гаага, 26 марта 1999 года // Организация объединённых наций. Конвенции и соглашения. URL: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/pdf/2nd_prot_cultural.pdf (дата обращения: 01.04.2023).
- [4] Хартия о сохранении цифрового наследия (2003) // ООН. Конвенции и соглашения. URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/digital_heritage_charter.shtml (дата обращения: 01.04.2023)
- [5] Борисов Н. В., Захаркина В. В., Мбого И. А., Прокудин Д. Е., Щербаков П. П. Проблемное поле сохранения цифрового культурного наследия // Информационное общество: образование, наука, культура и технологии будущего. 2022. № 6. С. 9-26. DOI: 10.17586/2587-8557-2022-6-09-26.
- [6] Непомнящий К. Л., Городищева А. Н. Стандарты цифрового аудиовизуального архивирования культурного наследия // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2012. Т. 2, № 8. С. 311-312.
- [7] Воробьева Н. В. Оцифровка региональных книжных памятников как возможность представить образ территории в мировом информационном пространстве (на примере Алтайской краевой универсальной научной библиотеки им. В. Я. Шишкова) // Книжные памятники в цифровой среде: Сборник научных трудов, Санкт-Петербург, 06–09 мая 2020 года / Научный редактор Е. Д. Жабко. Санкт-Петербург: Президентская библиотека имени Б. Н. Ельцина, 2020. С. 52-61.
- [8] Костицина А. В., Шпакова М. В. Опыт оцифровки книжных памятников Пермской государственной краевой универсальной библиотеки им. А. М. Горького в рамках федерального проекта «Цифровая культура» // Библиотека и культурное пространство региона: материалы Всероссийской научно-практической конференции (Пермь, 11–12 ноября 2021 г.) / Министерство культуры Российской Федерации; Пермский государственный институт культуры; Центр непрерывного образования и повышения квалификации творческих и управленческих кадров в сфере культуры; ответственный редактор Вафина Е. М.; редакционная коллегия: Чуприн К. П., Шепелева С. В. Пермь, 2021. 324 с. С. 218-223.
- [9] Лихоманов А. В. Реализация проекта «Оцифровка книжных памятников» в Российской национальной библиотеке в 2019 г. // Книжные памятники в цифровой среде: Сборник научных трудов, Санкт-Петербург, 06–09 мая 2020 года / Научный редактор Е. Д. Жабко. Санкт-Петербург: Президентская библиотека имени Б. Н. Ельцина, 2020. С. 136-140.

- [10] О проекте // ЭБ Научное наследие России. URL: <http://www.e-heritage.ru/Catalog/About> (дата обращения: 04.04.2023).
- [11] Государственный каталог Музейного фонда Российской Федерации. URL: <https://goskatalog.ru/portal> (дата обращения: 04.04.2023).
- [12] Государственный каталог Музейного фонда Республики Беларусь. URL: <https://www.dkmf.by> (дата обращения: 04.04.2023).
- [13] Guidi G., Gonizzi Barsanti S., Loredana Micoli L., Russo M. Massive 3D Digitization of Museum Contents // *Built Heritage: Monitoring Conservation Management Research for Development* / Toniolo, L., Boriani M., Guidi G. (eds). 2014. P. 335-346. DOI:10.1007/978-3-319-08533-3_28.
- [14] Gonizzi Barsanti, S., Guidi G. 3D Digitization of Museum Content within the 3d-icons Project // *ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.* 2013. Vol. II-5/W1. P. 151–156. DOI: 10.5194/isprsannals-II-5-W1-151-2013.
- [15] Corns A., Deevy A., Devlin G., Kennedy L., Shaw R. 3D-ICONS: Digitizing Cultural Heritage Structures // *New Review of Information Networking*. 2015. Vol. 20. Iss. 1-2. P. 59-65. DOI: 10.1080/13614576.2015.1115232.
- [16] Papatheodorou C., Dallas C., Ertmann-Christiansen C., Fernie K., Gavrilis D., Masci M.E., Constantopoulos P., Angelis S. A New Architecture and Approach to Asset Representation for Europeana Aggregation: The CARARE Way // *Metadata and Semantic Research. MTSR 2011* / García-Barriocanal E., Cebeci Z., Okur M.C., Öztürk A. (eds). Springer, Berlin, Heidelberg. Communications in Computer and Information Science. 2011. Vol. 240. P. 412-423. DOI: 10.1007/978-3-642-24731-6_41.
- [17] D'Andrea A., Fernie K. CARARE 2.0: A metadata schema for 3D cultural objects // 2013 Digital Heritage International Congress (DigitalHeritage). Marseille, France. 2013. P. 137-143. DOI: 10.1109/DigitalHeritage.2013.6744745.
- [18] Антопольский А. Б. Границы и содержание инфосферы цифровой гуманитаристики // *Информационное общество: образование, наука, культура и технологии будущего*. 2022. № 6. С. 62-70. DOI: 10.17586/2587-8557-2022-6-62-70.
- [19] Антопольский А. Б., Володин А.Ю. Справочно-информационная система по цифровой гуманитаристике: опыт описания интернет-ресурсов российских архивов // *Историческая информатика*. 2022. № 2 (40). С. 50-66. DOI: 10.7256/2585-7797.2022.2.38236.
- [20] Di Cosmo R., Zacchiroli S. Software Heritage: Why and How to Preserve Software Source Code // *iPRES 2017 - 14th International Conference on Digital Preservation*, Sep 2017, Kyoto, Japan. 2017. P. 1-10. URL: <https://hal.science/hal-01590958> (дата обращения: 04.04.2023).
- [21] Di Cosmo R. Software Heritage: Why and How We Collect, Preserve and Share All the Software Source Code // *2018 IEEE/ACM 40th International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Society (ICSE-SEIS)*. Gothenburg, Sweden. 2018. P. 2. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8445152> (дата обращения: 04.04.2023).
- [22] Di Cosmo R. Archiving and Referencing Source Code with Software Heritage // *Mathematical Software — ICMS 2020. ICMS 2020* / Bigatti A., Carette J., Davenport J., Joswig M., de Wolff T. (eds). Springer, Cham. Lecture Notes in Computer Science. 2020. Vol. 12097. P. 362-373. DOI: 10.1007/978-3-030-52200-1_36.
- [23] Object ID // ICOM. <https://icom.museum/en/resources/standards-guidelines/objectid/> (дата обращения: 04.04.2023).
- [24] Yasaitis K.E. Object ID: A Model of Global Collaboration // *Journal of Museum Management and Curatorship*. 2005. Vol. 20. No. 1. P. 21-39. DOI: 10.1080/09647770500402001.
- [25] Christensen S., Dunlop D. The case for implementing core descriptive embedded metadata at the Smithsonian // *Proceedings of the 2010 International Conference on Dublin Core and Metadata Applications (DCMI '10)*. Dublin Core Metadata Initiative. 2010. P. 80–87. DOI: 10.5555/1891793.1891804.

- [26] Baca M. Practical Issues in Applying Metadata Schemas and Controlled Vocabularies to Cultural Heritage Information // *Cataloging & Classification Quarterly*. 2003. Vol. 36. No. 3-4. P. 47-55. DOI: 10.1300/J104v36n03_05.
- [27] Saleh E. I. Image embedded metadata in cultural heritage digital collections on the web: An analytical study // *Library Hi Tech*. 2018. Vol. 36. No. 2. P. 339-357. DPO: 10.1108/LHT-03-2017-0053.
- [28] Miller S. J. *Metadata for digital collections*. Second edition. Chicago: ALA Neal-Schuman, 2022.
- [29] Mukherjee S., Das R. Integration of Domain-Specific Metadata Schema for Cultural Heritage Resources to DSpace: A Prototype Design // *Journal of Library Metadata*. 2020. Vol. 20. No. 2-3. P. 155-178, DOI: 10.1080/19386389.2020.1834093.
- [30] ГОСТ Р ИСО 15836-2011 Информация и документация. Набор элементов метаданных Dublin Core [Электронный ресурс] // Национальный стандарт Российской Федерации. Москва: Стандартинформ. 2014. URL: https://standartgost.ru/g/ГОСТ_Р_ИСО_15836-2011 (дата обращения: 04.04.2023).
- [31] Neville L., Lissonnet S. Dublin core and museum information: metadata as cultural heritage data // *International Journal of Metadata, Semantics and Ontologies*. 2006. Vol. 1. No. 3. P. 198-206. DOI: 10.1504/IJMSO.2006.012344.
- [32] Zavalin V., Zavalina O.L. Exploration of Accuracy, Completeness and Consistency in Metadata for Physical Objects in Museum Collections. // *Information for a Better World: Normality, Virtuality, Physicality, Inclusivity*. iConference 2023. Lecture Notes in Computer Science. 2023. Vol. 13972. Springer, Cham P. 83-90. DOI: 10.1007/978-3-031-28032-0_7.
- [33] Mi X., Pollock B.M. Metadata Schema to Facilitate Linked Data for 3D Digital Models of Cultural Heritage Collections: A University of South Florida Libraries Case Study // *Cataloging & Classification Quarterly*. 2018. Vol. 56. No. 2-3. P. 273-286. DOI: 10.1080/01639374.2017.1388894.
- [34] Homburg T., Cramer A., Raddatz L., Mara H. Metadata schema and ontology for capturing and processing of 3D cultural heritage objects. *Herit Sci*. 2021. No. 9. 91. DOI: 10.1186/s40494-021-00561-w.
- [35] Wan J., Zhou Y., Chen G., Yi J. Designing a Multi-level Metadata Standard based on Dublin Core for Museum Data // *International Conference on Dublin Core and Metadata Applications*. 2014. P. 31–36. URL: <https://dcpapers.dublincore.org/pubs/article/view/3712> (дата обращения: 04.04.2023).
- [36] Квалификаторы Dublin Core (Дублинского ядра) // RUSMARC, российская версия UNIMARC. Российская национальная библиотека. <http://www.rusmarc.info/soft/dcq.html> (дата обращения: 10.04.2023).
- [37] DCMi Qualifiers // Dublin Core Metadata Initiative. <https://www.dublincore.org/specifications/dublin-core/dcmes-qualifiers/> (дата обращения: 10.04.2023).
- [38] González R., Van Der Meer K. Standard Metadata Applied to Software Retrieval // *Journal of Information Science*. 2004. Vol. 30 (4). P. 300–309. DOI: 10.1177/0165551504045850.
- [39] Jackson A. S., Han M.-J., Groetsch K., Mustafoff M., Cole T.W. Dublin Core Metadata Harvested Through OAI-PMH // *Journal of Library Metadata*. 2008. Vol. 8. No. 1. P. 5-21. DOI: 10.1300/J517v08n01_02.
- [40] Barroso I., Hartmann N., Ribeiro C. Metadata Crosswalk for a Museum Collection in a Thematic Digital Library, *Journal of Library Metadata*. 2015. Vol. 15. No. 1. P. 36-49. DOI: 10.1080/19386389.2015.1011025.
- [41] Andresen L. Dublin Core as a tool for interoperability: Common presentation of data from archives, libraries and museums // *International Conference on Dublin Core and Metadata Applications*. DCMi Proceedings. 2006. URL: <https://dcpapers.dublincore.org/pubs/article/view/844> (дата обращения: 04.04.2023).

- [42]CIDOC-CRM (CIDOC Conceptual Reference Model) // Президентская библиотека им. Б. Н. Ельцина. Стандарты метаданных в области культурного наследия. URL: https://www.prilib.ru/cidoc_crm (дата обращения: 10.04.2023).
- [43]Reports about mappings // CIDOC-CRM. URL: https://cidoc-crm.org/report_mappings_res (дата обращения: 10.04.2023).
- [44]Giannoulakis S., Tsapatsoulis N., Grammalidis N. Metadata for Intangible Cultural Heritage - The Case of Folk Dances // Proceedings of the 13th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications (VISAPP 2018). 2018. P. 634-645. DOI: 10.5220/0006760906340645.
- [45]Wijesundara C., Sugimoto S. Metadata model for organizing digital archives of tangible and intangible cultural heritage, and linking cultural heritage information in digital space // LIBRES. 2018. No. 28(2). P. 58-80. DOI: 10.32655/LIBRES.2018.2.2.

Identification and Systematization in Solving the Problem of Preserving Digital Cultural Heritage

N. V. Borisov¹, V. V. Zakharkina¹, I. A. Mbogo^{1,2}, D. E. Prokudin^{1,2}, P. P. Tsherbakov^{1,2}

¹ Saint-Petersburg State University, ² ITMO University

With the development of the information society, cultural heritage is gradually beginning to be translated into digital form. Thus, to some extent, the problems of its preservation and accessibility are solved. However, in this case, digitized cultural heritage objects themselves represent digital heritage, the problem of preserving which has been solved since the beginning of the XXI century both at the international and national levels. In addition, there are various digital objects that have no analogues in the real world. They also claim the status of digital heritage. They exist in various formats and, with the development of information technology, may become unavailable due to the obsolescence of technological solutions, with the termination of support for certain data formats, etc., used in their creation. In such a dynamic situation, the problems of not only preservation, but, above all, the identification of objects of digital heritage are acute. The issues of classification, description and systematization of identified objects become relevant. The solution of these problems, in the future, will allow organizing and carrying out continuous systematic activities to preserve the digital heritage and ensure effective access to it. This study, based on the analysis of world experience, suggests approaches to the identification, description and systematization of digital heritage objects. The team of authors is confident that the Center for the Study, Preservation, Restoration and Actualization of Cultural Heritage Objects created at St. Petersburg State University can, on an initiative basis, deal with theoretical, methodological and practical issues of describing and preserving digital heritage, become a center of attraction in organizing and supporting this activity in Russia.

Keywords: digital heritage, preservation, identification, systematization, description, metadata, Dublin Core, DSpace

Reference for citation: Borisov N. V., Zakharkina V. V., Mbogo I. A., Prokudin D. E., Tsherbakov P. P. Identification and Systematization in Solving the Problem of Preserving Digital Cultural Heritage // Information Society: Education, Science, Culture and Technology of Future. Vol. 7 (Proceedings of the XXVI International Joint Scientific Conference «Internet and Modern Society», IMS-2023, St. Petersburg, June 26–28, 2023). — St. Petersburg: ITMO University, 2024. P. 93–109. DOI: 10.17586/2587-8557-2024-7-93-109

Reference

- [1] The Roerich Pact // The International Center of the Roerichs. URL: <http://www.icr.su/rus/evolution/pact/> (accessed date: 01.04.2023). (In Russian).
- [2] Hague Convention for the Protection of Cultural Property in the Event of Armed Conflict // UN. Conventions and Agreements. URL: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/pdf/hague54.pdf (accessed date: 01.04.2023). (In Russian).
- [3] Second Protocol for Hague Convention for the Protection of Cultural Property in the Event of Armed Conflict 1954, Hague, march, 26, 1999 // UN. Conventions and Agreements. URL: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/pdf/2nd_prot_cultural.pdf (accessed date: 01.04.2023). (In Russian).
- [4] Charter on the Preservation of Digital Heritage // UN. Conventions and Agreements. URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/digital_heritage_charter.shtml (accessed date: 01.04.2023). (In Russian).
- [5] Borisov N.V., Zakharkina V.V., Mbogo I.A., Prokudin D.E., Tsherbakov P.P. Problems of digital cultural heritage preservation // Information Society: Education, Science, Culture and Technology of Future. Vol. 6. P. 9-26. DOI: 10.17586/2587-8557-2022-6-09-26. (In Russian)
- [6] Nepomnyashchiy K.L., Gorodishcheva A.N. Standarty tsifrovogo audiovizual'nogo arkhivirovaniya kul'turnogo naslediya // Aktual'nye problemy aviatsii i kosmonavтики. 2012. Vol. 2, No. 8. P. 311-312. (In Russian).
- [7] Vorobyova N.V. Regional historical book digitalization as a way of representing the territory in the global information space (Altai Regional Universal Scientific Library named after v. Ya. Shishkov case study) // Book monuments in the digital environment: Collection of research works / Scientific editor E. D. Zhabko. Issue 10. St. Petersburg: The Presidential Library, 2020. P. 52-61. (In Russian).
- [8] Kostitsina A.V., Shpakova M.V. Experience in the digitization of book-monuments of Perm state regional universal library named after A. M. Gorky within the federal project «Digital Culture» // Biblioteka i kul'turnoe prostranstvo regiona: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Perm', 11–12 noyabrya 2021 g.) / Ministerstvo kul'tury Rossiyskoy Federatsii; Permskiy gosudarstvennyy institut kul'tury; Tsentr nepreryvnogo obrazovaniya i povysheniya kvalifikatsii tvorcheskikh i upravlencheskikh kadrov v sfere kul'tury; otvetstvennyy redaktor Vafina E. M.; redaktsionnaya kollegiya: Chuprin K. P., Shepeleva S. V. Perm', 2021. P. 218-223. (In Russian).
- [9] Likhomanov A.V. Implementation of the “Digitization of book monuments” project in the Russian National Library in 2019 // Book monuments in the digital environment: Collection of research works / Scientific editor E. D. Zhabko. Issue 10. St. Petersburg: The Presidential Library, 2020. P. 136-140. (In Russian).
- [10] About the Project // Digital Library "Scientific Heritage of Russia". URL: <http://www.e-heritage.ru/Catalog/About> (accessed date: 04.04.2023). (In Russian).
- [11] Gosudarstvennyy katalog Muzeynogo fonda Rossiyskoy Federatsii. URL: <https://goskatalog.ru/portal> (accessed date: 04.04.2023). (In Russian).
- [12] Gosudarstvennyy katalog Muzeynogo fonda Respubliki Belarus'. URL: <https://www.dkmf.by> (accessed date: 04.04.2023). (In Russian).
- [13] Guidi G., Gonizzi Barsanti S., Loredana Micoli L., Russo M. Massive 3D Digitization of Museum Contents // Built Heritage: Monitoring Conservation Management Research for Development / Toniolo, L., Boriani M., Guidi G. (eds). 2014. P. 335-346. DOI:10.1007/978-3-319-08533-3_28.
- [14] Gonizzi Barsanti, S., Guidi G. 3D Digitization of Museum Content within the 3d-icons Project // ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. 2013. Vol. II-5/W1. P. 151–156. DOI: 10.5194/isprsannals-II-5-W1-151-2013.

- [15]Corns A., Deevy A., Devlin G., Kennedy L., Shaw R. 3D-ICONS: Digitizing Cultural Heritage Structures // *New Review of Information Networking*. 2015. Vol. 20. Iss. 1-2. P. 59-65. DOI: 10.1080/13614576.2015.1115232.
- [16]Papatheodorou C., Dallas C., Ertmann-Christiansen C., Fernie K., Gavriliu D., Masci M.E., Constantopoulos P., Angelis S. A New Architecture and Approach to Asset Representation for Europeana Aggregation: The CARARE Way // *Metadata and Semantic Research. MTSR 2011* / García-Barriocanal E., Cebeci Z., Okur M.C., Öztürk A. (eds). Springer, Berlin, Heidelberg. *Communications in Computer and Information Science*. 2011. Vol 240. P. 412-423. DOI: 10.1007/978-3-642-24731-6_41.
- [17]D'Andrea A., Fernie K. CARARE 2.0: A metadata schema for 3D cultural objects // 2013 Digital Heritage International Congress (DigitalHeritage). Marseille, France. 2013. P. 137-143. DOI: 10.1109/DigitalHeritage.2013.6744745.
- [18]Antopolskii A. B. The Boundaries and Content of the Digital Humanities Infosphere // *Information Society: Education, Science, Culture and Technology of Future*. 2022. Vol. 6. P. 62-70. DOI: 10.17586/2587-8557-2022-6-62-70. (In Russian).
- [19]Antopolskii A. B., Volodin A. U. Information System on Digital Humanities: an experiment of describing the Internet resources of Russian archives // *Historical informatics*. 2022. No. 2(40). C. 50-66. DOI: 10.7256/2585-7797.2022.2.38236. (In Russian).
- [20]Di Cosmo R., Zacchiroli S. Software Heritage: Why and How to Preserve Software Source Code // *iPRES 2017 - 14th International Conference on Digital Preservation*, Sep 2017, Kyoto, Japan. 2017. P. 1-10. URL: <https://hal.science/hal-01590958> (accessed date: 04.04.2023).
- [21]Di Cosmo R. Software Heritage: Why and How We Collect, Preserve and Share All the Software Source Code // 2018 IEEE/ACM 40th International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Society (ICSE-SEIS). Gothenburg, Sweden. 2018. P. 2. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8445152> (accessed date: 04.04.2023).
- [22]Di Cosmo R. Archiving and Referencing Source Code with Software Heritage // *Mathematical Software – ICMS 2020. ICMS 2020* / Bigatti A., Carette J., Davenport J., Joswig M., de Wolff T. (eds). Springer, Cham. *Lecture Notes in Computer Science*. 2020. Vol 12097. P. 362-373. DOI: 10.1007/978-3-030-52200-1_36.
- [23]Object ID // ICOM. <https://icom.museum/en/resources/standards-guidelines/objectid/> (accessed date: 04.04.2023).
- [24]Yasaitis K.E. Object ID: A Model of Global Collaboration // *Journal of Museum Management and Curatorship*. 2005. Vol. 20. No. 1. P. 21-39. DOI: 10.1080/09647770500402001.
- [25]Christensen S., Dunlop D. The case for implementing core descriptive embedded metadata at the Smithsonian // *Proceedings of the 2010 International Conference on Dublin Core and Metadata Applications (DCMI '10)*. Dublin Core Metadata Initiative. 2010. P. 80–87. DOI: 10.5555/1891793.1891804.
- [26]Baca M. Practical Issues in Applying Metadata Schemas and Controlled Vocabularies to Cultural Heritage Information // *Cataloging & Classification Quarterly*. 2003. Vol. 36. No. 3-4. P. 47-55. DOI: 10.1300/J104v36n03_05.
- [27]Saleh E.I. Image embedded metadata in cultural heritage digital collections on the web: An analytical study // *Library Hi Tech*. 2018. Vol. 36. No. 2. P. 339-357. DPO: 10.1108/LHT-03-2017-0053.
- [28]Miller S.J. *Metadata for digital collections*. Second edition. Chicago: ALA Neal-Schuman, 2022.
- [29]Mukherjee S., Das R. Integration of Domain-Specific Metadata Schema for Cultural Heritage Resources to DSpace: A Prototype Design // *Journal of Library Metadata*. 2020. Vol. 20. No. 2-3. P. 155-178, DOI: 10.1080/19386389.2020.1834093.
- [30]ГОСТ Р ИСО 15836-2011 Информация и документация. Набор элементов метаданных Dublin Core [Электронный ресурс] // Национальный стандарт Российской Федерации. Москва: Стандартинформ. 2014. URL: https://standartgost.ru/g/ГОСТ_Р_ИСО_15836-2011 (accessed date: 04.04.2023).

- [31]Nevile L., Lissonnet S. Dublin core and museum information: metadata as cultural heritage data // *International Journal of Metadata, Semantics and Ontologies*. 2006. Vol. 1. No. 3. P. 198-206. DOI: 10.1504/IJMSO.2006.012344.
- [32]Zavalin V., Zavalina O.L. Exploration of Accuracy, Completeness and Consistency in Metadata for Physical Objects in Museum Collections. // *Information for a Better World: Normality, Virtuality, Physicality, Inclusivity*. iConference 2023. *Lecture Notes in Computer Science*. 2023. Vol. 13972. Springer, Cham P. 83-90. DOI: 10.1007/978-3-031-28032-0_7.
- [33]Mi X., Pollock B.M. Metadata Schema to Facilitate Linked Data for 3D Digital Models of Cultural Heritage Collections: A University of South Florida Libraries Case Study // *Cataloging & Classification Quarterly*. 2018. Vol. 56. No. 2-3. P. 273-286. DOI: 10.1080/01639374.2017.1388894.
- [34]Homburg T., Cramer A., Raddatz L., Mara H. Metadata schema and ontology for capturing and processing of 3D cultural heritage objects. *Herit Sci*. 2021. No. 9. 91. DOI: 10.1186/s40494-021-00561-w.
- [35]Wan J., Zhou Y., Chen G., Yi J. Designing a Multi-level Metadata Standard based on Dublin Core for Museum Data // *International Conference on Dublin Core and Metadata Applications*. 2014. P. 31–36. URL: <https://dcpapers.dublincore.org/pubs/article/view/3712> (accessed date: 04.04.2023).
- [36]Kvalifikatory Dublin Core (Dublinskogo yadra) // RUSMARC, rossiyskaya versiya UNIMARC. Rossiyskaya natsional'naya biblioteka. URL: <http://www.rusmarc.info/soft/dcq.html> (accessed date: 10.04.2023). (In Russian).
- [37]DCMI Qualifiers // Dublin Core Metadata Initiative. URL: <https://www.dublincore.org/specifications/dublin-core/dcmes-qualifiers/> (accessed date: 10.04.2023).
- [38]González R., Van Der Meer K. Standard Metadata Applied to Software Retrieval // *Journal of Information Science*. 2004. Vol. 30(4). P. 300–309. DOI: 10.1177/0165551504045850.
- [39]Jackson A.S., Han M.-J., Groetsch K., Mustafoff M., Cole T.W. Dublin Core Metadata Harvested Through OAI-PMH // *Journal of Library Metadata*. 2008. Vol. 8. No. 1. P. 5-21. DOI: 10.1300/J517v08n01_02.
- [40]Barroso I., Hartmann N., Ribeiro C. Metadata Crosswalk for a Museum Collection in a Thematic Digital Library, *Journal of Library Metadata*. 2015. Vol. 15. No. 1. P. 36-49. DOI: 10.1080/19386389.2015.1011025.
- [41]Andresen L. Dublin Core as a tool for interoperability: Common presentation of data from archives, libraries and museums // *International Conference on Dublin Core and Metadata Applications*. DCMI Proceedings. 2006. URL: <https://dcpapers.dublincore.org/pubs/article/view/844> (accessed date: 04.04.2023).
- [42]CIDOC-CRM (CIDOC Conceptual Reference Model) // Presidential Library. Standarty metadannykh v oblasti kul'turnogo naslediya. URL: https://www.prlib.ru/cidoc_crm (accessed date: 10.04.2023). (In Russian).
- [43]Reports about mappings // CIDOC-CRM. URL: https://cidoc-crm.org/report_mappings_res (accessed date: 10.04.2023).
- [44]Giannoulakis S., Tsapatsoulis N., Grammalidis N. Metadata for Intangible Cultural Heritage - The Case of Folk Dances // *Proceedings of the 13th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications (VISAPP 2018)*. 2018. P. 634-645. DOI: 10.5220/0006760906340645.
- [45]Wijesundara C., Sugimoto S. Metadata model for organizing digital archives of tangible and intangible cultural heritage, and linking cultural heritage information in digital space // *LIBRES*. 2018. No. 28(2). P. 58-80. DOI: 10.32655/LIBRES.2018.2.2.