

УДК 001:004

DOI 10.20913/2618-7515-2019-1-32-38

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ПРОТОТИПА НАУЧНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ¹

ANALYSIS OF REQUIREMENTS FOR CONSTRUCTING THE SCIENTIFIC INFORMATION SYSTEM PROTOTYPE

© **Леонова Юлия Викторовна**

кандидат технических наук,
научный сотрудник, Институт вычислительных технологий СО РАН (ИВТ СО РАН),
Новосибирск, Россия, juli@ict.nsc.ru

Leonova Yuliya Viktorovna

Candidate of Technical Sciences, Researcher, Institute of Computational Technologies SB RAS (ICT SB RAS),
Novosibirsk, Russia, juli@ict.nsc.ru

© **Федотов Анатолий Михайлович**

доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник, Институт вычислительных технологий СО РАН (ИВТ СО РАН), Новосибирск, Россия, fedotov@sbras.ru

Fedotov Anatoliy Mikhailovich

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Corresponding Member of RAS, Chief Researcher, Institute of Computational Technologies SB RAS (ICT SB RAS),
Novosibirsk, Russia, fedotov@sbras.ru

Описаны технологические подходы, применяемые для создания распределенных информационных систем поддержки научных исследований. Рассмотрены архитектурные решения, разработанные для создания таких систем, и принципы их интеграции с внешними источниками. Определены функциональные требования к модели научной информационной системы (НИС), которые обусловлены, во-первых, информационными потребностями исследователей, а во-вторых, необходимостью обеспечения надежного и долговременного хранения информации. Рассмотрены правила представления и преобразования метаданных.

The article describes technological approaches used to create distributed information systems supporting scientific research. Architectural solutions intended to create such systems and principles for integrating these systems with external sources are considered. Functional requirements for the model of scientific information system (SIS), conditioned, firstly, by the researchers' information needs, and secondly, by the necessity to ensure a reliable and long-term storage of information, are determined. Rules for presenting and transforming metadata are examined.

Ключевые слова: электронная библиотека, распределенные информационные ресурсы, интеграция данных, цифровой репозиторий, поиск информации, метаданные, функциональные требования

Keywords: electronic library, distributed information resources, data integration, digital repository, information retrieval, metadata, functional requirements

Введение

В современном обществе быстро возрастают объемы научной информации. Для повышения эффективности научных исследований ученым необходим доступ к информации о результатах исследований, выполняемых в интересующей области. Поэтому любое научное исследование обычно начинается с поиска информации об исследованиях в данной сфере, но он становится

все сложнее в постоянно возрастающем объеме статей, книг, монографий, отчетов, патентов. По подсчетам американских специалистов, от 10 до 20% научных исследований можно было бы не проводить, если правильно подобрать информацию по изучаемой проблеме.

Вполне закономерно, что большинство ученых около трети своего рабочего времени тратят на сбор и обработку научной информации.

¹ Исследования выполнены при частичной поддержке РФФИ (грант №~18-07-01457), Интеграционного проекта СО РАН АААА-А18-118022190008-8 (№~0316-2018-0002) и темы г.з. РФ АААА-А17-117120670141-7 (№ 0316-2018-0009).

И этот показатель имеет тенденцию к росту. Ученым приходится много времени уделять работе по унификации данных, систематизации информационных ресурсов, поиску и обработке информации, позволяющим быстро ознакомиться с результатами других исследований и исключить их дублирование.

Стремительное развитие глобальных информационных и вычислительных сетей ведет к изменению фундаментальных парадигм обработки данных, которое можно охарактеризовать как переход к поддержке и развитию распределенных информационных ресурсов (ИР) [1]. Поэтому важнейшей задачей, связанной с технологией работы с информацией, является исследование способов интеграции распределенных источников данных.

Под интеграцией ИР понимается их объединение в целях использования (с помощью удобных и унифицированных пользовательских интерфейсов) разнородной информации с сохранением ее свойств, особенностей представления и пользовательских возможностей манипулирования ею. При этом объединение ресурсов не обязательно должно осуществляться физически, оно может быть виртуальным, главное – оно должно обеспечивать пользователю восприятие доступной информации как единого информационного пространства. В частности, такие системы позволяют работать с гетерогенными наборами и базами данных или системами баз данных, обеспечивая пользователю эффективность информационных поисков независимо от особенностей конкретных систем хранения ресурсов, к которым осуществляется доступ [2].

Интеграция ИР в единую информационную среду и организация доступа к ним позволяют унифицировать процесс обмена результатами научных исследований и повышают эффективность взаимодействия отдельных групп исследователей.

Актуальной задачей является создание модели информационной системы поддержки научных исследований.

Модель должна обеспечивать такие функции, как:

- публикация ресурсов, включающая процедуры регистрации, именования, аннотирования и определения формата;
- аналитическая обработка ресурсов;
- доступ к опубликованным ресурсам, включая функции динамического формирования;
- автоматизированный мониторинг ресурсов и актуализация их метаописаний;
- уведомление пользователей о появлении новых ресурсов и обновлении существующих;
- диспетчеризация.

Предметная область НИС

Научная информационная система (НИС) автоматизирует процессы научно-информационного обмена.

Часть реального мира, которая моделируется НИС, называется ее предметной областью. Поскольку модель предметной области, поддерживаемая НИС, материализуется в форме организованных необходимым образом информационных объектов, она называется информационной моделью. Информационные объекты характеризуются метаданными, описывающими реальный объект, и могут быть снабжены аннотациями. Информационные объекты могут иметь информационное содержание (контент).

Ввиду того что информация в НИС отображает некоторые сущности реального мира (физические объекты: предметы, процессы, явления, персоны, публикации, документы, алгоритмы, программы, файлы, факты, ключевые термины и т. д.), следует рассматривать НИС как множество информационных объектов – наборов данных, представляющих (описывающих) эти сущности.

Отметим, что разработка модели НИС должна использовать онтологические описания и концептуальные модели, обобщающие накопленный опыт в сфере создания и использования ЭБ [14].

Информационный ресурс – это понятие, включающее любую сущность НИС. В информационном пространстве все сущности (документы, публикации, персоны, события, факты, программы и любые другие сущности реального или виртуального мира) представлены только в форме некоторых информационных ресурсов (объектов). Информационный ресурс – это абстрактное понятие, выражаемое экземплярами одной из своих специализаций. В частности, экземплярами понятия ИР являются экземпляры информационного объекта любого типа (например, документы, базы данных, коллекции, функции и т. п.).

Для НИС наиболее значимы ИР, выражающие научное произведение [5].

Научное произведение формально является основным результатом работы ученого. Публикуя материал, ученый знакомит научную общественность с результатами своих исследований. Но помимо донесения информации о проведенной работе у публикации в НИС есть еще одна полезная функция – обеспечение поиска публикаций по аналогии, что существенно облегчает отбор научной информации об исследованиях в данной области.

Информационный ресурс

Реализация информационного ресурса (информационного объекта) – это единица информации, представляющая собой уникально именованный набор данных, структурированных в виде присущих ему именованных атрибутов и методов, характеризующих его свойства и связи (отношения) с другими ресурсами.

Онтологическая модель НИС основана на концептуальных моделях FRBR [5], RM OAIS [4] и DELOS DLRM [3].

В соответствии с концептуальной моделью каждый ИР должен:

- иметь идентификатор;
- быть организован в соответствии с описанием ресурса (ресурсы могут быть сложными и структурированными, а с организационной точки зрения они могут группироваться в наборы ресурсов, которые рассматриваются как единая сущность);
- регулироваться функциями, управляющими его жизненным циклом, иметь набор присущих ему атрибутов и методов, характеризующих его свойства и связи с другими ресурсами;
- определяться через информационный объект;
- быть описан метаданными, а также может быть расширен дополнительными метаданными и аннотациями.

В информационной системе каждому ресурсу соответствует информационный объект, который является традиционным вторичным информационным объектом, содержащим описание первичного ресурса, то есть информационный объект – это объект, который хранит информацию об объектах НИС (физических объектах, ресурсах, информационных объектах).

Основу содержания НИС составляют информационные объекты, представляющие основные типы сущностей:

- субъекты (актор, персона, организация, действующие лица, приложение и т. п.);
- объекты (публикация, журнал, документ, факт, научный результат, мероприятие, проект, фотография и др.);
- отношения (понятие, ключевой термин, событие, время, место и т. п.).

Информационный объект – наиболее общее понятие в системе, он представляет произвольную единицу информации в НИС. Информационные объекты описывают все классы сущностей научного информационного пространства, такие как публикация, персона, ключевой термин или понятие, словарная статья, факт, функция, организация, пользователь и так далее, а также связи между ними [6].

Каждый информационный объект в НИС состоит из следующих объектов:

- информационное содержание – объект (первичный информационный объект включает, например, изображение, полный текст и т. д.), который может использоваться самостоятельно или может отсутствовать;
- метаданные – объект, главная цель которого состоит в том, чтобы дать информацию об ИР (как правило, о первичном информационном объекте);
- аннотация – объект, главная цель которого состоит в том, чтобы аннотировать ИР или его часть. Примеры таких аннотаций включают примечания, структурированные комментарии и связи. Аннотации помогают интерпретировать ИР, содержат либо поддержку, либо детальные объяснения, либо информацию о том, как можно использовать ИР.

Профили метаданных

Эффективное средство описания информационных объектов – метаданные, которые являются неотъемлемой частью информационного объекта и описывают реальный объект или группу объектов.

Важное свойство метаданных – специфичность относительно области применения описываемых объектов (ресурсов). Метаданные могут характеризовать сущности, которые относятся как к виртуальному (информационному) пространству, так и к реальному миру (персоны, организации, события). Метаданные могут быть частью ИР, а могут храниться отдельно от ИР.

Метаданные необходимы для решения следующих задач [7, 8]:

- предоставление сведений о документах (их содержании, структуре, способах использования и т. д.);
- систематизация информации о документах;
- выбор из множества документов определенного подмножества по формальным признакам и сопоставление документов по формальным признакам;
- внутрисистемные технологические задачи, связанные с обеспечением подготовки документов, размещением документов в информационной среде и т. д.;
- внешние технологические задачи, связанные с обменом данными с внешними информационными системами.

Очевидно, что для успешного обмена и интерпретации описаний необходимо стандартизовать формат элементов метаописаний, синтаксис и семантику его элементов.

Основная функция стандартов состоит в упрощении обмена и автоматизированной обработки информации из различных источников.

Для автоматического размещения в хранилище информации о ресурсе без привлечения дополнительного персонала описание ресурса должно быть оформлено в соответствии со стандартом, а с источниками, предоставляющими ресурсы, должно быть заключено соглашение о взаимной поддержке стандарта и качества описаний. Описания, оформленные не по стандарту или некачественные (например, недостоверные или неполные), затруднительно использовать для автоматического размещения без дополнительной обработки.

Для определенной группы функциональных задач или пользователей создают профили применения стандартов. Это позволяет облегчить создание систем, которые работают с метаданными. Профиль можно определить как «один или сочетание нескольких базовых стандартов с идентификацией выбранных классов, подмножеств, факультативных возможностей и параметров этих базовых стандартов, необходимых для выполнения конкретной функции» [9, 10]. В области метаданных ресурсов для публикаций профиль должен содержать список обязательных элементов, присутствующих в описании ресурса, задавать словари для описания значений элементов, которые дополняют или расширяют определенное в стандарте допустимое множество значений. Кроме того, могут быть предложены дополнительные элементы описания.

Таким образом, основу разработки НИС составляют стандарты и международные рекомендации, формирующие профиль НИС, под которым понимается один или набор нескольких базовых нормативно-технических документов (стандартов и спецификаций), ориентированных на решение определенной задачи (реализацию заданной функции либо группы функций приложения или среды), с указанием, если нужно, выбранных классов, подмножеств, опций базовых стандартов, необходимых для выполнения конкретной функции [9]. Наиболее важен профиль метаданных информации, циркулирующей в системе. Профиль метаданных должен соответствовать следующим требованиям [1, 11–14]:

- включать описания основных типов информации, необходимой для поддержки научно-образовательной деятельности;
- быть открытым, то есть обеспечивать доступ к информации в соответствии с ее описанием (метаданными);
- быть расширяемым, то есть обеспечивать возможность детализации описаний;
- обеспечивать возможность интеграции информации и уникальной идентификации информации;
- обеспечивать отбор, систематизацию и классификацию информации;
- обеспечивать возможности размещения и поиска информации в распределенной среде и интероперабельности с другими системами;

- быть ориентированным на современные технологии описания и использования информации.

Отметим, что серьезной проблемой является идентификация ИР [15], позволяющая получать библиографические сведения, а также устанавливать связи определенного ресурса с другими фактами и объектами. Проблема связывания данных выходит за рамки этой статьи.

В основе взаимодействия распределенных информационных систем лежит интеграция метаданных, которая обеспечивается наличием стандартов для форматов их представления, и унификация нормативно-справочной информации (профиля ИС). Под интеграцией данных, с точки зрения пользователя, следует понимать:

- возможность свободно группировать любые имеющиеся разнородные ресурсы или их части по любому признаку в произвольные реальные и/или виртуальные коллекции;
- возможность организовывать по всем массивам данных прозрачный для конечного потребителя сквозной поиск информации.

Реализация механизмов интеграции данных немислима без их стандартизации: данные одного типа должны описываться и предоставляться единым образом в соответствии с нормативными документами.

Требования, предъявляемые к НИС

К большинству ИС предъявляются повышенные требования: с точки зрения пользователей – удобство в использовании и простота в изучении; с технической точки зрения – взаимодействие с другими ИС и обеспечение для взаимодействия стандартизованных сервисов и протоколов.

Рассмотрим требования к НИС в контексте «Интегрированной распределенной информационной системы» (ИРИС) СО РАН. В ряде работ [12, 14], исходя из пользовательских предпочтений, определен профиль НИС как набор базовых нормативно-технических документов (стандартов и спецификаций), реализующих пользовательские и функциональные требования, требования к модели и управляемым словарям данных, производительности и удобству использования, а также требования к безопасности.

Сформулирован ряд требований для систем, работающих с научными документами [12, 14, 16]. Суммируя сказанное, можно определить набор наиболее общих функциональных требований к НИС:

1. Сбор информационных ресурсов. Для сбора информации необходимо использовать различные варианты ввода данных: ввод данных

пользователями, сбор данных в интернете посредством специальных программных агентов («пауков»), обмен данными с другими ИС.

Таким образом, ИИС должна поддерживать работу с внешними источниками (например, каталогами библиотек и журналов, цифровыми репозиториями информационных ресурсов и т. п.).

2. Релевантность документов. При автоматическом сборе информации в интернете может накапливаться нерелевантная или малорелевантная информация для данной ИИС. Решение проблемы возможно следующими способами:

- созданием подробных форматов представления метаданных о ресурсах и структурированных справочников для тематической классификации ресурсов. ИИС должна вкладывать описания в метаданные на веб-страницы и предоставлять интерактивные средства пользователям для создания метаданных определенного формата при размещении ресурсов;
- разделением информационных ресурсов в зависимости от варианта поступления в систему (размещенные экспертами/пользователями и «пауком»), а также указание степени достоверности информации с учетом ее источника;
- указанием поисковым средствам пространства поиска и классификации информации, а также задание критериев оценки качества введенной информации;
- использованием схем классификации ресурсов согласно потребностям пользователей и классификация ресурсов в соответствии с этими схемами.

3. Актуальность, полнота, достоверность происхождения документов. Способы решения проблем актуальности и полноты аналогичны способам решения проблемы охвата ресурсов. Способы определения достоверности происхождения информации следующие:

- для интерактивного ввода – информация вводится только аутентифицированными пользователями;
- для автоматизированных систем сбора – наложение ограничений на область действия агента, выполняющего сбор информации;
- для обмена информацией с другими ИС – задание фильтров на импортируемые информационные ресурсы;
- для всех способов ввода – проверка и классификация всей введенной информации.

4. Использование интеллектуальных служб обработки запросов пользователя. Службы обработки запросов пользователей должны обеспечивать поиск по атрибутам, полнотекстовый поиск, просмотр ресурсов по категориям, семантический поиск (необязателен).

5. Извлечение знаний. (Использование частичной автоматизации извлечения знаний.) В основе

подхода лежит представление смысла текста в виде семантической сети, принцип построения которой основывается на использовании частоты совместной встречаемости понятий в тексте. Пользователю сеть представляется в виде тематического дерева (дерева ключевых терминов и связанных с ними понятий), что позволяет выполнять навигацию и существенно облегчает процесс исследования текста и поиска требуемой информации. Данный подход используется также для решения таких задач, как автоматическое реферирование, тематическая классификация и кластеризация текстов, семантический поиск и т. д. Кроме того, к ИИС, работающим с разными типами информационных ресурсов, предъявляются определенные требования.

6. Поддержка нецентрализованных архитектур информационных систем. Это необходимое условие для полноты, аутентичности и актуальности информации. Опыт эксплуатации ИИС показал сложность создания централизованных научных систем, охватывающих научную информацию в какой-то области науки или в какой-то стране.

7. Структурированность информационного пространства. Структурированность является важнейшим свойством информационного пространства. Это означает, что выделены его элементы, установлены связи между ними, элементы и связи упорядочены. Свойство структурированности в разных видах информационных пространств может быть выражено в разной степени. Высокий уровень структурированности обеспечивает возможность представления информации в виде документов и манипулирования данными с помощью программно-технических средств информационных систем. Таким образом, ИИС должны обеспечивать поддержку взаимосвязей и идентификации информационных ресурсов. Слабоструктурированные информационные объекты содержат в себе структурированную и неструктурированную части. Структурированная часть информационного объекта может быть представлена в виде информационной модели, неструктурированная – в виде совокупности терминов некоторой онтологии, характерной для предметной области. Для представления неструктурированных информационных объектов с помощью онтологии необходимо определить термины предметной области. Термины можно выделить путем индексирования всех информационных ресурсов.

8. Использование классификации информации при информационном поиске. Для поддержки сложных функций поиска и классификации информации помимо хранения полнотекстового описания необходимо реализовывать поиск по атрибутам, полнотекстовый поиск, просмотр ресурсов по категориям и словарям-классификаторам. Выбор классификаторов определяется степенью

специализации системы. Для реализации этих функций, а также обеспечения идентификации и классификации ресурсов НИС должна содержать словари-классификаторы.

9. Адаптивное представление информации.

Для повышения скорости поиска и точности подбора информации без потери качества поиска НИС должна учитывать запросы пользователей, их компетентность при работе с НИС, ограничения по времени. НИС должна обеспечивать возможность пользователю получать различные уровни абстракции при представлении информации от кратких описаний для максимально быстрого поиска до очень подробных описаний информационных объектов.

10. Историчность информации.

Спецификой научной информации является ее быстрое устаревание и потеря актуальности. Для многих типов информационных ресурсов важно хранить всю информацию обо всех изменениях и иметь возможность восстановить состояние ресурса на любой момент. Например, информация об авторах может меняться со временем при смене персоной фамилии, места работы. Также необходимо учитывать переформирование и переименование организаций, наименования географических объектов также могут меняться. Поэтому следует учитывать временной фактор и использовать актуальную для сущностей информацию, связанную с промежутками времени. При распознавании сущностей необходимо обеспечивать выполнение запросов на какой-либо момент в прошлом, то есть создание среза истинности информации о сущностях на произвольную дату.

11. Архив. Как было отмечено выше, большая часть научной информации быстро устаревает. Но существуют информационные ресурсы, к которым необходимо обеспечивать доступ длительное время. К таковым, например, относятся документы, имеющие длительную юридическую силу, патенты или мультимедийная информация об исторических событиях, которая может быть востребована через любой период. Кроме того, научные отчеты институтов, речи ученых могут также иметь огромную историческую ценность, становясь со временем еще ценнее. Поэтому система должна поддерживать возможность длительного хранения информационных ресурсов и их восстановления.

12. Поддержка распределенности. В современном мире наблюдается бурный рост в направлении разработки распределенных ИС. Тенденция к увеличению доли распределенных систем существует и в СО РАН, которое объединяет большое число научно-исследовательских организаций и коллективов в различных городах России и имеет разветвленную структуру. Эти организации обладают разнообразными научными информационными ресурсами, которые представляют значительный интерес для мирового научного сообщества, работников промышленных предприятий и бизнеса, заинтересованных во внедрении результатов научных исследований. Таким образом, при создании современной НИС следует уделять особое внимание разработке средств взаимодействия между НИС этих организаций и средств поддержки распределенного хранения ресурсов НИС в различных хранилищах. При этом необходима поддержка средств поиска и каталогизации, работающих над всеми разнородными ресурсами распределенной НИС. В условиях работы в распределенной среде к НИС предъявляются требования обеспечить поддержку:

- принятых стандартов метаданных для экспорта и импорта данных;
- протоколов обмена информацией с другими информационными системами;
- создания ссылок на внутренние ресурсы как в интерфейсах пользователей, так и на системном уровне.

Заключение

На основе сформулированных требований разработан прототип информационной системы, которая может быть использована как типовая для работы с документами в сфере научно-образовательной деятельности, поскольку решает основные задачи, стоящие перед этими системами: обеспечение надежного долговременного хранения цифровых (электронных) документов с сохранением всех смысловых и функциональных характеристик исходных документов; обеспечение «прозрачного» поиска и доступа пользователей к документам как для ознакомления, так и для анализа содержащихся в них фактов; организация сбора информации по удаленным цифровым репозиториям.

Список литературы

1. Федотов А. М. Методологии построения распределенных систем // Вычисл. технологии. 2006. Т. 11, спецвып.: Избранные доклады X Российской конференции «Распределенные информационно-вычислительные ресурсы» (DICR-2005), Новосибирск 6–8 октября 2005 г. С. 3–16.
2. Жижимов О. Л., Федотов А. М., Шокин Ю. И. Технологическая платформа массовой интеграции

гетерогенных данных // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Сер. Информ. технологии. 2013. Т. 11, вып. 1. С. 24–41.

3. Candela L., Castelli D., Dobrev M. et al. The DELOS Digital Library Reference Model Foundations for Digital Libraries. IST-2002-2.3.1.12. Technology-enhanced Learning and Access to Cultural Heritage. Version 0.98, Dec. 2007. 215 p.

4. ISO-14721 Reference Model for an Open Archival Information System (OAIS), Draft Recommended Standard,

CCSDS650.0-P-1.1 (Pink Book). June 2012. URL: <http://www.oais.info> (дата обращения: 15.08.2018).

5. Функциональные требования к библиографическим записям: концептуальная модель : окончат. отчет / пер. с англ. В. В. Арефьев. Москва : Рос. гос. библиотека, 2006. 150 с. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200110957> (дата обращения: 15.08.2018).

6. *Шокин Ю. И., Федотов А. М., Жижимов О. Л., Федотова О. А.* Эволюция информационных систем: от Web-сайтов до систем управления информационными ресурсами // Вестн. Новосибир. гос. ун-та. Сер. Информ. технологии. 2015. Т. 13, № 1. С. 117–134.

7. *Козаловский М. Р.* Метаданные, их свойства, функции, классификация и средства представления // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции. RCDL-2012 : тр. 14-й Всерос. науч. конф. (15–18 окт. 2012 г.). Переславль-Залесский, 2012. С. 25–36.

8. *Шокин Ю. И., Федотов А. М., Барахнин В. Б.* Проблемы поиска информации. Новосибирск : Наука, 2010. 198 с.

9. ГОСТ Р ИСО МЭК ТО 10000-2-99 Информационная технология (ИТ). Основы и таксономия функциональных стандартов. Ч. 2. Принципы и таксономия профилей ВОС. URL: <https://files.stroyinf.ru/Index/38/38074.htm> (дата обращения: 15.08.2018).

10. ISO/IEC TR10000-1:1998. Information technology – Framework and taxonomy of International Standardized Profiles. Pt 1: General principles and documentation framework URL: <https://www.iso.org/standard/30726.html> (дата обращения: 15.08.2018).

11. *Федотов А. М., Жижимов О. Л., Федотова О. А., Барахнин В. Б.* Модель информационной системы для поддержки научно-педагогической деятельности // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Сер. Информ. технологии. 2014. Т. 12, № 1. С. 89–101.

12. *Федотов А. М., Барахнин В. Б., Жижимов О. Л., Федотова О. А.* Технология создания корпоративных информационных систем учета трудов научных работников // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Сер. Информ. технологии. 2011. Т. 9, вып. 2. С. 31–41.

13. *Бездушный А. Н., Бездушный А. А., Серебряков В. А., Филиппов В. И.* Интеграция метаданных Единого научного информационного пространства РАН. Москва : Вычисл. центр РАН им. А. А. Дородницына, 2006. 258 с.

14. *Жижимов О. Л., Федотов А. М., Федотова О. А.* Построение типовой модели информационной системы для работы с документами по научному наследию // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Сер. Информ. технологии. 2012. Т. 10, вып. 3. С. 5–14.

15. *Жижимов О. Л., Федотов А. М., Шокин Ю. И.* Технология интеграции разнородных информационных ресурсов // Системный анализ и информационные технологии» САИТ-2013 : тр. V Междунар. конф. Красноярск, 2013. Т. 2. С. 129–136.

16. Формирование открытых баз данных информационных ресурсов в области образования, науки и культуры : отчет о НИР. ВИНТИ РАН, 2005 г. URL: <http://science.viniti.ru> (дата обращения: 15.08.2018).