

УДК 004.822, 004.657

О ПРЕДСТАВЛЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНОГО ИНСТИТУТА В ВИДЕ ГРАФА ЗНАНИЙ В СЕМАНТИЧЕСКОЙ БИБЛИОТЕКЕ

О. М. Атаева¹ [0000-0003-0367-5575], В. А. Серебряков² [0000-0003-1423-621X],
Н. П. Тучкова³ [0000-0001-5357-9640]

^{1, 2, 3}Вычислительный центр им. А.А. Дородницына ФИЦ «Информатика и управление» РАН, ул. Вавилова, 40, г. Москва, 119333

¹oli.ataeva@gmail.com, ²serebrvas@gmail.com, ³natalia_tuchkova@mail.ru

Аннотация

Новый взгляд на пространство знаний научного института составляет естественный этап развития веб-технологий. Заложенная в предыдущих исследованиях структура данных, позволяет организовать поиск и навигацию по ним с помощью графа знаний, как версия семантической библиотеки LibMeta. Граф знаний дает более полное и качественное представление о пространстве знаний, зачастую снимает когнитивную нагрузку в восприятии сложных структур и связей данных.

Ключевые слова: цифровая библиотека LibMeta, прикладная онтология, граф знаний, источники данных, разработка онтологии, научные результаты в цифровой среде, научный институт.

ВВЕДЕНИЕ

Структура научного института практически многократно описана, рассмотрим ее в современном представлении в виде онтологии и графа знаний [1, 2]. По прошествии многих лет со времени первых цифровых библиотек научных организаций изменился взгляд на представление структуры данных, произошел переход от иерархического подхода к сетевому. Изменения связаны с развитием онтологического проектирования, учетом семантических связей тематик, публикаций [3–5] и персон. Именно данные о персонах, публикациях, темах исследований составляют основу представления научного института в виде графа знаний, а административное подчинение, которое ранее играло основополагаю-

щую роль в описании структуры, может быть представлено как альтернативный граф на тех же данных.

Проведенные исследования опираются на разработку, «Научный Институт РАН», которая была реализована в Вычислительном центре им. А.А. Дородницына РАН [6, 7]. Эта работа дала старт различным изысканиям в области представления научной и административной деятельности академических и отраслевых институтов, на платформе интегрированной системы Единого Научного Информационного Пространства РАН (ЕНИП). Портал Академии наук РАН, на котором реализована версия ЕНИП (<https://www.ras.ru/>), функционирует более 20 лет.

Мотивацией новых исследований послужило развитие интегрированного подхода на основе онтологического проектирования и навигации с помощью графа знаний в цифровой семантической библиотеке LibMeta (<https://www.libmeta.ru/>) [8, 9]. Также необходимо было отразить актуальные тенденции в подходах представления знаний в цифровой среде на фоне возросшего интереса к этой проблеме [10, 11] и значимостью междисциплинарных научных коммуникаций [12–14].

В работе представлены: модель данных научного института, включая персоны и административные структуры и публикации сотрудников; описание структуры семантической библиотеки; граф знаний библиотеки LibMeta и примеры графа знаний научного института в библиотеке LibMeta, в том числе на основе ЕНИП Вычислительного центра им. А.А. Дородницына Российской академии наук (ЕНИП ВЦ РАН) на портале Отделения математики Российской академии наук (ОМ РАН).

1. Модель, данные, навигация

1.1. Модель

Описание данных и модели ЕНИП подробно изложены в монографиях [6, 7] и многочисленных библиографических ссылках этих публикаций. В основе описания данных ЕНИП лежат онтология и язык OWL (<https://www.w3.org/OWL/>). Основными элементами онтологии OWL ЕНИП являются описания *классов*, их *свойств*, *отношений* между классами и представителями (индивидов) классов (их свойств и отношений). Для этих описаний OWL последовательно использует

бинарные отношения своего словаря, а также словарей RDF и RDFS (<https://www.w3.org/TR/owl-semantic/>).

Центральным понятием информационного ресурса организации в ЕНИП выступает *персона*. Исходя из свойств *персоны в научной организации*, можно построить модель, структуру данных и связей, функциональность (Рис. 1).



Рис. 1. Диаграмма зависимости основных схем в ЕНИП.

Свойствами персоны, в частности, являются *публикации*, которые помещены в библиотеку ЕНИП ВЦ РАН с соответствующим библиотечным сервисом. Публикации обрабатываются, индексируются, компонуются в указатель трудов института (Рис. 2), указатель входит в одно из свойств *персоны*.



Рис. 2. Указатель публикаций авторов ВЦ РАН на портале ОМН РАН

Научные учреждения, в целом, заинтересованы в получении и предоставлении доступа к данным о научных достижениях, научной деятельности сотрудников и организации. Эта информация представляет интерес для конечных пользователей информационной системы организации. Она позволяет сотрудникам получить информацию о смежных работах в других коллективах.

При разработке семантической библиотеки особое внимание уделяют модели данных содержимого библиотеки, в центре которой в LibMeta так же, как и в ЕНИП, находятся публикация, научный труд. При этом контент цифровых библиотек может быть описан различными форматами и представлен различными способами. Библиотека, определяемая с помощью системы LibMeta, рассматривается как хранилище структурированных разнообразных данных с возможно-

стью их интеграции с другими источниками данных и предполагает возможность специфицирования своего контента за счет описания предметной области [9]. В качестве средства формализации выступает *онтология контента* семантической библиотеки.

1.2. Семантическая цифровая библиотека LibMeta

Семантическая цифровая библиотека – это цифровая библиотека, элементы контента которой связаны иерархическими и ассоциативными отношениями в соответствии с онтологией предметной области.

Онтология цифровой семантической библиотеки – формальное описание множества данных (типы элементов данных, связи) предметной области. Для определения онтологий используется язык OWL. Онтология на OWL – это RDF-граф. Описание на OWL – это описание *структуры* данных, а не самих данных. Каждый экземпляр данных – это экземпляр элемента онтологии. В библиотеке LibMeta тезаурус предметной области представлен как экземпляр ее онтологии. Средства редактирования LibMeta – это средства редактирования онтологии.

Решая задачу проектирования онтологии, необходимо использовать метаданные разного уровня:

- метаданные как универсальные понятия структуры данных цифровой библиотеки;
- метаданные как часть описания объектов прикладной области или подмножества прикладной области;
- метаданные прикладной области как таковые.

В такой онтологии на *верхнем уровне используются понятия*, по сути своей относящиеся к высокоуровневым онтологиям и не связанные со спецификой какой-то конкретной предметной области. На *втором уровне используются понятия, описывающие предметную область*, они являются *экземплярами классов, определенных на первом уровне*, но при этом используются как *определения классов для описания данных третьего уровня* уже в конкретной предметной области.

Определение границ предметной области задается ее тезаурусом, который содержит основные термины этой предметной области, связанные иерар-

хическими и горизонтальными связями между собой. Содержимое библиотеки задается типами ресурсов, описание которых задает множество допустимых объектов, возможно объединенных в разнообразные коллекции, составляющие вместе с тезаурусом ее контент.

В онтологии цифровой библиотеки LibMeta можно выделить *системную* часть, описывающую структуру самой библиотеки, и *пользовательскую*, описывающую структуру данных предметной области, загруженных в библиотеку. Контент семантической библиотеки, связанный с тезаурусом предметной области, является «верхней» частью пользовательской онтологии, полностью и явно видимой пользователю. На Рис. 3 можно увидеть скрин *пользовательской* части библиотеки, где отражены ее основные составляющие части.

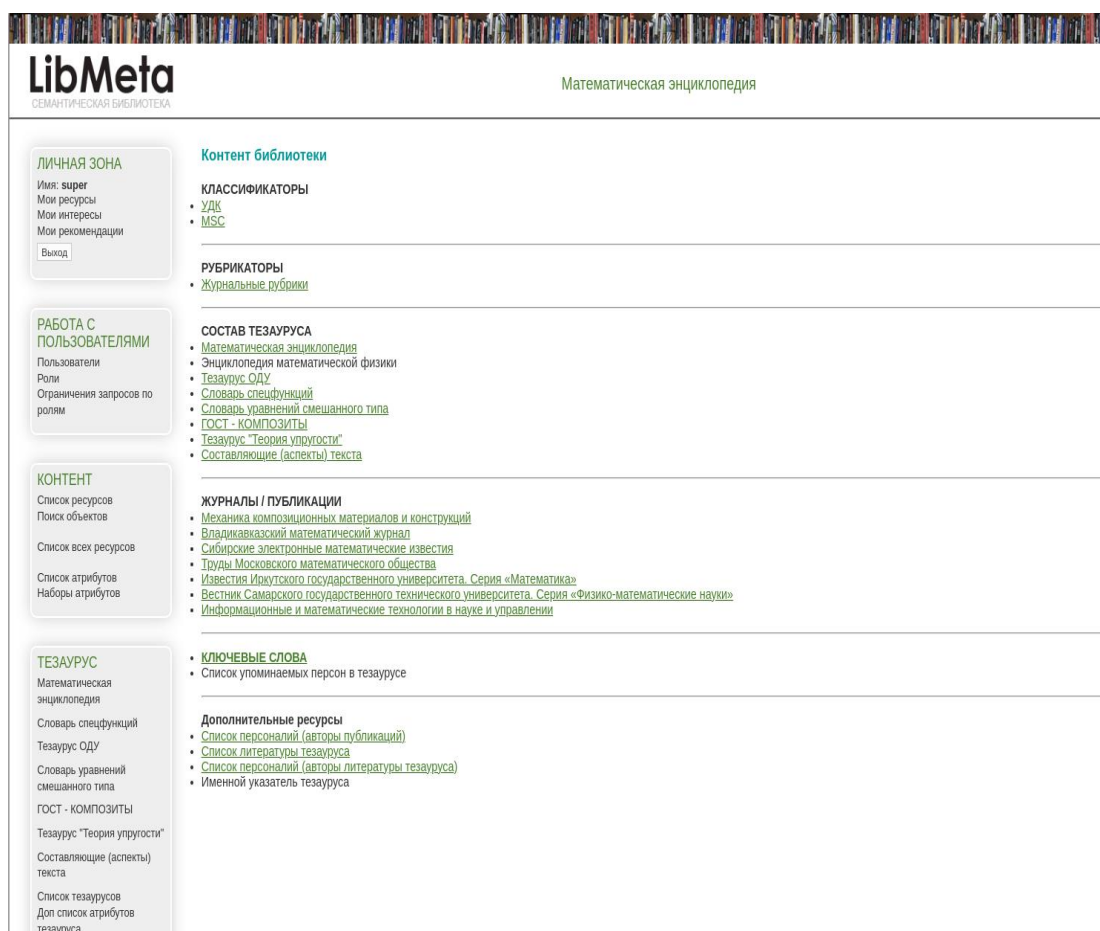


Рис. 3. Состав библиотеки LibMeta

2.2. Данные в ЕНИП и LibMeta

Традиционно организации предоставляют данные о публикациях и инсти-

туда в *слабоструктурированном* виде, например, как текстовые или XML-документы. Формат таких документов, как правило, отражает аспекты конкретной предметной области и сложившихся потребностей организации. Кроме того, многие организации поддерживают собственные сайты, заполненные статическими страницами, и для интеграции данных необходимо предоставить им простой инструментарий, который позволил бы как управлять сайтами через веб-интерфейс, так и агрегировать их информацию в объединенное научное пространство.

Для интеграции данных в информационную систему научного института необходимо выделять в них структуру, приводить к агрегатным моделям и схемам данных, связывать между собой и данными, имеющимися в среде. К примеру, организация может предоставлять информацию о научных публикациях, отчетах, результатах научной деятельности за некоторый промежуток времени. Желательно, чтобы такая информация была автоматизированным образом проанализирована и структурирована с выделением авторов публикации, издательств и других атрибутов – названия, ISBN и пр. Схема обработки слабоструктурированных данных представлена на Рис. 4.

При интеграции данных может выясниться, что в хранилище уже имеется некоторая информация об авторах публикации, например, другие статьи, или информация об участии в конференциях и пр. Желательно, чтобы были обеспечены автоматизированные сопоставление и связывание соответствующих ресурсов для исключения дублирования.

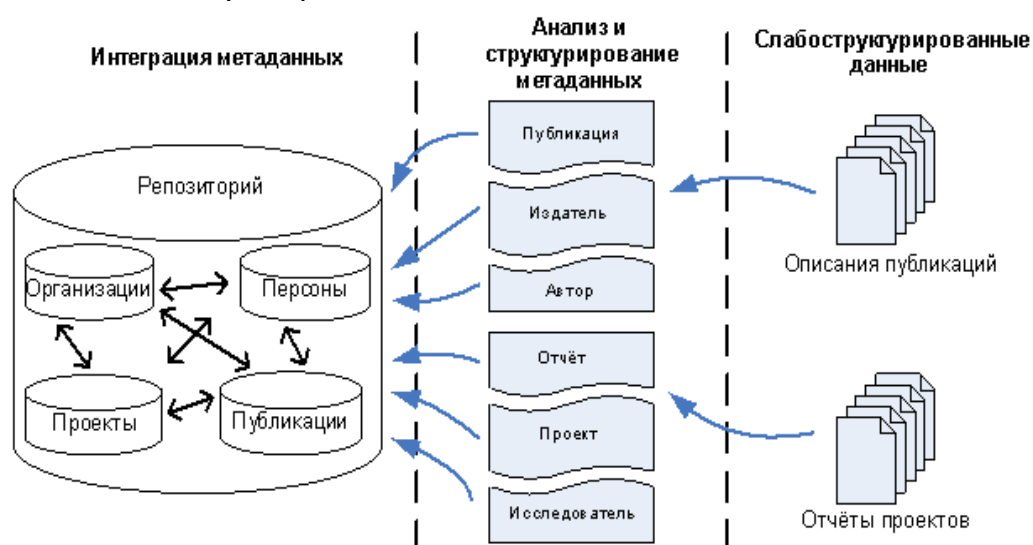


Рис. 4. Схема систематизации слабоструктурированных данных в ЕНИП

В первоначальной реализации проекта ЕНИП не рассматривались такие структуры данных, как *онтология предметной области*, и не ставилась задача определения принадлежности публикации к некоторой предметной области исследований.

На диаграмме, приведенной на Рис. 5 (а, б), отражен состав классов библиографической специализации ЕНИП и указаны отношения между ними. Подробная информация о каждом из классов, его семантике и вариантах использования, составе свойств приведена в работах [6, 7].



Рис. 5а. Классы библиографической специализации (первая часть)

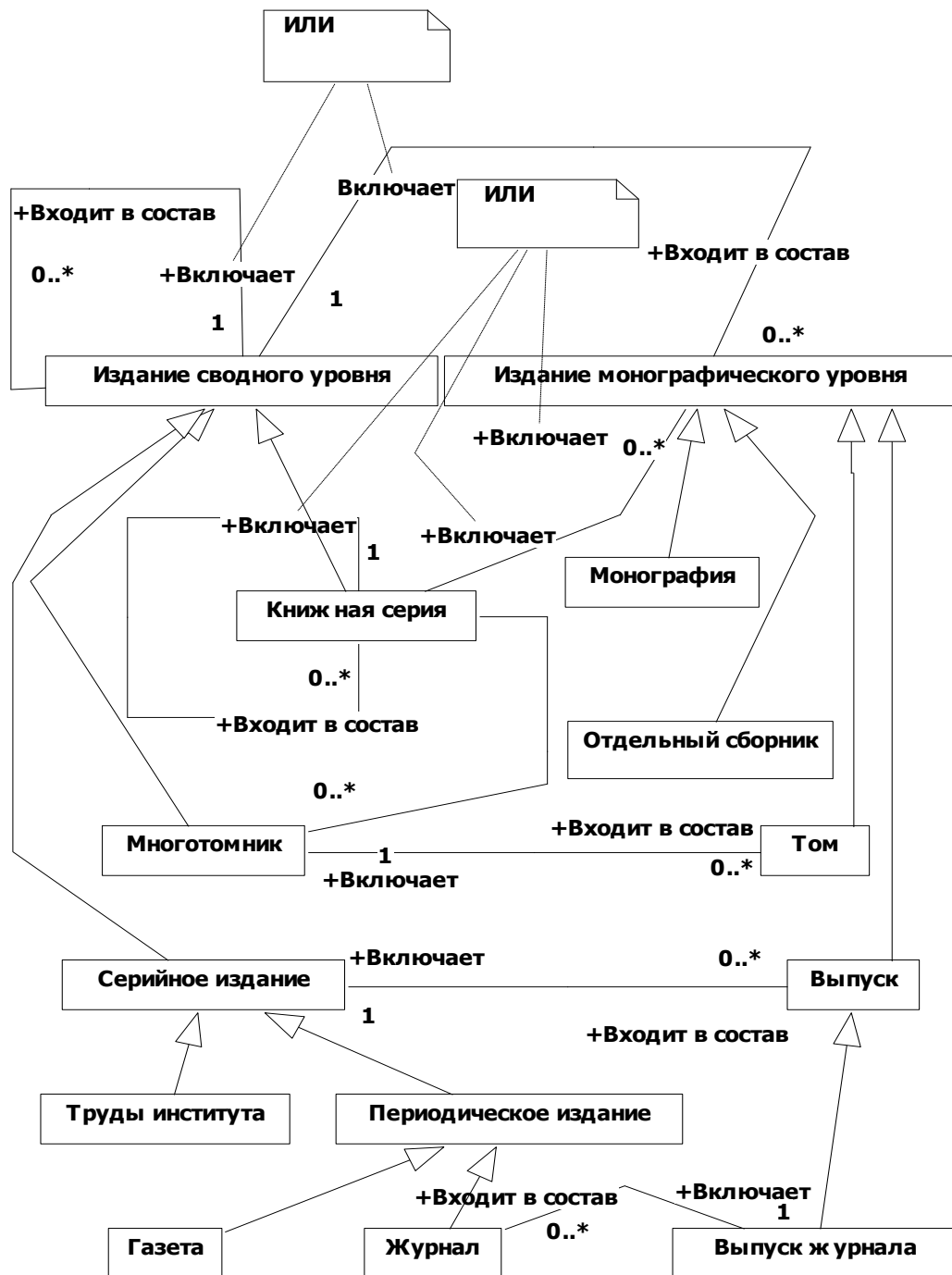


Рис. 5б. Классы библиографической специализации (вторая часть)

К расширенной схеме отнесена дополнительная информация о полном тексте публикации (оглавление, библиографические ссылки), более подробная информация о лицах и редколлегии, связанных с публикацией, а также различные «узкоприменимые» описательные характеристики. При этом уже в базовой схеме почти все свойства указаны как необязательные для заполнения, что позволяет даже при наличии неполной информации о публикации описать ее в соответствии со схемами ЕНИП. Уже на базовом уровне для каждой публикации требуется структурировать информацию обо всех вышестоящих библиографических уровнях. Например, для описания ряда статей в журнале необходимо описать сам журнал как *издание сводного уровня*, далее описать интересующие выпуски этого журнала как *издания монографического уровня*, и, наконец, сами статьи как *издания аналитического уровня*.

Систематизированная обработка слабоструктурированных данных реализуется в библиотеке LibMeta. На Рис. 6 представлена схема прохождения данных «от источника до графа знаний» и его использования при навигации в LibMeta.

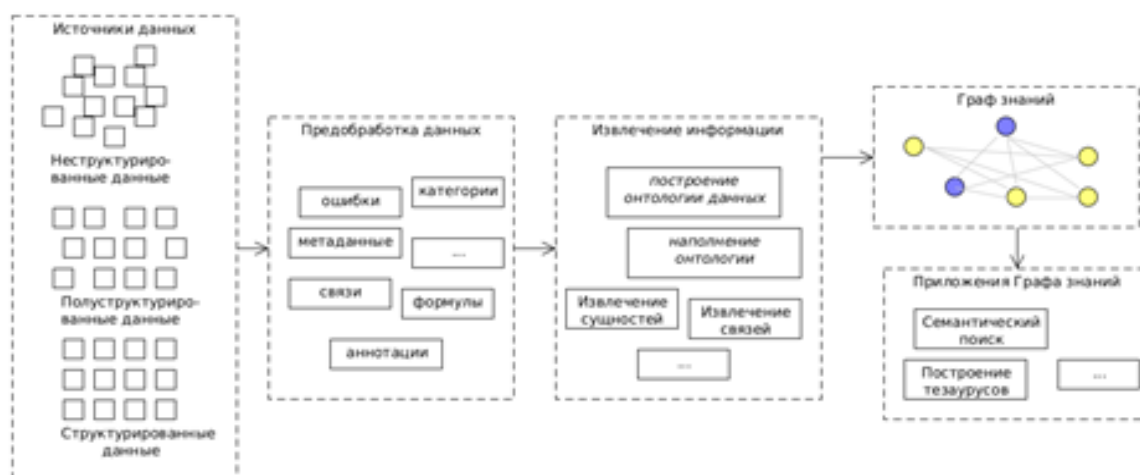


Рис. 6. Схема обработки слабоструктурированных данных в LibMeta

Построение *онтологии предметной области* в LibMeta позволяет выделить *метаданные для проектирования конкретных структур данных* научных предметных областей, и варианты управления этими данными. Для определения предметной области построена *онтология предметной области*, в рамках которой могут интегрироваться различные источники данных, использоваться

различные таксономии понятий и терминов, верифицированные признанными экспертами соответствующей научной области. Для этого также необходимо структурировать и связать различные ресурсы, извлечь из них и контекстуализировать (определить в контексте) данные, придав им свойства знаний. В основу онтологии библиотеки LibMeta были положены энциклопедии, словари и специализированные терминологические тезаурусы [15, 16].

2.3. Навигация

Онтология цифровой библиотеки определяет структуру данных контента библиотеки. Каждому элементу данных, загруженных в библиотеку, можно сопоставить вершину онтологии, определяющую положение элемента данных в онтологии («тип данных» элемента). На основании связей онтологии и связей, определенных на этапе проектирования, можно построить граф данных, структура которого определяется онтологией: вершины (статьи) – экземпляры элементов онтологии, связи – связи тезауруса и семантические связи контента библиотеки. Это и есть граф знаний цифровой библиотеки (Рис. 7).

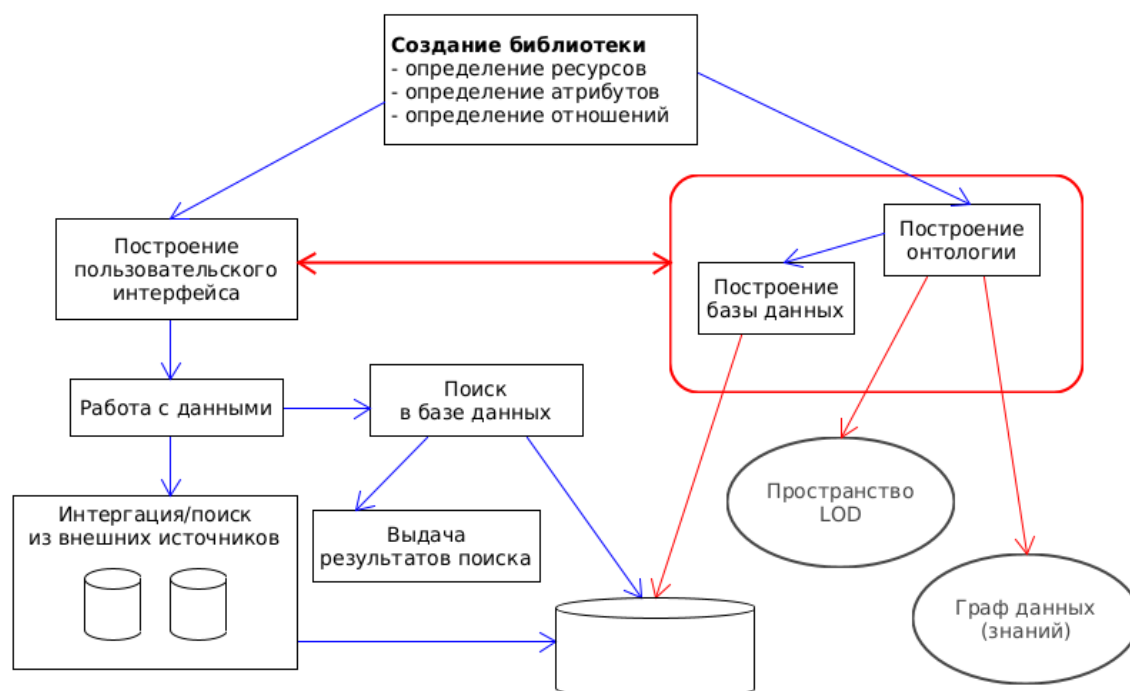


Рис. 7. Схема построения графа знаний LibMeta

Роль онтологии в процессе проектирования и эксплуатации цифровой библиотеки можно резюмировать следующим образом:

- на основе онтологии строится база данных библиотеки (Рис. 1–6);
- онтология может использоваться для создания точки доступа LOD к данным библиотеки;
- на основе онтологии строится граф знаний библиотеки (Рис. 7).

2. Примеры графа знаний научного института

Представление предметной области в виде тезауруса и онтологии составляет основу для формирования графа знаний с целью организации навигации по данным библиотеки. Граф знаний представляет собой базу знаний, которая использует модель данных или топологию, структурированную графом, для интеграции данных. Граф знаний – это граф, свойства вершин которого, дуги (отношения между вершинами) и методы работы с ними определяются приложениями, характерными для обработки «знаний», что в свою очередь определяется семантикой этого понятия и может изменяться от приложения к приложению.

Граф знаний – это граф с определенной семантической интерпретацией вершин и дуг (бинарных отношений). Все данные (статьи, персоны, ключевые слова и т. д.) семантической библиотеки, благодаря онтологическому представлению, могут быть представлены в виде графа знаний [17].

На Рис. 8а и Рис. 9а представлены графы с вершинами «публикация» и, соответственно, «понятие тезауруса», и их связи через ребра с вершинами другого уровня, где цветом выделены уровни вершин соответствующего уровня.



Рис. 8а. Связи публикаций с вершинами разного уровня, представленными различными цветами

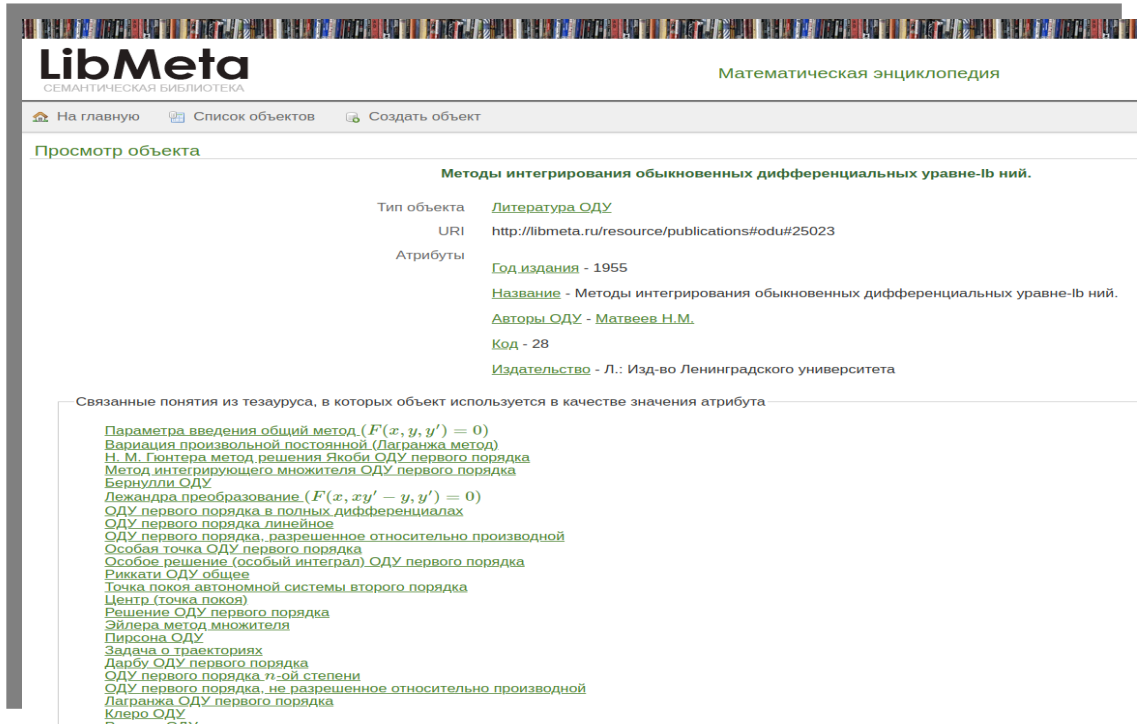


Рис. 8б. Связи публикаций

Доступ к данным через граф знаний обеспечивается онтологией библиотеки и реализуется через ее интерфейс.

На Рис. 8б и Рис. 9б представлены соответствующие странички цифровой библиотеки LibMeta.

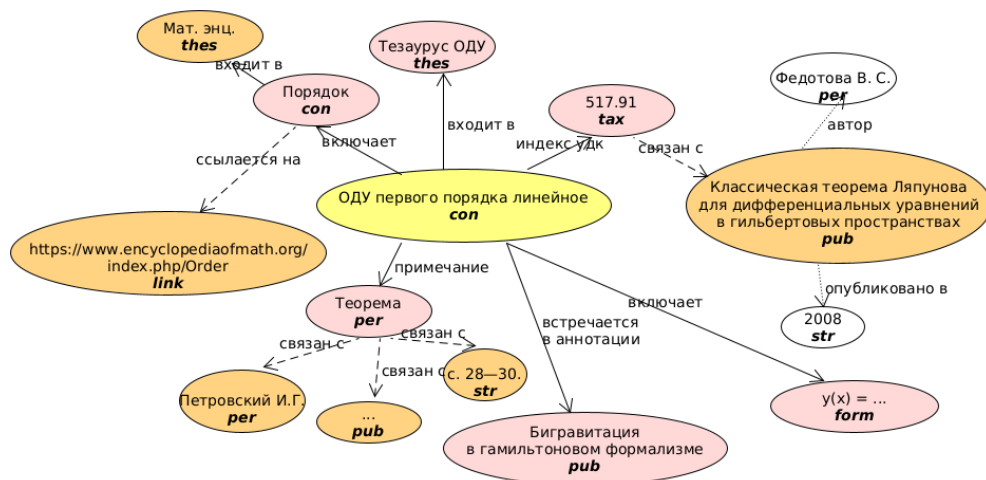


Рис. 9а. Связи понятий тезауруса с вершинами разного уровня, представленными различными цветами

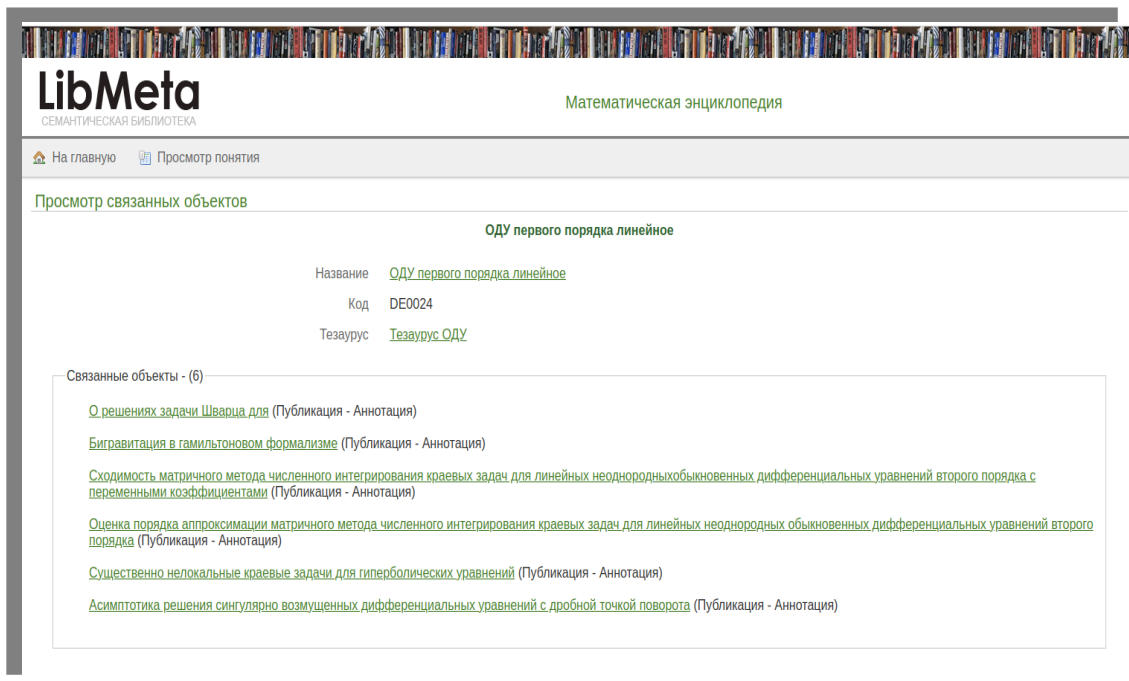


Рис. 9б. Связи понятий тезауруса

Наиболее полная информационная картина связей, возникающих на основе построения графа знаний в библиотеке LibMeta, показана на Рис. 10.

The screenshot displays the LibMeta Semantic Library interface for the concept "Вектор". The central node "Вектор" is connected to several related elements:

- Связанные объекты - Ключевые слова - (93):** A list of related terms including "ветви дисперсионные", "волны нормальные", "динамика аналитическая", "лежандра преобразование", "моды затухающие", "оболочки ортотропные", "рауса уравнения обобщенные", "системы лагранжевы", "теория n-го порядка", "волн нормальных дисперсия", "волноводы слоистые", "материалы функционально-градиентные", "матрицы передаточные", "матрицы реверберационные", "леано ряды", "вариационные модели", "градиентная теория", "классификация условий симметрии", "корректность", "упругость", "boundary conditions", "constraint equations", "dispersion problems", "extended lagrange equations", "extended plate theory", "functionally graded heterogeneous plates", "normal waves", "spectra", "задачи дисперсионные", "лагранжа уравнения обобщенные", "пластины градиентно-неоднородные", "связей уравнения", "слектры теория", "пластин расширенная", "условия краевые", "brinkman.model", "darcy.model", "dissipative processes in hydrodynamics", "gradient hydrodynamics", "linear navier-stokes model", "non-linear navier-stokes model", "variational statements of hydrodynamic models", "вариационные постановки моделей гидродинамики", "градиентная гидродинамика", "диссипативные процессы в гидродинамике", "линейная модель навье-стокса", "модель бринманна", "модель дарси", "нелинейная модель навье-стокса", "correlation-optical method", "density of distribution", "polycrystalline grain", "statistical analysis".
- Связанные объекты - Автор - (30):** A list of authors including Курбатов, Жаворонок, Лурье, Шамо, Кривень, Белов, Вичужанин, Рехов, Ларин, Горбачев, Богачев, Турусков, Елаков, Горынин, Немировский, Яновский, Басистов, Радченко, Радченко, Маслов, Бабешко, Гурьянова, Голованов, Куренков, Лебедев, Карнет, Балабаев, Лемак, Виноградов, Булган.
- Связанные объекты - Год издания - (13):** A list of years from 2022 to 1995.
- Связанные объекты - Номер УДК - (3):** A list of classification codes: 531.3 - Динамика, Кинетика; 539.3 - Механика деформируемых тел, Упругость, Деформации; 5.
- Связанные объекты - (20):** A list of related publications with titles like "ОБЩЕЕННЫЕ УРАВНЕНИЯ РАУСА В ТЕОРИИ ОРТОТРОПНЫХ ОБОЛОЧЕК n-ГО ПОРЯДКА И ИХ ПРИЛОЖЕНИЕ К ЗАДАЧАМ О ДИСПЕРСИИ НОРМАЛЬНЫХ ВОЛН" and "ЗАДАЧИ О ДИСПЕРСИИ ВОЛН В НЕОДНОРОДНЫХ ВОЛНОВОДАХ: МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ (ОБЗОР). ЧАСТЬ I".

Рис. 10. Пример связей в графе знаний понятия с другими данными библиотеки

Здесь, на примере Рис. 10, видно, что благодаря интеграции данных математической энциклопедии [18, 19] и энциклопедии математической физики [20] в LibMeta построен граф знаний, где узел, связанный с понятием *вектор*, интегрирует в себе информацию о публикациях, ключевых словах, классификаторах и т. д. В контексте графа знаний научного института это означает возможность перехода от предметной области некоторого кода классификатора к персоне через связь с публикацией и т. д.

Таким образом, интеграция данных научного института на основе семантической библиотеки обеспечивает доступ, как к персоне, так и к ее научным результатам, а навигация с помощью графа знаний позволяет увидеть связи данных и объектов библиотеки. Так, на Рис. 3 красными стрелками показано, что есть переход от понятия к литературе, ключевым словам, классификаторам, которые имеются в библиотеке и не доступны при простом просмотре, например, публикации. Это обеспечивается за счет связей с разными источниками в самой библиотеке, такими, как перечисленные на Рис. 3. Этот подход к интеграции данных на основе семантических связей и дальнейшей навигации с помощью

графа знаний составляет особенность применения онтологического проектирования для представления в сети научного института.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обсуждается новый взгляд на проблему представления научных трудов, результатов и структуры академического института. На основе семантического представления данных в цифровой библиотеке института сформирован граф знаний, позволяющий осуществить навигацию по различным узлам, таким как административные единицы и персоны, научные труды и результаты и т. д.

В ранней версии проекта ЕНИП не ставилась проблема *соответствия публикаций и результатов исследований научного института множеству предметных областей*. Использование процесса построения графа знаний направлено на решение именно этой задачи. Реализация названного подхода способствует организации информационного сопровождения научных исследований и созданию цифрового ассистента в рамках семантической библиотеки академического института.

Дальнейшие исследования будут посвящены разработке и совершенствованию функциональности локальной версии LibMeta—научный институт, а также реализации интерфейсов для различных категорий пользователей.

Работа представлена в рамках выполнения темы НИР «Математические методы анализа данных и прогнозирования» ФИЦ ИУ РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Al-Aswadi F.N., Chan H.Y., Gan K.H. Automatic ontology construction from text: A review from shallow to deep learning trend // Artif. Intell. Rev. 2020. Vol. 53. P. 3901–3928. <https://doi.org/10.1007/s10462-019-09782-9>
2. Peng C., Xia F., Naseriparsa M., Osborne F. Knowledge Graphs: Opportunities and Challenges. Mar. 2023. <https://arxiv.org/pdf/2303.13948> 24.
3. Bartling S., Friesike S. Towards Another Scientific Revolution // In: Bartling S., Friesike S. (Eds.) Opening Science. The Evolving Guide on How the Internet is Changing Research, Collaboration and Scholarly Publishing. Springer International Publishing. 2014. P. 3–15. https://doi.org/10.1007/978-3-319-00026-8_1
4. Атаева О.М., Серебряков В.А., Тучкова Н.П. Использование семанти-

ческих связей онтологии для создания адаптивного интерфейса // Электронные библиотеки. 2023. Т. 26, № 1. С. 2–7.

<https://doi.org/10.26907/1562-5419-2023-26-1-2-17>

5. *Елизаров А.М., Зуев Д.С., Липачёв Е.К.* Управление жизненным циклом электронных публикаций в информационной системе научного журнала // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. 2014. № 4. С. 81–88.

6. *Бездушный А.А., Бездушный А.Н., Серебряков В.А., Филиппов В.И.* Интеграция метаданных Единого Научного Информационного Пространства РАН. М: Вычислительный центр им. А.А. Дородницына Российской академии наук, 2006. 238 с.

7. *Бездушный А.А., Бездушный А.Н., Нестеренко А.К., Серебряков В.А., Сысоев Т.М., Теймуразов К.Б., Филиппов В.И.* Информационная Web-система «Научный институт» на платформе ЕНИП. М: Вычислительный центр им. А.А. Дородницына Российской академии наук. 2007. 253 с.

8. *Probierz B., Kozak J., Hrabia A.* Clustering of scientific articles using natural language processing, // *Procedia Computer Science*. 2022. Vol. 207. P. 3449–3458. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.403>

9. *Серебряков В.А., Атаева О.М.* Основные понятия формальной модели семантических библиотек и формализация процессов интеграции в ней // Программные продукты и системы. 2015. № 4. С. 180–187.

10. *Alkaissi H., McFarlane S.I.* Artificial Hallucinations in ChatGPT: Implications in Scientific Writing. *Cureus* (February 19, 2023). Vol. 15, No. 2. e35179. <https://doi.org/10.7759/cureus.35179>

11. *Vrandecic D.* Ontology Evaluation, In *Handbook on Ontologies, International Handbooks on Information Systems*, edited by S. Staab, R. Studer. 2009. P. 293–313. https://doi.org/10.1007/978-3-540-92673-3_13.

12. *Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б.* Искусственный интеллект. Инженерия знаний. М: Юрайт, 2018. 93 с.

13. *Гаврилова Т.А., Кудрявцев Д.В., Муромцев Д.И.* Инженерия знаний. Модели и методы: Учебник. СПб: Издательство «Лань», 2016. 324 с.

14. *Боргест Н.М.* Научный базис онтологии проектирования // Онтология проектирования. №. 1. 2013. С. 7–25.

15. Ataeva O., Serebryakov V., Tuchkova N. Ontological approach to a knowledge graph construction in a semantic library // Lobachevskii J. of Mathematics. 2023. Vol. 44, No. 6. P. 2229–2239. <https://doi.org/10.1134/S1995080223060471>

16. Ataeva O., Kornet Yu.N., Serebryakov V., Tuchkova N. Approach to creating a thesaurus and a knowledge graph of an applied subject area // Lobachevskii J. of Mathematics. 2023. Vol. 44, No. 7. P. 2577–2586. <https://doi.org/10.1134/S1995080223070077>.

17. Scholarly Knowledge. Open Research Knowledge Graph.
URL: <https://orkg.org/>.

18. Matematicheskaya enciklopediya. Gl. red. I.M. Vinogradov. T. 2 D-Koo, M.: Sovetskaya enciklopediya. 1979. 1104 p.

19. Encyclopedia of Mathematics.
URL: https://www.encyclopediaofmath.org/index.php/Main_Page.

20. Фаддеев Л.Д. Математическая физика – энциклопедия. 1998.

ON PRESENTATION OF THE RESULTS OF A SCIENTIFIC INSTITUTE IN THE FORM OF A KNOWLEDGE GRAPH IN A SEMANTIC LIBRARY

O.M. Ataeva¹ [0000-0003-0367-5575], V.A. Serebryakov² [0000-0003-1423-621X],
N.P. Tuchkova³ [0000-0001-5357-9640]

^{1, 2, 3}FRC «Computer Sciences and Control», Russian Academy of Sciences, Vavilov str.,
40, Moscow, 119333, Russia

¹oli.ataeva@gmail.com, ²serebrvas@gmail.com, ³natalia_tuchkova@mail.ru

Abstract

The problem of presenting scientific results of academic institute in a digital environment is considered. A new look at the knowledge space of a scientific institute constitutes a natural stage in the development of WEB technologies. The data structure inherent in previous studies allows you to organize search and navigation through them using a knowledge graph, like a version of the semantic library LibMeta. The knowledge graph gives a more complete and high-quality idea of the

knowledge space, often removing the cognitive load in the perception of complex structures and data connections.

Keywords: *digital library LibMeta, applied ontology, knowledge graph, data sources, ontology development, scientific results in the digital environment, scientific institute.*

REFERENCES

1. Al-Aswadi F.N., Chan H.Y., Gan KH. Automatic ontology construction from text: A review from shallow to deep learning trend // *Artif. Intell. Rev.* 2020. Vol. 53. P. 3901–3928. <https://doi.org/10.1007/s10462-019-09782-9>
2. Peng C., Xia F., Naseriparsa M., Osborne F. Knowledge Graphs: Opportunities and Challenges. Mar. 2023. <https://arxiv.org/pdf/2303.13948> 24.
3. Bartling S., Friesike S. Towards Another Scientific Revolution // In: Bartling S., Friesike S. (Eds.) *Opening Science. The Evolving Guide on How the Internet is Changing Research, Collaboration and Scholarly Publishing.* Springer International Publishing. 2014. P. 3–15. https://doi.org/10.1007/978-3-319-00026-8_1
4. Ataeva O., Serebryakov V., Tuchkova N. Ispol'zovanie semanticheskikh svyazey ontologii dlya sozdaniya adaptivnogo interfejsa // *Russian Digital Libraries Journal.* 2023. Vol. 26, No. 1. P. 2–7. <https://doi.org/10.26907/1562-5419-2023-26-1-2-17>
5. Elizarov A.M., Zuev D.S., Lipachyov E.K. Upravlenie zhiznennym cik-lom elektronnykh publikacij v informacionnoj sisteme nauchnogo zhurnala // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sistemnyj analiz i informacionnye tekhnologii.* 2014. No. 4. P. 81–88.
6. Bezdushnyj A.A., Bezdushnyj A.N., Serebryakov V.A., Filippov V.I. Integraciya metadannyh Edinogo Nauchnogo Informacionnogo Prostranstva RAN. M: Vychislitel'nyj centr im. A.A. Dorodnicyna Rossijskoj akademii nauk. 2006. 238 p.
7. Bezdushnyj A.A., Bezdushnyj A.N., Nesterenko A.K., Serebryakov V.A., Sysoev T.M., Tejmurazov K.B., Filippov V.I. Informacionnaya Web-sistema «Nauchnyj institut» na platforme ENIP. M: Vychislitel'nyj centr im. A.A. Dorodnicyna Rossijskoj akademii nauk. 2007. 253 p.
8. Probiez B., Kozak J., Hrabia A. Clustering of scientific articles using natural language processing // *Procedia Computer Science.* 2022. Vol. 207. P. 3449–3458.

<https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.403>

9. Serebryakov V., Ataeva O. Osnovnye ponyatiya formal'noj modeli semanticheskikh bibliotek i formalizatsiya processov integratsii v nej // Programmnye produkty i sistemy. 2015. No. 4. P. 180–187.
10. Alkaiissi H., McFarlane S.I. Artificial Hallucinations in ChatGPT: Implications in Scientific Writing. Cureus (February 19, 2023). Vol. 15, No. 2. e35179. <https://doi.org/10.7759/cureus.35179>
11. Vrandecic D. Ontology Evaluation, In Handbook on Ontologies, International Handbooks on Information Systems, edited by S. Staab, R. Studer. 2009. P. 293–313. https://doi.org/10.1007/978-3-540-92673-3_13
12. Zagorul'ko Yu.A., Zagorul'ko G.B. Iskusstvennyj intellekt. Inzheneriya znaniy. M: Yurajt. 2018. 93 p.
13. Gavrilova T.A., Kudryavcev D.V., Muromcev D.I. Inzheneriya znaniy. Modeli i metody: Uchebnik. SPb.: Izdatel'stvo «Lan'». 2016. 324 p.
14. Borgest N.M. Nauchnyj bazis ontologii proektirovaniya // Ontologiya proektirovaniya, 2013. № 1. P. 7–25.
15. Ataeva O., Serebryakov V., Tuchkova N. Ontological approach to a knowledge graph construction in a semantic library // Lobachevskii J. of Mathematics, 2023. Vol. 44, No. 6. P. 2229–2239. <https://doi.org/10.1134/S1995080223060471>.
16. Ataeva O., Kornet Yu.N., Serebryakov V., Tuchkova N. Approach to creating a thesaurus and a knowledge graph of an applied subject area // Lobachevskii J. of Mathematics, 2023. Vol. 44, No. 7. P. 2577–2586. <https://doi.org/10.1134/S1995080223070077>
17. Scholarly Knowledge. Open Research Knowledge Graph. <https://orkg.org/>.
18. Matematicheskaya enciklopediya. Gl. red. I.M. Vinogradov. T.2 D-Koo, M.: Sovetskaya enciklopediya. 1979. 1104 p.
19. Encyclopedia of Mathematics. https://www.encyclopediaofmath.org/index.php/Main_Page.
20. Faddeev L.D. Matematicheskaya fizika – enciklopediya. 1998

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ



АТАЕВА Ольга Муратовна – старший научный сотрудник Вычислительного центра им. А.А. Дородницына ФИЦ ИУ РАН, кандидат техн. наук, специалист в области системного программирования и баз данных.

Olga Muratovna ATAeva – senior researcher of the of Dorodnicyn computing center FRC SCS RAS, PhD, expert in the field of system programming and databases

email: oli.ataeva@gmail.com

ORCID: 0000-0003-0367-5575



СЕРЕБРЯКОВ Владимир Алексеевич – специалист в области теории формальных языков и её приложений, доктор физ.-мат. наук, профессор, зав. отделом Вычислительного центра им. А.А. Дородницына ФИЦ ИУ РАН. Руководитель и участник разработки ряда известных программных проектов, в частности, ИСИР и ИСИР РАН, «Научный портал РАН».

Vladimir Alekseevich SEREBRYAKOV – expert in the field of theory of formal languages and its applications, doctor of sciences, professor, head of Dorodnicyn computing center FRC SCS RAS department. Head and participant in the development of a number of well-known program projects, in particular, ISIR and ISIR RAS, Scientific portal RAS

email: serebrvas@gmail.com

ORCID: 0000-0003-1423-621X



ТУЧКОВА Наталья Павловна – старший научный сотрудник Вычислительного центра им. А.А. Дородницына ФИЦ ИУ РАН, кандидат физ.-мат. наук, окончила ВМиК МГУ им. М.В. Ломоносова. Специалист в области алгоритмических языков и информационных технологий.

Natalia Pavlovna TUCHKOVA – senior researcher of Dorodnicyn computing center FRC SCS RAS, PhD in physics with a math degree, graduated from CS Faculty of Lomonosov MSU. The expert in the field of algorithmic languages and information technologies.

email: natalia_tuchkova@mail.ru

ORCID: 0000-0001-5357-9640

Материал поступил в редакцию 3 ноября 2024 года.