

ЧЕБЫШЕВСКИЙ СБОРНИК

Том 23. Выпуск 5.

УДК 51 (09): 004.8

DOI 10.22405/2226-8383-2022-23-5-172-187

О проектировании систем научной осведомленности в области истории математики с использованием мультиагентных технологий^{1,2}

Е. М. Богатов, А. В. Коренев, И. С. Михайлов

Богатов Егор Михайлович — кандидат физико-математических наук, доцент, Губкинский филиал Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» (г. Губкин); Старооскольский технологический институт им. А. А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» (г. Старый Оскол).

e-mail: embogatov@inbox.ru

Коренев Артем Викторович — Старооскольский технологический институт им. А. А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» (г. Старый Оскол).

e-mail: korenev01@mail.ru

Михайлов Илья Сергеевич — Старооскольский технологический институт им. А. А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» (г. Старый Оскол).

*e-mail: mikhaylov.is@yandex.ru***Аннотация**

Хорошо известно, что современным историкам физико-математических наук приходится отдавать много времени и сил на рутинную работу, относящуюся к формированию тематической базы данных по выбранному направлению исследований, а также поиском первоисточников и материалов историко-научного плана (воспоминаний, писем, статей к юбилеям и т.п.). Ещё одна трудозатратная часть деятельности научного работника (вне зависимости от сферы интересов) связана с вопросами научно-организационного и научно-методического характера, такими, как участие в конференциях и семинарах, поиск журналов для публикации, грантов для получения финансовой поддержки и т.п. Развитие теории экспертных систем и нейросетевых алгоритмов дало возможность для построения электронных систем научной осведомлённости в области истории науки, выполняющих значительную часть вышеперечисленных задач. Это позволит уделять больше времени основной работе учёного — получению новых результатов. В соответствии с принципами инженерии знаний, в структуру системы научной осведомленности историка математики предлагается включить обучаемых электронных агентов, обладающих искусственным интеллектом, что позволит решать задачи сложного поиска, а также формировать базы данных и знаний в соответствующей предметной области. Авторами приводится вариант интерфейса системы научной осведомленности в сфере истории математики, включающей в себя подсистему обучения, содержащую лекционный материал и сведения энциклопедического характера, а также следующие функциональные блоки

- поиска;
- формирования баз данных публикаций и первоисточников;

¹Работа является продолжением исследований, проведенных в [14]. Ее также можно считать расширенным вариантом доклада [5].

²Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 20-011-00402.

- семинаров и конференций;
- форумов и социальных сетей учёных;
- грантовой поддержки;
- формирования базы данных университетов, реализующих образовательные программы в области истории математики;
- совместной работы по научным проектам.

Ключевые слова: проектирование систем научной осведомленности, мультиагентные технологии, инженерия знаний, история математики.

Библиография: 32 названия.

Для цитирования:

Е. М. Богатов, А. В. Корнев, И. С. Михайлов. О проектировании систем научной осведомленности в области истории математики с использованием мультиагентных технологий // Чебышевский сборник, 2022, т. 23, вып. 5, с. 172–187.

CHEBYSHEVSKII SBORNIK

Vol. 23. No. 5.

UDC 51 (09): 004.8

DOI 10.22405/2226-8383-2022-23-5-172-187

**On the design of scientific awareness systems in the field
of the history of mathematics using multi-agent technologies**

E. M. Bogatov, A. V. Korenev, I. S. Mikhailov

Bogatov Egor Mikhailovich — Gubkin branch of the National University of Science and Technology «MISIS» (Gubkin); Ugarov Sary Oskol Technological Institute (branch) National University of Science and Technology «MISIS» (Sary Oskol).

e-mail: embogatov@inbox.ru

Korenev Artyom Viktorovich — Ugarov Sary Oskol Technological Institute (branch) National University of Science and Technology «MISIS» (Sary Oskol).

e-mail: korenev01@mail.ru

Mikhailov Ilya Sergeyevich — Ugarov Sary Oskol Technological Institute (branch) National University of Science and Technology «MISIS» (Sary Oskol).

e-mail: mikhaylov.is@yandex.ru

Abstract

It is well known that modern historians of the physical and mathematical sciences have to devote a lot of time and effort to routine work related to the formation of a thematic database in the chosen field of research, as well as the search for primary sources and for the historical-scientific content (memoirs, letters, articles for anniversaries, etc.). Another labor-intensive part of the researcher's activity (regardless of the sphere of interests) is related to scientific-organizational and scientific-methodological nature's questions, such as participation in conferences and seminars, search for journals for publication, search for grants for financial support, etc. The development of the theory of expert systems and neural network algorithms made it possible to build electronic systems of scientific awareness in the field of the history of science, performing a significant part of the above tasks. This will allow to spend more time to the main work of the scientist – obtaining new results. In accordance with the principles of knowledge engineering, it is proposed to include trained electronic agents with artificial

intelligence in the structure of the scientific awareness system of the historian of mathematics, which will allow solving complex search problems, as well as forming databases and knowledge bases in the relevant subject area. The authors present a variant of the interface of the system of scientific awareness in the field of the history of mathematics, which includes a learning subsystem containing lecture material and information of an encyclopedic nature, as well as the following functional blocks

- search;
- formation of databases of publications and primary sources;
- seminars and conferences;
- forums and social networks of scientists;
- grant support;
- formation of a database of universities implementing educational programs in the field of history of mathematics;
- joint work on scientific projects.

Keywords: design of scientific awareness systems, multi-agent technologies, knowledge engineering, history of mathematics.

Bibliography: 32 titles.

For citation:

E. M. Bogatov, A. V. Korenev, I. S. Mikhailov, 2022, "On the design of scientific awareness systems in the field of the history of mathematics using multi-agent technologies", *Chebyshevskii sbornik*, vol. 23, no. 5, pp. 172–187.

1. Введение

Последние 300-400 лет происходило достаточно интенсивное развитие математики, механики, физики и астрономии, что явилось основой научно-технического прогресса в XX-XXI вв. Осмысление указанных процессов происходит в рамках историко-научных исследований, включающих в себя, как правило, следующие основные этапы [6]:

- а) тщательное изучение предметной области;
- б) поиск и анализ первоисточников;
- в) использование форумов и социальных сетей учёных для поиска ответов на вопросы, возникающие при погружении в предметную область;
- г) поиск публикаций на аналогичную тему исследования;
- д) воссоздание эволюции математических идей;
- е) апробация на конференциях и семинарах;
- ж) подготовка к публикации в журнале.

Немаловажным фактором в мотивации исследователей является наличие премий, стипендий и грантов в указанной области, а также доступность информации об их получении.

К началу XXI века значительная часть архивных документов³ по истории математики стала оцифрована и может быть доступна по подписке. Наличие большого количества первоисточников и статей, вышедших за последние 30-40 лет в области истории науки приводит к необходимости систематизировать их поиск в сети Интернет в разных разрезах по запросам научных коллективов и отдельных ученых, а также обеспечить их накопление в локальных хранилищах данных.

Возникает вопрос, можно ли спроектировать экспертную систему, которая предоставит возможности для получения помощи при выполнении всего спектра исследований по истории

³В первую очередь это относится к европейским и американским научным фондам.

математики и будет, при необходимости, обеспечивать совместную работу учёных, специализирующихся в этой области. Подобная система (система научной осведомленности) позволит, прежде всего, освободить исследователя части от рутинной работы, возникающей на перечисленных выше этапах, за исключением, вероятно, этапа воссоздания эволюции идей и выявления закономерностей развития математики.

2. Возможности для уменьшения объёма рутинной работы историка математики (на примере России)

Продemonстрируем задачи и трудности, которые могут возникнуть при изучении конкретной историко-математической темы:

а) *Тщательное изучение предметной области.*

На данном этапе должны быть сформированы следующие базы данных, возможно при участии электронного помощника:

- Электронные учебники по выбранной теме.
- Научно-популярные издания (журнал «Квант», журнал «Математическое просвещение» [26]).
- Математические энциклопедии [17].
- Лекции на канале YouTube Russia в MathNet.ru (см., например, [19]).
- Научные обзоры в журналах *Успехи математических наук* (см., например, [4]) и *Итоги науки и техники. Серия «Математический анализ»* (см., например, [31]).

б) *Поиск и анализ первоисточников.*

К первоисточникам будем относить статьи старше 100 лет. В процессе работы над темой их выходные данные зачастую можно найти в списке литературы при работе на предыдущем этапе. Существенную помощь здесь может оказать поисковый робот, который будет проверять наличие первоисточников на заданную тему в имеющихся электронных библиотеках. Наибольший интерес представляют следующие онлайн-ресурсы:

- <http://www.e-heritage.ru> (научное наследие России);
- <https://gallica.bnf.fr> (национальная цифровая библиотека Франции);
- <https://eudml.org> (европейская цифровая математическая библиотека);
- <https://archive.org> (универсальная электронная библиотека США);
- <https://www.jstor.org> (цифровая база данных полнотекстовых научных журналов).

Другое важное место, где стоит искать первоисточники – это энциклопедии по истории математики разных стран: «Companion Encyclopedia of the History and Philosophy of the Mathematical Sciences» [8], «The Oxford Handbook of The History of Mathematics» [24], История отечественной математики [9]–[12] и др.

Одна из основных задач поискового робота – пополнять первоисточниками соответствующую базу данных.

в) *Использование форумов и социальных сетей учёных для поиска ответов на вопросы, возникающие при погружении в предметную область.*

Этот инструмент будет задействован в случае необходимости получения ответа на вопросы, появляющиеся в процессе изучения отдельных разделов математики в рамках работы над

предыдущими пунктами. Нет нужды создавать отдельную базу данных форумов, поскольку они могут появляться и исчезать в сети Интернет. Поиск подходящих форумов/социальных сетей учёных также можно поручить электронному помощнику. В качестве примера форума можно указать международную площадку обмена мнениями MATHEMATICA [22]; соответствующий русскоязычный аналог имеет название *Научный форум dxdy* [21].

Одна из наиболее известных в нашей стране социальных сетей учёных (куда могут входить, конечно, и историки математики) – это ResearchGate.

г) *Поиск публикаций на аналогичную тему исследования.*

Российские авторы, работающие в области истории математики, ориентируются здесь, прежде всего, на специализированные журналы, выпускавшиеся в XX в.: ИМИ (Историко-математические исследования); ИАИ (Историко-астрономические исследования); ИМЕН (История и методология естественных наук); труды ИИЕТ РАН (Институт истории естествознания и техники имени С. И. Вавилова РАН).

Статьи на нужную тему имеет смысл поискать в международных иностранных журналах, таких, как «Archive for History of Exact Sciences», «Historia Mathematica», «Antiquitates Mathematicae».

Если удастся найти имена учёных, работающих в областях, близких к интересующей, то полезно заглянуть на их домашние страницы и посмотреть их статьи. Для поиска нужных статей на этих страницах в автоматическом режиме существует ряд методов, о которых мы скажем ниже.

д) *Воссоздание эволюции математических идей.*

Это этап самостоятельной работы учёного; привлечь электронного помощника здесь не представляется возможным.

е) *Апробация на семинарах и конференциях.*

Поиск и структурирование информации о семинарах и конференциях в России и других странах нужно поручить программе-роботу. Приведём возможные варианты структурирования: по странам, по континентам, по статусу (Scopus, Web of Science, РИНЦ), по величине оргвзноса, по формату проведения (дистанционно, очно, очно-заочно), по количеству участников, по качественному их составу.

ж) *Подготовка к публикации.*

Поиск и упорядочивание информации о журналах, в которых можно опубликовать научные результаты, также можно поручить программе-роботу. Информация о журнале может включать в себя: статус журнала (Scopus, Web of Science, РИНЦ⁴), периодичность выхода номеров, язык публикации, стоимость публикации, рейтинг журнала, объем статьи, правила оформления.

3. Построение системы научной осведомленности

Одна из первых попыток дать определение системы научной осведомленности (СНО) была предпринята в статье Р. Хакаторна [28].

Под СНО мы будем понимать экспертную систему, обеспечивающую эффективную работу членов научного сообщества в рамках выделенной предметной области знаний и берущую на себя часть функций исследователя.

В системах научной осведомленности методы исследований помещаются в общую библиотеку решений, а данные из разнородных источников интегрируются в общее хранилище данных, которое через предметно-ориентированные информационные ресурсы поставляет информацию конечным пользователям: ученым, студентам, преподавателям, аспирантам. Реализа-

⁴Российский индекс научного цитирования. Аналогичные индексы имеются, естественно, и в других странах.

ция механизмов доставки данных потребителям, включающая поиск научных публикаций в интернет-источниках, может быть осуществлена на основе мультиагентных технологий. Поскольку системы научной осведомленности предназначены для коллективного использования и совместной работы, они должны предоставлять быстрый доступ к данным и простые способы обмена информацией между работающими в разных городах специалистами.

Архитектуру системы научной осведомленности (независимо от предметной области) можно представить на рис. 1.

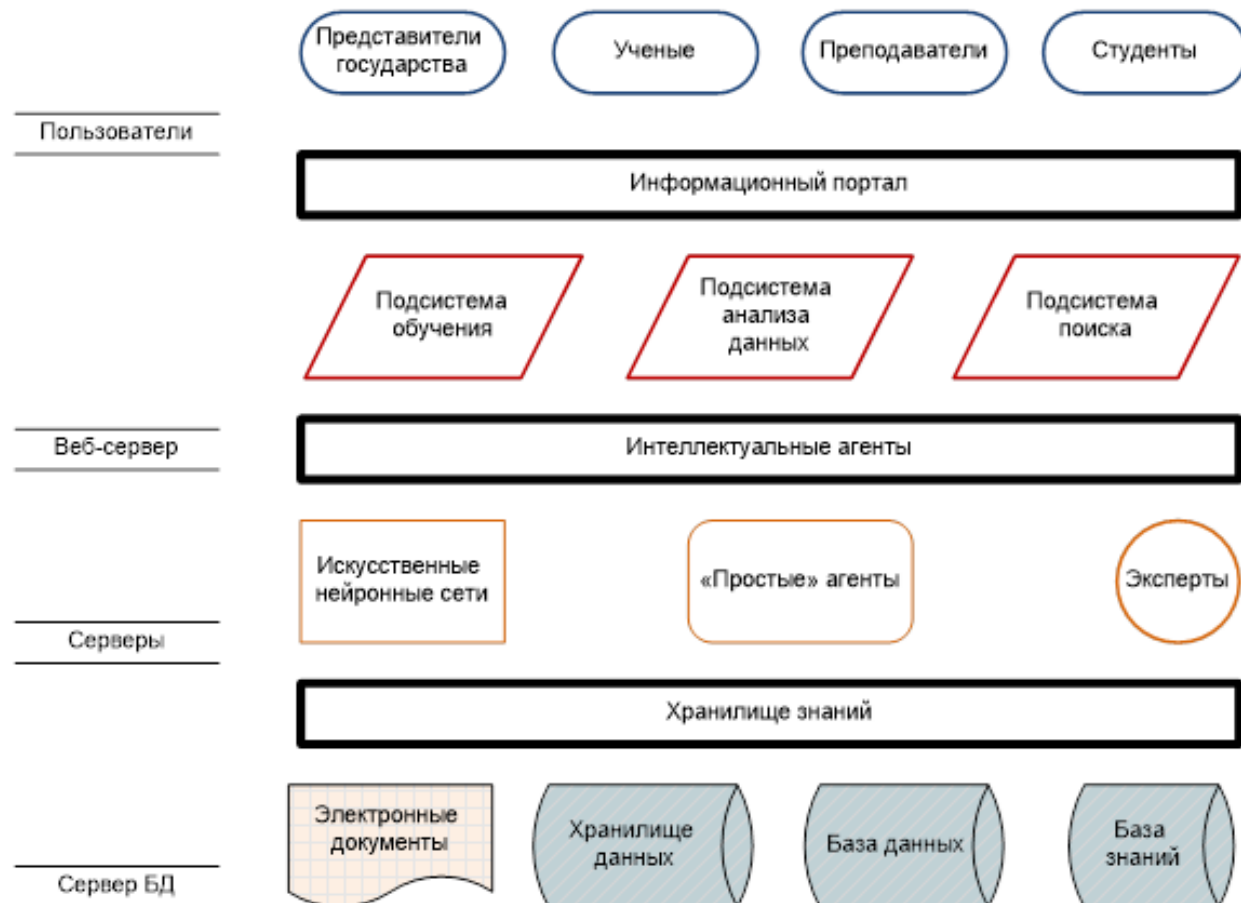


Рис 1: Архитектура системы научной осведомленности

Эта система состоит из нескольких программных слоев [7].

Первый слой реализован как предметно-ориентированное визуальное решение, которое предоставляет пользователю интерфейс. Данное приложение предоставляет доступ к следующим программным компонентам системы: информационной подсистеме, аналитической подсистеме, подсистеме обучения.

Второй слой состоит из интеллектуальных агентов, которые управляют работой встроенных в систему «рядовых» агентов, выполняющих функции «умного» поиска и систематизации информации. Все агенты должны иметь собственные критерии поиска, предпочтения и ограничения. Таким образом, полученная система может быть отнесена к категории мультиагентных систем.

Третий слой представляет собой хранилище знаний, которое состоит из:

- хранилищ данных, в которые пользователи имеют возможность заносить полученные ими в результате работы с системой новые сведения;

- электронных документов, которые, в частности, могут представлять собой материалы лекций по предметной области, а также словарь терминов.

Возможность пополнения системы предметными знаниями накладывает на её функционал определенные ограничения. Такие ограничения связаны с необходимостью обеспечить достоверность вносимых данных. Поэтому хранилище знаний системы состоит из двух разделов: базового раздела, составленного экспертами по данным научных публикаций, и раздела, произведенного пользователями системы [7].

Одной из особенностей архитектуры СНО, что делает ее привлекательной для использования в высшем образовании, является возможность включения в неё подсистемы e-learning. Основу данной подсистемы могут составить веб-ориентированные курсы лекций.

Отметим, что система научной осведомлённости в области истории математики не предполагает производства новых знаний без участия человека, как это, например, реализовано в СНО по физической химии [27, 25].

В данной мультиагентной системе предполагается использовать следующие типы агентов [32].

Интерфейсный агент отвечает за взаимодействие между пользователем и системой.

Резидентный агент обладает механизмом принятия решений, выбирает агентов-исполнителей для конкретных задач.

Реактивный агент принимает входные данные от резидентного агента, обрабатывает их и возвращает ответ. Характерным примером реактивного агента является *поисковый агент*, предназначенный для поиска и извлечения необходимых данных из объектов хранилища знаний и внешних источников.

Пользователь осуществляет взаимодействие с системой с помощью интерфейсного агента. После получения запроса производится опрос резидентных агентов. На основе полученных ответов принимается решение, какому агенту поручить выполнение действий. Например, если был произведен запрос поиска источника по ключевым словам (статьи, книги и т.п.), то он перенаправляется поисковому агенту, имеющему доступ к базам знаний и данных системы научной осведомленности.

4. Специфика мультиагентной работы для СНО в области истории математики

Перечислим функции агентов системы научной осведомленности, имеющих интеллектуальные составляющие, соответствующие задачам, перечисленным в п.2 и блокам на схеме рис. 1. Для удобства этим агентам будут присвоены порядковые номера.

1. Детальное изучение предметной области.

Агент 1 подбирает материалы по предметной области. Его интеллектуальные функции основаны на использовании алгоритмов нечёткой логики [16]:

- Подбор синонимов к фразе.
- Перевод на другие языки исходной фразы.
- Подбор синонимов на иностранном языке.
- Возможная передача части функций подчиненным агентам.

2. Поиск и изучение первоисточников.

Агент 2 осуществляет поиск первоисточников. Его интеллектуальные функции:

- Перевод ключевых слов на иностранные языки.
 - Работа с различными типами данных (pdf, docx, doc, jpg, PS и др.).
3. Использование форумов и социальных сетей для поиска ответов на возникшие в процессе погружения в тему вопросы.

Агент 3 служит для поиска форумов и социальных сетей учёных (таких, как ResearchGate). Интеллектуальная функция: актуализировать список форумов по истории физики и математики.

4. Поиск материалов на схожую тему исследования.

Агент 4 должен владеть нижеперечисленными методами поиска:

- Метод, использующий стандартную поисковую стратегию. Здесь страница с наиболее высокой релевантностью запросу (в том числе среди текстов авторефератов и диссертаций [3]) принимается искомой страницей.
 - Метод автономного индексирования цитирований, используемый в поисковой системе CiteSeerX, где поиск статей, созданных в формате PostScript и PDF ведется на домашних страницах ученых [23].
 - Метод поиска указанных страниц, базирующийся на машинном обучении. Он реализует поиск ресурсов, релевантных запросу, путем построения дерева решений, а также использования модели логистической регрессии для оценки их релевантности [15].
 - Трёхшаговый метод целенаправленного сканирования, который включает в себя поиск в базах данных активно работающих в выбранной области ученых, нахождение научных статей на их домашних страницах, а также поиск аналогичных статей других авторов [29].
 - Метод, основанный на поиске по заданной библиографической ссылке. Его суть заключается в следующем: сначала осуществляется отбор десяти ссылок, затем с помощью поискового робота ведётся поиск страницы, содержащей с большой вероятностью ссылку на искомую статью, после чего найденная ссылка сравнивается с библиографической.
 - Вероятностный метод, использующий для поиска информацию из структуры и текста документа. Для каждого документа создается языковая модель, которая определяет частоту распределения слов в полученной базе документов и выбираются документы с наибольшей частотой встречаемости нужных семантических единиц.
5. Поиск подходящих семинаров и конференций.

Агент 5 служит для поиска семинаров и конференций. Интеллектуальная функция: актуализировать список семинаров и конференций по истории математики.

Цель работы агента: создать обновляемую базу конференций по истории математики (региональных и международных). Примером такой базы может стать WikiCFP – семантическая вики-страница для запросов на публикации в области науки и техники, на которой размещены данные о конференциях, проходивших в разное время в различных странах мира [2].

6. Подготовка к публикации:

Агент 6 служит для поиска журналов. Интеллектуальные функции:

- Умение актуализировать список журналов по истории физики и математики.

- Умение разбивать журналы по категориям (статус, язык, ожидаемое время публикации).

Цель работы агента: создать базу данных журналов в области истории математики.

Здесь за основу может быть взят каталог журналов открытого доступа (DOAJ) – веб-сайт, на котором разрешается читать, загружать, копировать, распространять или ссылаться на полные тексты статей [13]. К примеру, в перечень российских журналов, публикующих статьи по истории математики входят: «Чебышевский сборник», «Научные ведомости БелГУ. Серия Прикладная математика & Физика», «Таврический вестник математики и информатики», «Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика», «Владикавказский математический журнал», «Математическое образование».

7. Работа с подсистемой обучения.

Интеллектуальные функции агента 7:

- Умение пополнять словарь терминов (например, если пользователь начал прибегать к помощи какого-то учебника, и в нем есть глоссарий, то агент автоматически должен пополнять словарь терминов из него).
- Умение пополнять базу знаний учебниками и курсами лекций из списка, найденного агентом 1.

8. Поиск премий и грантов в конкретной области истории математики.

Для этой цели служит агент 8. Интеллектуальная функция: актуализировать список премий и грантов в области истории математики.

В результате работы этого агента должна быть сформирована база данных премий и грантов в указанной области. Такую базу можно создать по примеру Научного фонда Ирландии (SFI), на сайте которого содержится информация о премиях, вручаемых различным ученым и исследователям в самых разнообразных отраслях науки [20]. Составными элементами этой базы (в нашем случае) могут быть:

- Премия Тейлора и Фрэнсиса для молодых исследователей.
- Конкурс диссертаций по истории науки DHST.
- Премия Отто Нойгебауэра по истории математики.
- Премия Неймана по истории математики.
- Премия Кеннета О. Мэйя по истории математики.
- Премия Монтюкла по истории математики.
- Грант на архивные исследования Граттан-Гинесса.
- Гранты на исследование истории китайской математики фонда ССКФ.

9. Создание баз данных ВУЗов, имеющих программы магистратуры и аспирантуры по истории математики.

Агент 9 служит для поиска ВУЗов. Его интеллектуальная функция - актуализация списка ВУЗов, имеющих программы подготовки по истории математики.

Этот список (для англоязычных претендентов) может, к примеру, иметь следующий вид:

- Кафедра истории и философии Университета Калгари, Канада;
- Математический факультет Университета Саймона Фрейзера, Канада;

- Институт истории и философии науки и техники Университета Торонто, Канада;
- Школа философии, религии и истории науки Лидского университета, Великобритания;
- Кафедра истории науки Гарвардского университета, США;
- Исторический факультет Чикагского университета, США;
- Факультет философии Мичиганского университета, США;
- Индийский технологический институт в Гандинагаре (постдоковские программы по истории индийской математики);
- Центр математики и истории науки Северозападного университета, Китай;
- Университет Бангалор, Индия (магистерская программа по философии математики);
- Кафедра философии Университета имени Сунь Ятсена, Китай.

В последние годы стал набирать обороты речевой сегмент истории науки, особенно в европейских и американских ВУЗах (см., например, [1]), поэтому в число агентов, обслуживающих системы научной осведомлённости по истории науки, в недалёком будущем потребуются включить агента по транскрибации устной информации.



Рис 2: План-схема интерфейса системы научной осведомлённости в области истории математики

В качестве основы для реализации всех указанных выше функций системы научной осведомлённости по истории математики, может быть предложена схема, изображённая на рис. 2.

Блок Проекты (см. рис.2) предназначен для совместной работы над определённой научной темой. Участники проекта будут иметь возможность определить свою роль (руководитель, исполнитель, помощник), в соответствии с чем они будут наделяться соответствующими правами и обязанностями. Функционал этого блока должен включать в себя способы общения участников проекта (чат, видеоконференция и т.п.) и обеспечивать совместную работу с файлами и текстовыми документами.

5. Другие особенности системы научной осведомлённости в области истории математики

Авторы считают необходимым заложить в систему научной осведомлённости возможность использования форумов, на которых можно обмениваться идеями, задавать вопросы и формировать научные группы для работы над определенной темой (см. рис. 2). Примером может стать интернет-форум по истории математики Math10.com. Для создания форумов подобного рода можно использовать различные конструкторы, как, например WordPress [18], на котором, по данным аналитической площадки BuiltWith, уже построено около 20 миллионов Web-ресурсов. Его удобство состоит в частности, в наличии специального инструмента (Disputo), который позволяет реализовать следующие полезные функции:

- обмен личными сообщениями;
- менеджер объявлений;
- рейтинговую систему поощрений;
- планирование отправки сообщений;
- раздел FAQ (Часто задаваемые вопросы).

Кроме того, участники созданного в рамках Disputo платформы WordPress форума смогут создавать личные блоги и отправлять посты на одобрение. Предполагается, что форум СНО будет иметь следующую (традиционную) структуру: Разделы → Темы → сообщения (посты), в которых будет предусмотрена функция добавления редактора формул.

6. Заключение

Предложенная схема построения системы научной осведомлённости в области истории математики может стать основой для разработки подобного рода систем не только в области естественных и технических наук, но и в перспективе, в области общественных и социальных наук.

По-видимому, имеет смысл сначала создавать национальные СНО, а потом, на их основе, по примеру мозаики – международные. Это позволит облегчить работу учёных из разных стран, проводящих исследования в рамках интернациональных проектов, а также создавать виртуальные научные коллективы исследователей, работающих в одной области. Финансирование национальных СНО должно осуществляться, по-видимому, за государственный счёт (возможно, в виде грантов и программ поддержки науки). Функционирование международных СНО может поддерживаться за счёт международных научных фондов, а их управление целесообразно строить по принципу международных научных организаций, таких, как Международная академия истории науки.

Представленная система научной осведомлённости в области истории математики, по мнению авторов, должна быть кроссплатформенной, иметь «открытую архитектуру» и пополняться, по мере необходимости, новыми элементами. Сюда, к примеру, могут входить компоненты по созданию команд для выполнения международных проектов, перевод текстов статей с иностранного языка на национальный, а также дополнительный функционал, относящийся к подсистеме обучения. Мы также предполагаем, что система научной осведомлённости в области истории отдельных дисциплин в рамках выделенного цикла (например, физико-математического) будет давать возможность пользоваться ресурсной базой «соседа по циклу». Например, система научной осведомлённости по истории математики будет подключаться к базе источников по истории астрономии и т.п.

Отметим, что внедрение аналога СНО в ВУЗы было положительно воспринято университетским сообществом [30, Гл. 5]. Это позволяет сделать оптимистический прогноз по поводу использования СНО среди историков науки, что, в конечном итоге, должно увеличить производительность труда исследователей и позволит уделять больше времени и внимания выявлению новых закономерностей в развитии науки в целом и отдельных её направлений, определению роли выдающихся учёных и научных коллективов в национальном и мировом масштабе и решению других актуальных задач истории науки.

СПИСОК ЦИТИРОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ассоциация устной истории. Режим доступа: URL: <https://www.oralhistory.org> (дата обращения: 30.02.2022).
2. A Wiki calls for papers. Режим доступа: URL: <http://www.wikicfp.com/cfp/> (дата обращения: 10.03.2022).
3. Авдеева Н. В., Никулина О. В. и др. Научный поиск: методы тематически-ориентированного поиска научной информации / XVI Всеросс. науч. конф. RCDL-2014 “Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции” – 2014. С. 237-241.
4. Александров П. С. О некоторых основных направлениях в общей топологии // Успехи математических наук, 19:6(120) (1964), С. 3–46.
5. Bogatov, E. M., Korenev, A. V., Mikhailov, I. S., 2021, About designing a system of scientific awareness in the history of mathematics field. Dickstein Forum 2021, Cracow, Poland. Book of abstracts, p.39. [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://pau.krakow.pl/zaproszenia/2021/Dickstein_Forum_2021_09_14-17_abstracts.pdf (дата обращения: 30.10.2021).
6. Богатов Е. М., Коренев А. В., Михайлов И. С. О современных инструментах и методах ведения научных исследований по истории математики // Таврический вестник информатики и математики. - 2021. - № 3 (52). - С. 35-57.
7. Гайфуллин Б. Н., Туманов В. Е. Предметно-ориентированные системы научной осведомленности в науке и образовании // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2012. № 8. С. 741-750.
8. Grattan-Guinness, I. 2003: Companion Encyclopedia of the History and Philosophy of the Mathematical Sciences, 2 vols. Baltimore : J. Hopkins University Press, p. 1806.
9. История отечественной математики. Отв. ред. Штокало И. З. В четырех томах. В пяти книгах. Том 1. - Киев: Наукова думка, 1966. - 493 с.

10. История отечественной математики. Отв. ред. Штокало И.З. В четырех томах. В пяти книгах. Том 2. - Киев: Наукова думка, 1967. - 616 с.
11. История отечественной математики. Отв. ред. Штокало И.З. В четырех томах. В пяти книгах. Том 3. - Киев: Наукова думка, 1968. - 726 с.
12. История отечественной математики. Отв. ред. Штокало И.З. В четырех томах. В пяти книгах. Том 4. Книга 1. Киев: Наукова думка, 1970. - 884 с.
13. Каталог журналов с открытым доступом [Электронный ресурс] / Режим доступа: URL: <https://doaj.org>. (дата обращения: 01.05.2021).
14. Коренев А. В., Михайлов И. С. Об особенностях проектирования систем научной осведомлённости в области истории науки // Инновационная парадигма развития современной науки: Сборник статей II Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 05 августа 2021 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2021. – С. 127–132.
15. Xi W., Fox E. A. 2001: Machine Learning Approach for Homepage Finding Task. Proceedings of the Tenth Text REtrieval Conference (TREC 2001), pp. 686-698.
16. Матвеев, М. Г.; Свиридов, А. С.; Алейникова Н. А. 2008: Модели и методы искусственного интеллекта. Применение в экономике. Москва: Финансы и статистика, 446 с.
17. Математическая энциклопедия. Гл. ред. Виноградов И.М. В пяти томах. – Москва: Советская энциклопедия, 1977.
18. Молочков В. WordPress с нуля. СПб: Изд-во BHV, 2021. 304 с.
19. Мусин О. Р. Лемма Шпернера: приложения и обобщения. Занятие 1. Летняя школа «Современная математика», 2015. [Электронный ресурс] / Режим доступа: URL: http://www.mathnet.ru/php/presentation.phtml?option_lang=rus&presentid=12048 (дата обращения: 30.12.2021).
20. Научный фонд Ирландии [Электронный ресурс] / Режим доступа: URL: https://grants.sfi.ie/ex/ex_viewreport.jsp?key=&token=%40Gg4KSBgZeFpZQxZYSRxxQlNYZ1V8HnBv (дата обращения: 10.07.2021).
21. Научный форум dxdy [Электронный ресурс] / Режим доступа: URL <https://dxdy.ru/> (дата обращения: 10.05.2022).
22. Научный форум MATHEMATICA [Электронный ресурс] / Режим доступа: URL <https://math.stackexchange.com/> (дата обращения: 11.05.2022).
23. Поисквик CiteSeerX [Электронный ресурс] / Режим доступа: URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/> (дата обращения: 20.10.2021).
24. Robson E., Stedall J., 2009, The Oxford Handbook of The History of Mathematics. Oxford: Oxford University Press, p. 91.
25. Science intelligence system in physical chemistry of radical reactions. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://lion.icp.ac.ru/> (дата обращения: 20.04.2022).
26. Сборник «Математическое Просвещение». Третья серия [Электронный ресурс] / Режим доступа: URL: <https://www.mccme.ru/free-books/matpros.html> (дата обращения: 30.11.2021).

27. Туманов В.Е., Прохоров А.И., Лазарев Д.Ю., Соловьева М.Е. Разработка и создание предметно-ориентированной системы научной осведомленности по физической химии радикальных реакций // Информационные ресурсы России. – 2010. – № 5(117). – С. 16-21.
28. Hackathorn R., 2005, Science Intelligence. Can a business Intelligence Approach Enable «Smart» Science? DM Review. [Электронный ресурс] / Режим доступа: URL: <http://www.DMReview.com>. (дата обращения: 30.01.2022).
29. Hoff G., Mundhenk M. 2001. Finding scientific papers with homepage search and MOPS. Proceedings of the Nineteenth Annual International Conference of Computer Documentation, Communicating in the New Millennium, pp. 201-207.
30. Chen M. 2012: Applying business intelligence in higher education sector: conceptual models and users acceptance. MSc thesis. University of Bedfordshire. 157 p.
31. Шашкин Ю.А. Выпуклые множества // Итоги науки и техн. Сер. Мат. анализ, 11, ВИНТИ, М., 1973, с. 5–50.
32. Янишевская А.Г., Пестерев П.В. Архитектура мультиагентной поисковой системы предприятия // Динамика систем, механизмов и машин. 2018. Том 6, №2. С. 94-101.

REFERENCES

1. The Oral History Association, Available at: <https://www.oralhistory.org> (accessed 30.02.2022).
2. A Wiki calls for papers. Available at: <http://www.wikicfp.com/cfp/> (accessed 10.03.2022).
3. Avdeeva, N.V., Nikulina, O.V. & others 2014: Scientific search: methods of thematically-oriented search for scientific information. *XVI Vseross. nauch. konf. RCDL-2014 "Elektronnye biblioteki: perspektivnye metody i tekhnologii, elektronnye kollekcii"*, pp. 237-241.
4. Alexandrov, P.S. 1964: On some basic directions in general topology. *Uspekhi Mat. Nauk*, 19:6(120), pp. 3–46.
5. Bogatov E.M., Korenev A.V., Mikhailov I.S., 2021, About designing a system of scientific awareness in the history of mathematics field. *Dickstein Forum 2021, Cracow, Poland*. Book of abstracts, p.39, Available at http://pau.krakow.pl/zaproszenia/2021/Dickstein_Forum_2021_09_14-17_abstracts.pdf.
6. Bogatov, E.M., Korenev, A.V. & Mikhailov, I.S. 2021: About the modern tools and methods of scientific research conducting in the field of the history of mathematics, *Taurida Journal of Computer Science Theory and Mathematics*, no. 3 (52). pp. 35 -57.
7. Gajfullin, B.N. & Tumanov, V.E. 2012: Subject-oriented systems of scientific awareness in science and education, *Sovremennye informacionnye tekhnologii i IT-obrazovanie*, no. 8, pp. 741-750.
8. Grattan-Guinness, I. 2003: *Companion Encyclopedia of the History and Philosophy of the Mathematical Sciences*, 2 vols. Baltimore: J. Hopkins University Press, p. 1806.
9. Shtokalo, I. Z. 1966: *Istoriya otechestvennoj matematiki*. Vol. 1. Kiev: Naukova dumka, p. 493.
10. Shtokalo, I. Z. 1967: *Istoriya otechestvennoj matematiki*. Vol. 2. Kiev: Naukova dumka, p. 616.
11. Shtokalo, I. Z. 1968: *Istoriya otechestvennoj matematiki*. Vol. 3. Kiev: Naukova dumka, p. 726.

12. Shtokalo, I. Z. 1970: *Istoriya otechestvennoj matematiki*. Vol. 4. Kiev: Naukova dumka, p. 884.
13. Directory of Open Access Journals. Available at: <https://doaj.org> (accessed 16.12.2021).
14. Korenev, A. V. & Mikhailov, I. S. 2021: About the features of designing scientific awareness systems in the field of the history of science. *Innovacionnaya paradigma razvitiya sovremennoj nauki: Sbornik statej II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Petrozavodsk: Mezhdunarodnyj centr nauchnogo partnerstva «Novaya Nauka»*, pp. 127-132.
15. Xi W., Fox E. A. 2001: Machine Learning Approach for Homepage Finding Task. *Proceedings of the Tenth Text REtrieval Conference (TREC 2001)*, pp. 686-698.
16. Matveev, M. G.; Sviridov, A. S. & Aleynikova, N. A. 2008: *Models and methods of artificial intelligence. Application in economics*. Moscow: Infra-M, p. 446.
17. Vinogradov, I. M. 1977: Mathematical Encyclopedia. In 5 volumes. Moscow: Sovetskaya enciklopediya.
18. Molochkov, V. 2021: *WordPress s nulya*. SPb: Izd-vo BHV, p. 304.
19. Musin, O. R. 2015: Sperner's Lemma: applications and generalizations. Lesson 1. *Summer School "Contemporary Mathematics"*, Available at: http://www.mathnet.ru/php/presentation.phtml?option_lang=rus&presentid=12048 (accessed 30.12.2021).
20. Science Foundation Ireland, Available at: RL: https://grants.sfi.ie/ex/ex_viewreport.jsp?key=&token=%40Gg4KSBgZeFpZQxZYSRxXQlNYZ1V8HnBv (accessed 16.12.2021).
21. Scientific forum dxdy, Available at: <https://dxdy.ru/> (accessed 10.05.2022).
22. Scientific forum MATHEMATICA, Available at: URL <https://math.stackexchange.com/> (accessed 11.05.2022).
23. CiteSeerX, Available at: <https://citeseerx.ist.psu.edu/> (accessed 20.10.2021).
24. Robson, E.; Stedall, J. 2009: *The Oxford Handbook of The History of Mathematics*. Oxford: Oxford University Press, p. 91.
25. Science intelligence system in physical chemistry of radical reactions, Available at: <http://lion.icp.ac.ru/> (accessed 20.04.2022).
26. Matematicheskoe Prosveshchenie. Third series, Available at: <https://www.mccme.ru/free-books/matpros.html> (accessed 30.11.2021).
27. Tumanov, V. E., Prohorov, A. I., Lazarev, D. Y., Solovyova, M. E. 2010: Development and creation of a subject-oriented system of scientific awareness on the physical chemistry of radical reactions. *Informacionnye resursy Rossii*, no. 5(117), pp. 16-21.
28. Hackathorn, R. 2005: Science Intelligence. Can a business Intelligence Approach Enable «Smart» Science? DM Review. Available at: <http://www.DMReview.com> (accessed 30.01.2022).
29. Hoff, G. & Mundhenk, M. 2001. Finding scientific papers with homepage search and MOPS. *Proceedings of the Nineteenth Annual International Conference of Computer Documentation, Communicating in the New Millennium*, pp. 201-207.
30. Chen M. 2012: *Applying business intelligence in higher education sector: conceptual models and users acceptance*. MSc thesis. University of Bedfordshire. 157 p.

-
31. Yu. A. Shashkin, “Convex sets, extremal points, simplexes”, *Itogi Nauki i Tekhn. Ser. Mat. Anal.*, 11, VINITI, Moscow, 1973, 5–50; J. Math. Sci. (N. Y.), 4:6 (1975), 625–655.
 32. Yanishevskaya, A. G. & Pesterev, P. V. 2018: Architecture of a multi-agent enterprise search engine. *Dinamika sistem, mekhanizmov i mashin*, vol. 6, no. 2, pp. 94-101.

Получено: 25.08.2022

Принято в печать: 22.12.2022