

## Организация и использование информационных ресурсов

**ЕРШОВ Юрий Леонидович** – академик РАН, директор Института математики им. С.Л. Соболева СО РАН,

**КЛИМЕНКО Ольга Анатольевна** – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Института вычислительных технологий СО РАН,

**МАТВЕЕВА Инесса Изотовна** – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Института математики им. С.Л. Соболева СО РАН,

**РАБИНОВИЧ Леонид Рудольфович** – научный сотрудник Института Систем Информатики им. А.П. Еришова СО РАН,

**ФИЛИППОВ Владимир Эдуардович** – заместитель директора Института Систем Информатики им. А.П. Еришова СО РАН,

**ФИЛИППОВА Марина Яковлевна** – администратор портала MathTree Института Систем Информатики им. А.П. Еришова СО РАН

## **ДРЕВОВИДНЫЙ КАТАЛОГ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ**

Знание – не инертный, пассивный посетитель,  
приходящий к нам, хотим мы этого или нет;  
его нужно искать, прежде чем оно будет нашим.  
Г. Бокль<sup>1</sup>

Количество информации в мире постоянно растет, и человеку все труднее ориентироваться в этом огромном потоке. Одна из задач современных информационных технологий – решить эту проблему. На первый взгляд, такую возможность дает интернет, но для эффективного его использования необходимо вести работу не только по созданию электронных ресурсов, но и по систематизации имеющихся. В противном случае пользователь рискует запутаться и потеряться в мировой паутине, потому что найти нужную информацию в этой ситуации, это все равно, что найти нужную книгу в огромной библиотеке, в которой нет каталога, и книги на полках стоят в произвольном порядке.

### **1. Математические информационные системы**

В представленной статье мы остановимся на проблеме упорядочивания математических ресурсов, имеющихся в интернете. Работы в этом направлении в мире ведутся достаточно давно, и в настоящее время имеется несколько крупных информационных систем, созданных как математическими сообществами, так и отдельными математиками-энтузиастами.

Ряд информационных систем создан организациями, объединяющими ученых с различными научными интересами. К таким можно отнести, например, Международный математический союз (<http://www.mathunion.org>), Европейское математическое общество (<http://www.emis.de>), Американское математическое общество (<http://www.ams.org>), Математическое общество юго-восточной Азии (<http://seams.math.nus.edu.sg>). Наряду с этими крупными международными организациями существует множество региональных математических сообществ; например, Австралийское математическое общество (<http://www.austms.org.au>), Норвежское математическое общество (<http://www.matematikkforeningen.no/indexeng.html>), Московское математическое общество (<http://mms.math-net.ru>), Санкт-Петербургское математическое общество (<http://www.mathsoc.spb.ru/rus/index.html>). Информация, представленная по указанным адресам, в первую очередь, отражает деятельность этих организаций, при этом также даются ссылки на ресурсы, которые могут оказаться полезными широкому кругу ученых.

Наряду с информационными системами, предназначенными для специалистов с различными научными интересами, существуют системы, посвященные определенной области математики. Такие информационные системы созданы и поддерживаются не только тематическими сообществами, как, например, Международное общество по линейной алгебре (<http://www.math.technion.ac.il/iic>), Международное общество по разностным уравнениям (<http://web.umn.edu/~isde>) или Общество по математическому программированию (<http://www.mathprog.org>), но и отдельными учеными. Например,

---

<sup>1</sup> Бокль, Генри Томас (Buckle, Henry Thomas) (1821 - 1862), английский историк, социолог. Бокль связывал развитие сознания непосредственно с условиями географической среды, а накопление знаний считал причиной изменений в экономическом и политическом строе [1].

ресурс, посвященный гармоническому анализу (<http://www.math.ucla.edu/~tao/harmonic>), создан Т. Тао (Университет Калифорнии, США).

К сожалению, в мировом информационном пространстве недостаточно полно представлены ресурсы, посвященные российской науке, и математика не является исключением. В последнее время появилось несколько информационных систем, призванных отчасти решить эту проблему; например, система «Общероссийский математический портал» (<http://mathnet.ru/index.html>). Восполнить этот пробел пытаются различные организации Российской академии наук и Министерства образования и науки Российской Федерации. В частности, один из разделов электронной библиотеки Математического института им. В.А. Стеклова РАН называется «Математические ресурсы России» ([http://libserv.mi.ras.ru/res\\_main.html](http://libserv.mi.ras.ru/res_main.html)), в Поморском государственном университете создана информационная система «Русские математические ресурсы «Internet»» (<http://www.pomorsu.ru/Departments/Math/math/russian.html>). Работы в этом направлении ведутся также в рамках проектов, объединяющих несколько организаций математического профиля. Одним из таких проектов является проект «Разработка древовидного каталога математических Интернет-ресурсов». Авторы данной статьи являются участниками этого проекта. Во втором параграфе будет рассказано о целях этого проекта, в третьем - о результатах его реализации.

## **2. Проект «Разработка древовидного каталога математических Интернет-ресурсов»**

В 2002 году в Сибирском отделении Российской академии наук был объявлен конкурс интеграционных проектов на 2003-2005 гг. [2]. Группой ученых из Института математики им. С.Л. Соболева СО РАН, Института систем информатики им. А.П. Ершова и Института вычислительной математики и математической геофизики под руководством академика РАН Ю.Л. Ершова был подготовлен проект «Разработка древовидного каталога математических Интернет-ресурсов», который был поддержан по итогам конкурса [3].

Цель проекта – систематизация математических информационных ресурсов и создание информационной системы, которая, дополняя существующие системы, предоставит пользователю новые возможности для поиска необходимой информации.

Систематизация математических ресурсов существующих информационных систем в большинстве случаев проводится по следующим категориям: организации, конференции, книги, журналы, люди. Однако, если пользователь, например, ищет журналы, в которых публикуются работы по геометрии, то он будет вынужден просмотреть весь список журналов и из них выбрать подходящие, что потребует определенного времени. С подобными проблемами пользователь сталкивается при поиске и в других разделах. Связано это с тем, что информация в разделах не достаточно систематизирована по областям математики. Поэтому в рамках проекта упорядочивание ресурсов проводится не только по указанным категориям, но и по областям математики. За основу взят математический классификатор (Mathematics Subject Classification; см., например, <http://www.ams.org/msc>), который используется в международных реферативных математических журналах Mathematical Reviews (<http://www.ams.org/mathscinet>) и Zentralblatt MATH (<http://www.emis.de/ZMATH>). Такая систематизация ресурсов позволяет находить даже очень специализированную информацию.

Как было отмечено выше, в мировом информационном пространстве недостаточно представлены ресурсы, посвященные российской науке. Поэтому при наполнении разрабатываемой информационной системы в рамках проекта особое внимание уделяется математическим ресурсам, созданным в России и отражающим достижения российских математиков. Помимо традиционных разделов в разрабатываемой информационной системе присутствует ряд других. Один из таких разделов посвящен российским научным школам, которые имеют богатую историю и благодаря которым российская математика занимает одно из лидирующих мест в мире.

Работа по представленному проекту началась в 2003 году. В ходе работы над проектом увеличилось количество участвующих организаций. Сейчас к первоначальному списку организаций добавились Институт теоретической и прикладной механики СО РАН, Институт автоматизации и электрометрии СО РАН, Институт вычислительных технологий СО РАН, Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН.

Результатом работы по проекту «Разработка древовидного каталога математических Интернет-ресурсов» явилось создание информационной системы «MathTree – каталог математических Интернет-ресурсов» (<http://www.mathtree.ru>).

## **3. Информационная система «Mathtree – каталог математических Интернет-ресурсов»**

Информационная система MathTree представляет собой веб-портал, который содержит упорядоченную коллекцию ссылок на математические Интернет-ресурсы, древовидный каталог, структурирующий эту коллекцию, а также набор инструментальных средств, поддерживающих

коллективный бизнес-процесс пополнения и ведения коллекции. Ссылка на Интернет-ресурс сопровождается некоторым набором метаданных, таких как название, описание, дата помещения в каталог и дата последнего отклика ресурса и т.д. Кроме того, ссылка может быть снабжена набором приложений различного характера – изображений, документов, исполняемых файлов.

Одним из основных отличий данной коллекции от каталогов, предоставляемых известными поисковыми системами, является то, что каталог пополняется и модерируется ведущими специалистами в различных областях математики, что гарантирует тщательность отбора ресурсов и исключает попадание в каталог нерелевантной информации.

Разделы древовидного каталога соответствуют областям и направлениям математики. На первом уровне представлены следующие разделы:

- 1) алгебра и логика;
- 2) анализ;
- 3) геометрия и топология;
- 4) дифференциальные, интегральные и разностные уравнения;
- 5) математическое программирование и Computer Science;
- 6) теория вероятностей и математическая статистика;
- 7) приложения и др.

Приведем в качестве примера только один из разделов каталога – "Дифференциальные, интегральные и разностные уравнения". Здесь в скобках указано количество ресурсов, находящихся непосредственно в разделе, а также количество ресурсов раздела вместе со всеми его подразделами.

#### **Дифференциальные, интегральные и разностные уравнения (79,307)**

##### *Обыкновенные дифференциальные и разностные уравнения (22,55)*

- Общая теория (9,9)
- Качественная теория (2,2)
- Теория устойчивости (2,2)
- Асимптотическая теория (1,1)
- Уравнения и системы со случайными возмущениями (1,1)
- Задачи контроля и оптимизации (2,2)
- Функционально-дифференциальные и дифференциально-разностные уравнения (2,2)

- Дифференциальные уравнения в комплексной области (1,1)
- Специальные функции (13,13)

##### *Динамические системы и эргодическая теория (24,34)*

- Топологическая динамика (2,2)
- Комплексные динамические системы (1,1)
- Теория бифуркаций (3,3)
- Случайные динамические системы (2,2)
- Бесконечномерные диссипативные динамические системы (1,1)
- Приближенные методы и приложения (1,1)

##### *Интегральные уравнения (5,5)*

##### *Уравнения с частными производными (48,134)*

- Общая теория (1,1)
- Качественные свойства решений (1,1)
- Эллиптические уравнения и близкие к ним (5,5)
- Параболические уравнения (3,3)
- Гиперболические уравнения (10,10)
- Общие уравнения с частными производными (1,1)
- Обратные задачи (24,43)

##### *Вычислительная томография (19,19)*

- Спектральная теория (4,4)
- Уравнения математической физики и другие приложения (12,13)

##### *Симметрия и интегрируемость (1,1)*

- Псевдодифференциальные операторы и другие обобщения (3,3)
- Задачи контроля и оптимизации (2,2)

Каждый из перечисленных разделов имеет подразделы, соответствующие определенным направлениям математики. Количество уровней представленного древовидного каталога различно для каждой области и достигает восьми. Рядом с названием раздела в скобках указано количество ресурсов, находящихся непосредственно в данном разделе, а также количество ресурсов, содержащихся в подразделах данного раздела. Ресурсы по каждому из направлений упорядочены по следующим категориям: организации, конференции, журналы, публикации, научные школы, научные сообщества, персоны, программное обеспечение, другое. Последняя категория охватывает, например, ресурс, посвященный открытым проблемам в динамических системах и эргодической теории (<http://www.math.iupui.edu/~mmisiure/open>).

Каждый из семи основных разделов курируется специалистами в данной области, докторами и кандидатами физико-математических наук. Участники проекта для каждого заносимого в систему ресурса указывают категорию, название, ключевые слова, дают краткое описание ресурса. Описание позволяет пользователю сориентироваться в необходимости использования данного ресурса. В описание в ряде случаев вносится информация о других ресурсах, отвечающих данному запросу. Например, если пользователь интересуется биографией выдающегося русского ученого А. М. Ляпунова (1857-1918), то данная информационная система предложит обратиться к ресурсу <http://www.math.rsu.ru/mexmat/kvm/MME/dsarch/Lyapunov.html>, при этом в описании содержится ссылка на другой ресурс, где можно получить дополнительную информацию.

Пользователь может осуществлять поиск необходимой информации как по математическим направлениям, так и по тематическим категориям. Помимо этого пользователь может воспользоваться контекстным поиском и поиском по ключевым словам.

Наполнение данной информационной системы осуществляется не только участниками проекта, но и посетителями портала. Зарегистрированный посетитель имеет возможность направить заявку о внесении того или иного ресурса. Каждая такая заявка поступает к диспетчеру, который направляет ее на рассмотрение куратору соответствующей области математики. Куратор, в свою очередь, принимает решение о размещении в каталоге ссылки на предложенный ресурс.

Одной из отличительных особенностей системы является возможность присоединения к описанию ресурса приложений любого формата – изображений, документов, программного кода. Количество таких приложений для одного ресурса не ограничено. Приложения хранятся на сервере портала и доступны по гиперссылкам из описания ресурса. Например, ученые имеют возможность не только указать ссылку на свою работу, но и разместить саму работу в виде документа MS Word, PDF или любом другом удобном формате.

Систему можно условно разделить на две части – front-end и back-end. Первая представляет собой собственно веб-сайт, видимый посетителю, снабженный функциями просмотра каталога, поиска по каталогу, формирования заявок на добавление ресурса, просмотра состояния и истории отправленных заявок, а также справочной системой. Авторизованный пользователь с правами модератора определенного раздела каталога имеет возможность создавать в разделе подразделы, вводить описания ресурсов, перемещать и копировать подразделы и ресурсы в пределах своего раздела. Вторая часть - back-end - предназначена для управления порталом. В нее входят модули Администратор, Диспетчер, Модератор и Статистика.

Модуль Администратор дает возможность управления доступом и привилегиями пользователей. В системе реализована сложная модель прав доступа. Так, права доступа групп пользователей к разделам каталога и к функциональным модулям системы разграничены и являются независимыми. Разграничены права на просмотр отдельных разделов каталога (модератор может объявить раздел скрытым по своему усмотрению) и на внесение изменений в разделы каталога (эти права администратор дает авторизованному пользователю). Кроме того, модуль Администратор предоставляет средства управления самим каталогом (перемещение, копирование и удаление разделов). Модуль администрирования позволяет также изменять настройки и параметры работающей системы, например, такие, как настройка извещений диспетчеру или куратору раздела о том, что в систему поступили заявки пользователя на добавление ресурса в соответствующий раздел.

Модуль Диспетчер поддерживает работу диспетчера системы: просмотр поступивших в систему заявок, перенаправление заявок кураторам (модераторам) соответствующих разделов, принятие заявок в работу для самостоятельного исполнения диспетчером.

Модуль Модератор поддерживает работу куратора раздела каталога: просмотр поступивших от диспетчера заявок, перенаправление заявок модераторам других разделов, исполнение заявок, т.е. добавление их в каталог с последующим автоматическим извещением пользователя или же отказ в размещении с извещением о причине отказа.

Модуль Статистика позволяет получить полную картину о работе системы: о количестве поступивших от пользователей заявок за указанный период, о количестве ресурсов, добавленных в каталог, с разбиением ресурсов по разделам каталога, категориям, языкам, статистика по использованию ключевых слов и т.д.

Система реализована в виде веб-приложения в трехуровневой архитектуре клиент-сервер. При разработке использованы технологии Java и XML/XSL.

В настоящее время информационная система «MathTree – каталог математических Интернет-ресурсов» содержит описания около 1500 ресурсов; их количество постоянно увеличивается. Около 42% из них составляют ресурсы на русском языке, 57% — на английском и 1% — на других языках. Самым быстро растущим разделом в настоящее время является раздел «Математическое программирование и Computer Science». Этот раздел содержит 118 подразделов и к нему привязано около 700 ресурсов. Распределение ресурсов по категориям можно посмотреть на диаграмме:



**Распределение ресурсов по категориям**

Информационная система была представлена на российских и международных конференциях (см., например, [4]) и вызвала большой интерес. Ее дальнейшее развитие будет происходить за счет наполнения новыми ресурсами, увеличения числа участников проекта и предоставления новых возможностей поиска математической информации.

### Литература

1. Большая советская энциклопедия. Т. 3. М.: Советская энциклопедия, 1970. - С. 472.
2. Постановление Президиума СО РАН № 351 «О конкурсе интеграционных проектов–2003» от 24.10.2002.
3. Постановление Президиума СО РАН № 62 «Об итогах конкурса интеграционных проектов СО РАН – 2003 г.» от 21.02.2003.
4. Yu. Ershov, V. Filippov, O. Klimenko, and O. Trofimov. Mathtree – Tree Catalog of Mathematical Resources in the Internet. Proceedings of the Second IASTED International Multi-Conference on Automation, Control, and Information Technology. Software Engineering. June 20-24, 2005, Novosibirsk, Russia, pp.76-80.