

# ЦИПР-2019: Тематическая сессия «Технологии хранения и анализа больших данных для цифровой экономики»

## Семантические сервисы обработки больших массивов научных документов и формирование цифровых библиотек

Елизаров А.М., Липачёв Е.К.

Центр хранения и анализа больших данных Научно-образовательного центра компетенций в области цифровой экономики МГУ

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Иннополис. 22-24 мая 2019



# Обсуждаемые вопросы

- Большие данные и научные коллекции
- Большие данные в математике
- Информационные технологии в математике
- Big Math & One-Brain Barrier
- Формализация математического знания
- Цифровые математические библиотеки
- Фабрика метаданных цифровой библиотеки
- Автоматизация издательских процессов

# Большие данные в математике

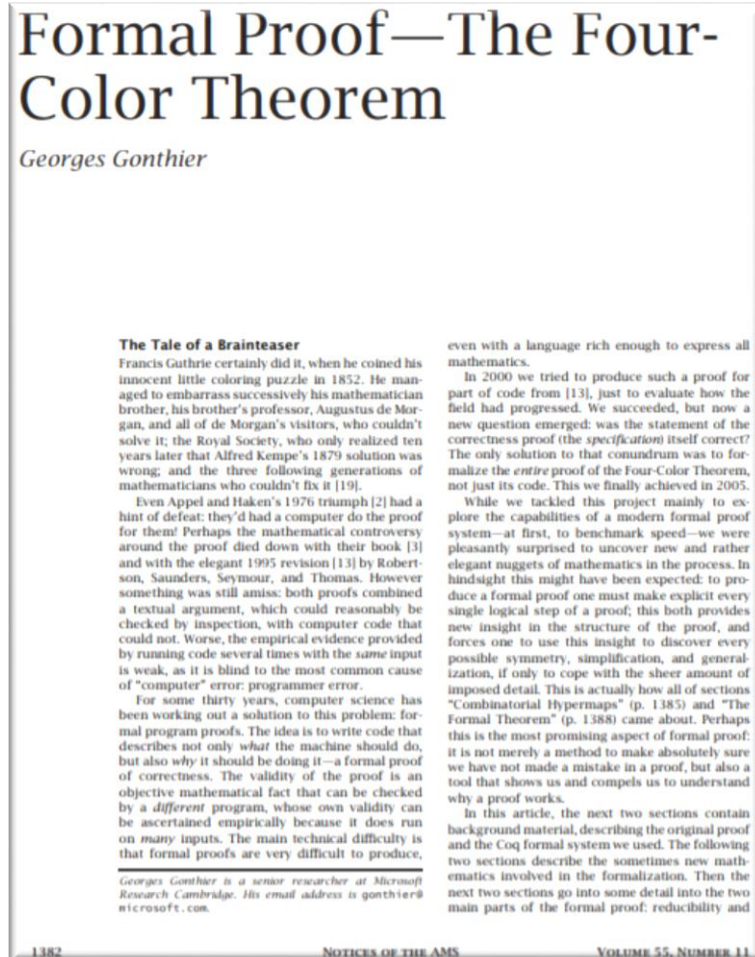
## Проблема четырёх красок

Appel, Kenneth; Haken, Wolfgang (1977), "Every Planar Map is Four Colorable. Теорема доказана с помощью компьютера.

Проблема сведена к примерно 2000 конкретным конфигурациям, которые должны были проверяться компьютером.

В 2005 году Джорджсом Гонтиром теорема доказана формализацией на Coq

Gonthier, Georges (2008), "Formal Proof—The Four-Color Theorem" (PDF), Notices of the American Mathematical Society, 55 (11): 1382–1393



# Большие данные в математике

- Классификация конечных простых групп является одним из основополагающих результатов математики 20-го века.
- Доказательство примерно 10–15 тысяч страниц (примерно 500 статей в научных журналах) [Д. Горенштейн. Грандиозная теорема // Scientific American. Издание на русском языке
- № 2. 1986. С. 62–74; Ron Solomon. A brief history of the classification of the finite simple groups // American Mathematical Society. Bulletin. New Series. — 2001. — Т. 38, вып. 3. — С. 315–352. ]

# Вычислительные машины в математике

- Как пример революции в вычислениях – вычисление числа  $\pi$
- William Shanks за 15 лет работы вычислил 707 цифр, более того только первые 527 оказались верными.
- Reitwiesner G. W. An ENIAC Determination of  $\pi$  and  $e$  to more than 2000 Decimal Places // Mathematical Tables and Other Aids to Computation, Vol. 4, pp. 11 – 15, 1950 ([www.jstor.org](http://www.jstor.org)).

# Информационные технологии в математике

- Помимо вычислений и подготовки документов необходимы инструменты интеллектуального поиска, рекомендательные системы формирования близких статей, сервисы терминологического аннотирования, персональные помощники, информационные платформы автоматизации издательской деятельности.

## Большие данные и научные коллекции

- Во всем мире число научных статей, согласно подсчету, проведенному Центром исследований в области науки и технологий в Лейденском университете (SBF 2007), значительно возросло. Число научных публикаций в профессиональных журналах во всем мире увеличилось с примерно 686 000 в 1990 году до примерно 1 260 000 в 2006 году, что соответствует увеличению на 84%. Годовой темп роста, рассчитанный на этой основе, составил более 5%. Число научных публикаций растет быстрее, чем мировая экономика

# Big Math

Mathematical Intelligencer manuscript No.  
(will be inserted by the editor)

## Big Math and the One-Brain Barrier A Position Paper and Architecture Proposal

Jacques Carette · William M. Farmer ·  
Michael Kohlhase · Florian Rabe

the date of receipt and acceptance should be inserted later

**Abstract** Over the last decades, a class of important mathematical results have required an ever increasing amount of human effort to carry out. For some, the help of computers is now indispensable. We analyze the implications of this trend towards “big mathematics”, its relation to human cognition, and how machine support for big math can be organized.

The central contribution of this position paper is an information model for “doing mathematics”, which posits that humans very efficiently integrate four aspects: inference, computation, tabulation, and narration around a well-organized core of mathematical knowledge. The challenge for mathematical software systems is that these four aspects need to be integrated as well. We briefly survey the state of the art.

### 1 Introduction

In the last half decade we have seen mathematics tackle problems that lead to increasingly large developments: proofs, computations, data sets, and document collections. This trend has led to intense discussions about the nature of mathematics, ventilating questions like:

- i) Is a proof that can only be verified with the help of a computer still a mathematical proof?
- ii) Is a mathematical proofscape that exceeds what can be understood in detail by a single expert a legitimate justification of a mathematical result?
- iii) Can a collection of mathematics papers — however big — adequately represent a large body of mathematical knowledge?

The first question was first raised by Appel and Haken’s proof of the four color conjecture [AHS9] that in 400 pages of regular proof text reduced the problem

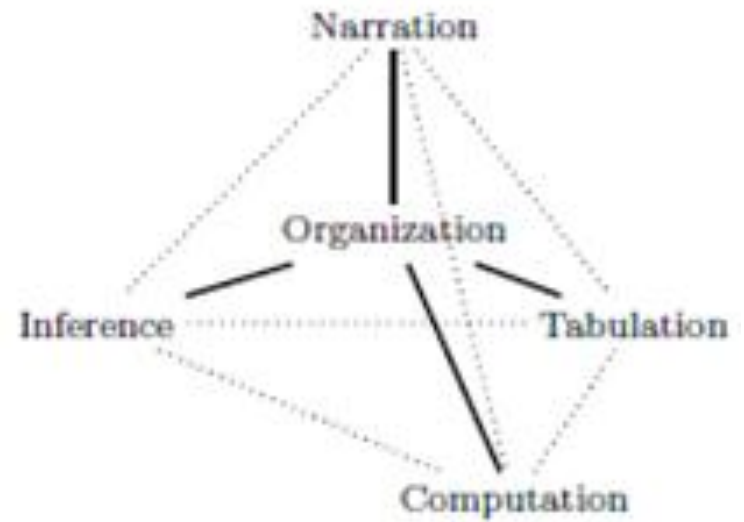
arXiv:1904.10405v1 [cs.MS] 23 Apr 2019



# Big Math

- В апреле 2019 J. Carette W. M. Farmer, M. Kohlhase, F. Rabe предложили использовать, по аналогии с термином Big Data, термин Big Math для обозначения подхода применения информационных технологий в математике.
- Выделены 5 основных аспекта Big Math: *Inference* (вывод утверждений путем дедукции), *Computation* (алгоритмическое преобразование представлений математических объектов в более легкие для понимания формы), *Tabulation* (создание статических, конкретных данных, относящихся к математическим объектам и структурам, которые можно легко хранить, запрашивать и совместно использовать), *Narration* (приведение результатов в форму, которая может быть усвоена людьми), *Organization* (модульная организация математических знаний)

# Big Math



# Формализация математического знания

## Math Document Mobius Strip

Knowledge	Format	Semantic Model
Text	PDF, LaTeX	-
Metadata	OWL	AKT Portal Ontology
Logical structure	OWL	Mocassin Ontology
Terminology	OWL	OntoMathPro Ontology
Symbolic computation	Coq, Agda	Formalized mathematics



# Онтологии как формализмы

- Представление и обмен знаниями в любой предметной области основан на ее концептуализации.
- В процессе коммуникации (как между людьми, так и между машинами) используется язык со словарем, содержащим набор терминов для обозначения элементов концептуализации. Для осуществления успешной коммуникации требуется, чтобы все ее участники, во-первых, разделяли общую концептуализацию и, во-вторых, использовали общий словарь. Средством решения этой задачи являются онтологии.

# Онтология

- Онтология определяет основные понятия некоторой предметной области и отношения между ними. Основными компонентами онтологии являются: **классы, отношения и аксиомы.**
- Согласно определению Т. Грубера [*Gruber T.R. A Translation Approach to Portable Ontologies. Knowledge Acquisition. 1993, No 5 (2), pp. 199–220*], онтология – это явная и формальная спецификация разделяемой концептуализации [*Studer R., Benjamins R., Fensel D. Knowledge Engineering: Principles and Methods. Data & Knowledge Engineering, 1998, V. 25, No 1–2, pp. 161–198*].

# Онтологии предметных областей науки

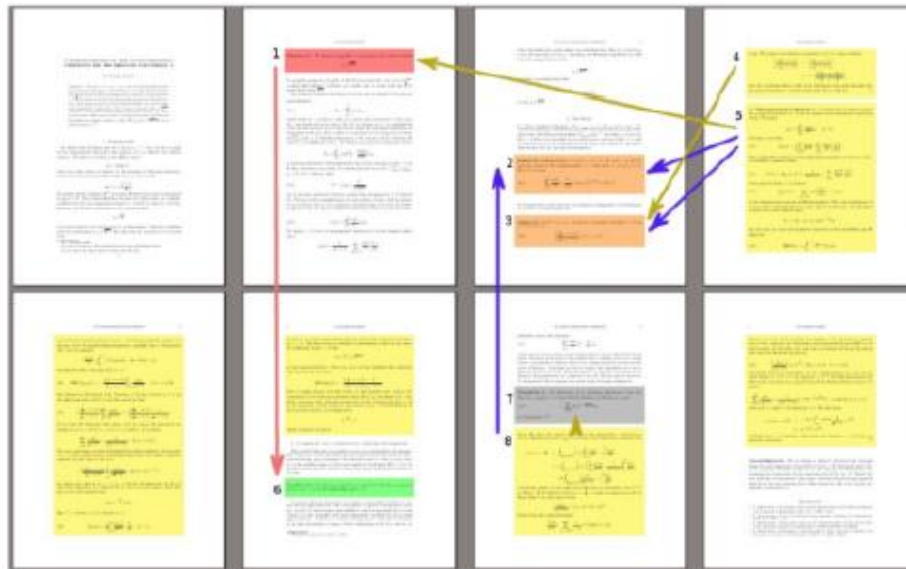
- Концепция Семантического Веба предполагает семантическое структурирование пространства интернет-данных для его использования программными агентами, а основными задачами стали унификация (совместимость) и связывание данных из разных источников.
- Наиболее значимым в отношении применения принципов Linked Data является проект LOD. Главное его преимущество – в стандартизованном подходе к структурированию и хранению интегрированных данных, которые загружаются и представляются в виде RDF, т. е. триплетов вида «субъект–предикат–объект».
- Важным направлением области Семантического Веба стала разработка онтологий предметных областей.

# Онтологии математических знаний

- **Mocassin** – онтология логической структуры математических документов, разработанная для автоматического анализа математических публикаций в формате  $L^A T_E X$ .
- Онтология профессиональной математики **OntoMath<sup>PRO</sup>**
- Онтология образовательной математики **OntoMath<sup>EDU</sup>**

# Выделение логической структуры

## Logical Structure Extraction



### Mocassin ontology

- ▼ ● 'Document Segment'
  - Axiom
  - Claim
  - Conjecture
  - Corollary
  - Definition
  - Equation
  - Example
  - Lemma
- ▼ ● 'Mathematical expression'
  - Variable
  - Proof
  - Proposition
  - Remark
  - Theorem

- ▼ ■ topObjectProperty
  - 'depends on'
  - exemplifies
  - 'followed by'
  - 'has consequence'
  - 'has notation'
  - 'has part'
  - 'has segment'
  - proves
  - 'refers to'

- ▼ ■ topDataProperty
  - 'has LaTeX source'
  - 'has start page number'
  - 'has text'
  - 'has title'



# Онтология OntoMath<sup>PRO</sup>

## Hierarchy of Objects

- ▼ ● 'Geometric object'
  - ▼ ⊖ 'Clifford algebra'
    - 'Even Clifford subalgebra'
    - 'Even component'
    - 'Odd component'
  - ▶ ● 'Aggregate'
  - ▶ ● 'Basic '
  - ▶ ● 'Curve'
  - ▼ ● 'Groupoid '
    - ▼ ● 'Lie algebroid'
      - 'Anchor '
    - ▼ ● 'Topological groupoid '
      - 'Etale groupoid '
  - ▶ ● 'Point'
  - ▼ ● 'Spinor '
    - 'Weyl spinor'
    - 'Dirac spinor'
    - E117
    - 'Isotopic spinor '
    - 'Marjoram spinor'
    - 'Matrix - spinor'
    - 'Spinor-column'
  - ▶ ● 'Structure'
- ▼ ● 'Mathematical knowledge object'
  - ▶ ● 'Bound'
  - ▶ ● 'Conjecture'
  - ▶ ⊖ 'Definition'
  - ▶ ● 'Element of domain'
  - ▶ ⊖ 'Element of range'
  - ▶ ⊖ 'Element of number'
  - ▶ ⊖ 'Element of point'
  - ▶ ⊖ 'Element of theory'
  - ▶ ⊖ 'Element of truth'
  - ▶ ⊖ 'Element of type'
  - ▶ ● 'Equation'
  - ▶ ● 'Formula'
  - ▶ ● 'Geometric object'
  - ▶ ● 'Identity'
  - ▶ ● 'Inequality'
  - ▶ ● 'Map'
  - ▶ ● 'Method'
  - ▶ ● 'Number'
  - ▶ ● 'Operation'
  - ▶ ● 'Operator'
  - ▶ ● 'Problem'
  - ▶ ⊖ 'Proof'
  - ▶ ● 'Property'
  - ▶ ● 'Set'
  - ▶ ● 'Statement'
  - ▶ ● 'Tensor'
  - ▶ ● 'Theorem'
  - ▶ ● 'Transformation'
  - ▶ ● 'Value '

## Hierarchy of Fields

- ▼ ● 'Field of mathematics'
  - 'Theory of algorithms'
  - 'Theory of differential equations'
  - 'Theory of functions of a complex variable'
  - 'Algebra'
  - 'Analysis'
  - 'Discrete mathematics '
  - 'Functional analysis'
- ▼ ● 'Geometry'
  - 'Analytical geometry'
  - ▶ ⊖ 'Intrinsic geometry'
  - 'Projective geometry'
  - ▼ ● 'Affine geometry '
    - 'Affine differential geometry '
    - 'Algebraic geometry'
  - ▶ ● 'Differential geometry '
    - 'Fractal geometry'
    - 'Metric geometry '
  - 'Mathematical logic'
  - 'Number theory'
  - 'Numerical analysis'
  - 'Probability theory and mathematical statistics'
  - ▶ ● 'Topology '
- ▶ ● 'Mathematical knowledge object'

# Онтология OntoMath<sup>EDU</sup>

- ▼ owl:Thing
  - Взаимное расположение ГФ на плоскости
  - ▼ ○ Геометрическая фигура на плоскости
    - ▼ ○ линии
      - вектор
      - кривые
      - ломаная
      - отрезки
      - полупрямые
    - точки
    - ▶ ○ Часть плоскости
  - Единицы измерения
  - Инструменты измерений и построений
  - Конструктивные аксиомы и задачи на построение
  - Методы решения планиметрических задач
  - Метрические свойства геометрической фигуры
  - Основные понятия аксиоматического построения планиметрии
  - Основные понятия методов решения задач планиметрии
  - Основные элементы геометрического преобразования
  - Отношения между геометрическими фигурами
  - Преобразования плоскости
  - Признак или свойство геометрического преобразования
  - Расстояния между ГФ
  - Средние величины в планиметрии
  - Теорема
  - ▶ ○ Теорема планиметрии

# Платформа семантической публикации

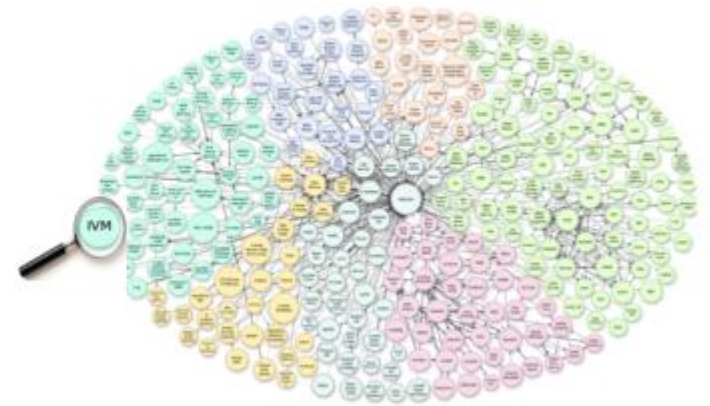
Вход:



Коллекция статей в  
формате  $\text{LATEX}$



Выход:



RDF-набор

IVM — набор данных LOD, представляющий статьи из журнала «Известия Вузов. Математика» (1997-2007)

Объем: 854 284 триплета, описано 4 190 теорем, 1 015 определений и др.

# Цифровые математические библиотеки

- World Digital Mathematics Library (WDML)
- Global Digital Mathematics Library (GDML)
- The European Digital Mathematics Library (EuDML)
- MathNet.Ru
- Numerisation de Documents Anciens Mathematiques (NUMDAM), The Czech Digital Mathematics Library (DML-CZ), GDZ–Gottingen Digitization Centre
- Lobachevskii Digital Mathematical Library

# Lobachevskii DML

<https://lobachevskii-dml.ru/ontomath>

Lobachevskii Digital Mathematics Library

[Home](#) / [OntoMath](#)

## OntoMath

### OntoMath Digital Ecosystem

OntoMath is a digital ecosystem of ontologies, textual analytics tools, and applications for mathematics. This system consists of the following components:

- Mocassin, an ontology of structural elements of mathematical scholarly papers;
- OntoMath<sup>PRO</sup>, an ontology of mathematical knowledge concepts;
- Semantic publishing platform;
- Semantic formula search service;
- Recommender system.



Fig. 1. OntoMath ecosystem architecture

Briefly we describe these basic elements of the architecture of OntoMath digital ecosystem (Fig. 1). The core component of the OntoMath ecosystem is its semantic publishing platform. It builds digital collections of mathematical articles in LaTeX. The generated mathematical dataset includes metadata terminology, and mathematical formulas. Article metadata, the logical structure of document terms of AKT Portal, Mocassin and OntoMath<sup>PRO</sup> ontologies respectively. Mocassin ontology Annotated LaTeX (SALT) Document Ontology that is ontology of the rhetorical structure of OntoMath<sup>PRO</sup> ontologies are parts of OntoMath ecosystem but SALT is an external ontology. Semantic publishing platform: a semantic formula search service and a recommender system.

As any digital ecosystem, OntoMath has components that are used for socio-technical analysis of mathematical articles and the semantic publishing platform. They can be used by mathematicians and software developers.

### Semantic Publishing Platform

As was mentioned above, the semantic publishing platform which constitutes the core of the OntoMath ecosystem makes an LOD representation for a given sample of mathematical articles in LaTeX. Its main features are:

- Indexing mathematical articles in LaTeX-format as LOD-compatible RDF-data;
- Extracting articles' metadata in terms of AKT Portal Ontology;
- Mining the document logical structure using our ontology of structural elements of mathematical papers;
- Elucidating the logical structure of mathematical articles in terms of the concepts of OntoMath<sup>PRO</sup> ontology.

<https://lobachevskii-dml.ru>

Lobachevskii Digital Mathematics Library



## Lobachevskii Digital Mathematics Library

Digital Mathematical Library, built on the principle of managing objects of mathematical knowledge, and not mathematical documents. It is based on the fundamental principle of WDML - the principle of creating a network of mathematical information, which is based on knowledge contained in publications presented in electronic collections.

### Lobachevskii DML Collections

Digital collection LJM for 1998-2007 with semantic navigation tools. System of relations with the LJM collection from 2007 to the present. Digital collection of Proceedings of the Mathematical Center named after N.I. Lobachevsky, which also includes separate collections of conferences on mathematics and mechanics. Digital collection of the journal Izvestiya VUZov. Mathematics. Digital collection of the journal Uchenye zapiski Kazanskogo Universiteta.

[View details »](#)

### Lobachevskii DML Services

When designing the digital library Lobachevskii-DML we used the results we obtained earlier on the management of mathematical knowledge, as well as developed methods of structural and semantic analysis of mathematical documents. In the LJM electronic collection for 1998-2007, hosted in Lobachevskii-DML, a formula search based on the MathML search method of documents is implemented.

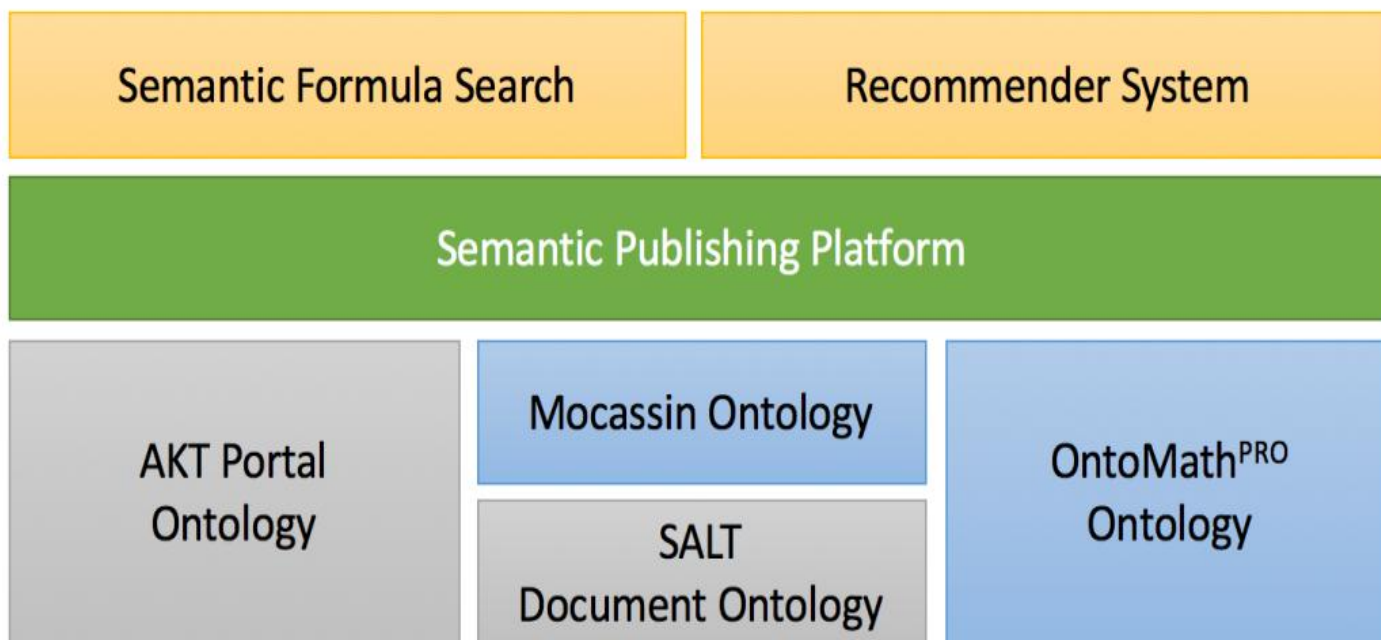
[View details »](#)

### OntoMath Ecosystem

OntoMath is a digital ecosystem of ontologies, textual analytics tools, and applications for mathematical knowledge management. The core component of the OntoMath ecosystem is its semantic publishing platform. It builds an LOD representation for a collection of mathematical articles in LATEX. The generated mathematical dataset includes metadata, the logical structure of documents, terminology, and mathematical formulas.

[View details »](#)

# Рекомендательный сервис в цифровой экосистеме OntoMath



# Семантический рекомендательный сервис

- Контент электронной коллекции семантически анализируется во внешнем сервисе семантического аннотирования Textocat.
- Результаты аннотирования – аннотации в терминах онтологии предметной области OntoMath<sup>PRO</sup> (<http://ontomathpro.org/>) – сохраняются в базе знаний сервиса.
- Аналитические модули обрабатывают данные из базы знаний и формируют представление в виде интерактивной карточки публикаций и понятий, выводимых на экран пользователя.

# OntoMath Semantic Formula Search

https://lobachevskii-dml.ru/mathsearch

Lobachevskii Digital Mathematics Library Home Collections About

Home / Semantic Formula Search

## Semantic Formula Search

Links

- Semantic Math Search
- Slides

## About

Our application supports a use case of searching mathematical formulas in the entity. The user input supported by the application is close to a keyword search notation used in the papers to denote mathematical concepts, and the user feature makes our application different from a wide range of mathematical syntax (<http://www.latexsearch.com/>; <http://shinh.org/vfs/>; <http://functions.wolfram.com/>) suffer from ambiguous mathematical notations. However, it's worth mentioning our search system that is robust to basic formula transformations including change of variables.

Another rationale behind the concept-based search input interface is its cross-document collection is in Russian, the user still can search using keywords in English.

There have been a few efforts to enable a keyword search for retrieval of mathematical documents. WolframAlpha (<http://www.wolframalpha.com>) can handle keyword queries. However, the engine does not provide the similar functionality for documents. Our application applies an SVM classifier to detect descriptions of mathematical expressions in MathML documents. Unlike this tool, our solution is more powerful, it can search in OntoMathPRO ontology, and, therefore, enabling reasoning with respect to the document structure context, i.e., it can filter by the document structure context (i.e., a definition) that contains the relevant formula.

### Finding Concepts in Mathematical Formulas

Ring

- Ring
- Ring with unit element
- Ring limited from right
- Ring without identity
- Ring of skew polynomials
- Ring of differential polynomials
- [http://dtpedia.org/resources/Ring\\_N2@mathematics%20N29](http://dtpedia.org/resources/Ring_N2@mathematics%20N29)
- With ring

Corollary  Proposition

<http://dtpedia.org/resources/>

With ring

lobachevskii-dml.ru:8890/mathsearch/

## Finding Concepts in Mathematical Formulas alpha

Gamma function Get instances!

Examples: [Angle](#), [Ring](#), [Graph](#), [Open set](#), [Prime number](#), [Gamma function](#), [Space](#)

Axiom (0)  
  Claim (0)  
  Conjecture (0)  
  Corollary (0)  
  Definition (0)  
  Equation (0)  
  Example (2)  
  Lemma (0)  
  Proof (0)  
  Proposition (0)  
  Remark (0)  
  Theorem (0)  
  Other (2)

Gamma function concept instances (4):

Notation	Formula	Context	Details...
$\Gamma(\cdot)$	$\Theta_j(s) = \frac{\prod_{k=1}^{m_j} \Gamma(\beta_k^j + s) \prod_{k=1}^{n_j} \Gamma(1 - \alpha_k^j - s)}{\prod_{k=n_j+1}^{p_j} \Gamma(\alpha_k^j + s) \prod_{k=m_j+1}^{q_j} \Gamma(1 - \beta_k^j - s)}$	Example	Details...
$\Gamma(\cdot)$	$\Theta_j(s) = \frac{\prod_{k=1}^{m_j} \Gamma(\beta_k^j + s) \prod_{k=1}^{n_j} \Gamma(1 - \alpha_k^j - s)}{\prod_{k=n_j+1}^{p_j} \Gamma(\alpha_k^j + s) \prod_{k=m_j+1}^{q_j} \Gamma(1 - \beta_k^j - s)}$	Other	Details...
$\Gamma(\cdot)$	$= \frac{\prod_{k=1}^{m_j} \Gamma(\beta_k^j + s) \prod_{k=1}^{n_j} \Gamma(1 - \alpha_k^j - s)}{\prod_{k=n_j+1}^{p_j} \Gamma(\alpha_k^j + s) \prod_{k=m_j+1}^{q_j} \Gamma(1 - \beta_k^j - s)}$	Example	Details...
$\Gamma(\cdot)$	$= \frac{\prod_{k=1}^{m_j} \Gamma(\beta_k^j + s) \prod_{k=1}^{n_j} \Gamma(1 - \alpha_k^j - s)}{\prod_{k=n_j+1}^{p_j} \Gamma(\alpha_k^j + s) \prod_{k=m_j+1}^{q_j} \Gamma(1 - \beta_k^j - s)}$	Other	Details...



# Фабрика метаданных

- Выделение метаданных из документов
- Улучшение метаданных
- Уточнение метаданных
- Пополнение метаданных
- Нормализация метаданных

# Автоматизация издательских процессов

- Стилевая валидация поступающих материалов
- Рекомендательная система подбора классификаторов
- Сервисы авторов, включая подготовку список св литературы
- Терминологическое аннотирование статей
- Рекомендательная система подбора рецензентов
- Транслитерация списков литературы
- Формирование метаданных баз цитирования

# Стилевая валидация

## Проверка статьи на техническое соответствие

The image shows a screenshot of a document editor with a ruler at the top. The document content is as follows:

**ТЕОРИЯ ВАРИАЦИОННЫХ ОБРАТНЫХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ  
АЭРОГИДРОДИНАМИКИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРИЛОЖЕНИЯ,  
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

**А.М. Елизаров**

*Казанский (Приволжский) федеральный университет*

[amehzarov@gmail.com](mailto:amehzarov@gmail.com)

*Аннотация.* Вариационные обратные краевые задачи аэрогидродинамики (ОКЗА) реализуют один из подходов к оптимизации аэродинамических и гидродинамических форм, в частности, они связаны с поиском ответа на вопросы, какую максимальную подъемную силу можно получить на профиле крыла и какова форма профилей, обладающих оптимизированными аэродинамическими характеристиками. В рамках классических моделей механики жидкости и газа в математическом плане эти задачи сводятся к вариационным краевым задачам для аналитических функций.

Представлены новые результаты теории вариационных ОКЗА, в том числе близкие к окончательным, описаны приложения в гидродинамике и теории фильтрации, охарактеризованы перспективы развития.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №№ 15-07-05380, 15-47-02343.

**ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕОРИИ ВАРИАЦИОННЫХ ОКЗА**

Одним из первых примеров вариационной ОКЗА служит задача максимизации подъемной силы дуги заданной длины и ограниченной кривизны при безотрывном ее обтекании потоком идеальной несжимаемой жидкости (ИНЖ). Ее точное решение получено в [1] – доказано, что экстремалью будет дуга окружности. К названному классу относятся многие обобщения обратных краевых задач аэрогидродинамики, теории фильтрации, а также экстремальные задачи теории струй.

Annotations on the right side of the image:

- Proписные буквы, Полу жирный шрифт, Расположен в начале текста (points to the title)
- Имеет вид И.О. Фамилия, Следует за названием (points to the author name)
- Курсив, Расположен после авторов (points to the affiliation)
- Размер шрифта: 9пт, Уникальный вид email-а (points to the email address)
- Начинается со слова «Аннотация», Размер шрифта: 9пт (points to the start of the abstract)

# Структурный анализ документов

1  
2  
3  
4  
5

**GENERALIZED ANISOTROPIC NAVIER-STOKES EQUATIONS**

S.N. Antontsev<sup>1</sup>, H.B. Oliveira<sup>2</sup>

1 – *University of Lisbon*  
2 – *University of Algarve, Portugal*

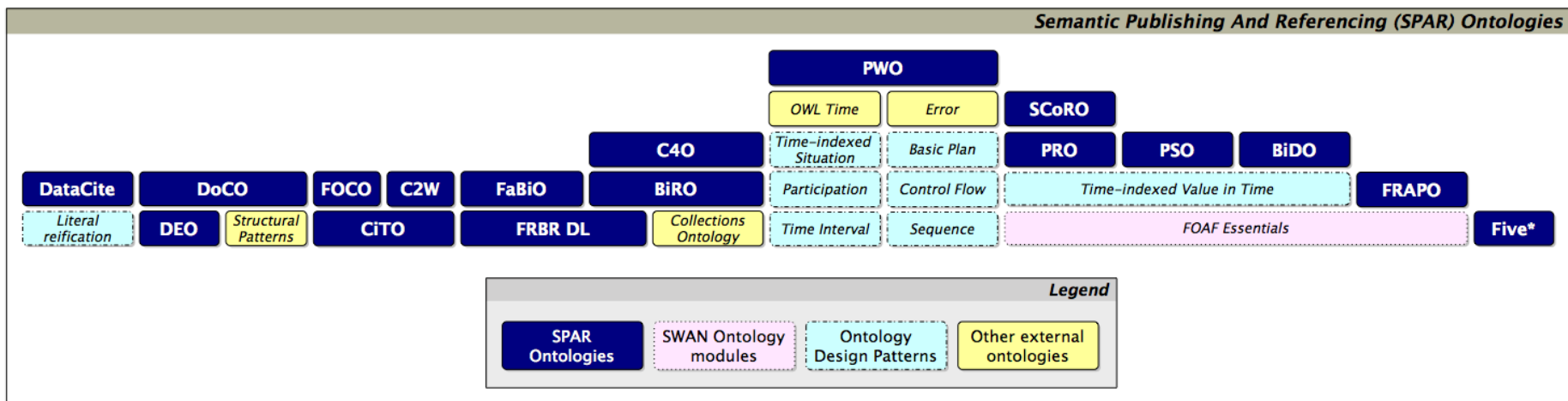
[antontsevsn@mail.ru](mailto:antontsevsn@mail.ru)

*Annotation.* In this talk, we consider the evolution problem for the Navier–Stokes equations of non-Newtonian type and with an anisotropic diffusion. It means that the stress tensor is a nonlinear anisotropic tensor function of the strain rate tensor. This set of equations is potentially useful to model fluids that behave as dilatant fluids in several directions and as pseudoplastic in another distinct ones. The existence of weak solutions is proved for the standard initial and boundary value problem. Also the properties of the solutions such as the extinction in a finite time, the exponential time decay and the power time decay are proved. With this respect, we consider the important case of a forces field with different behavior in distinct directions.

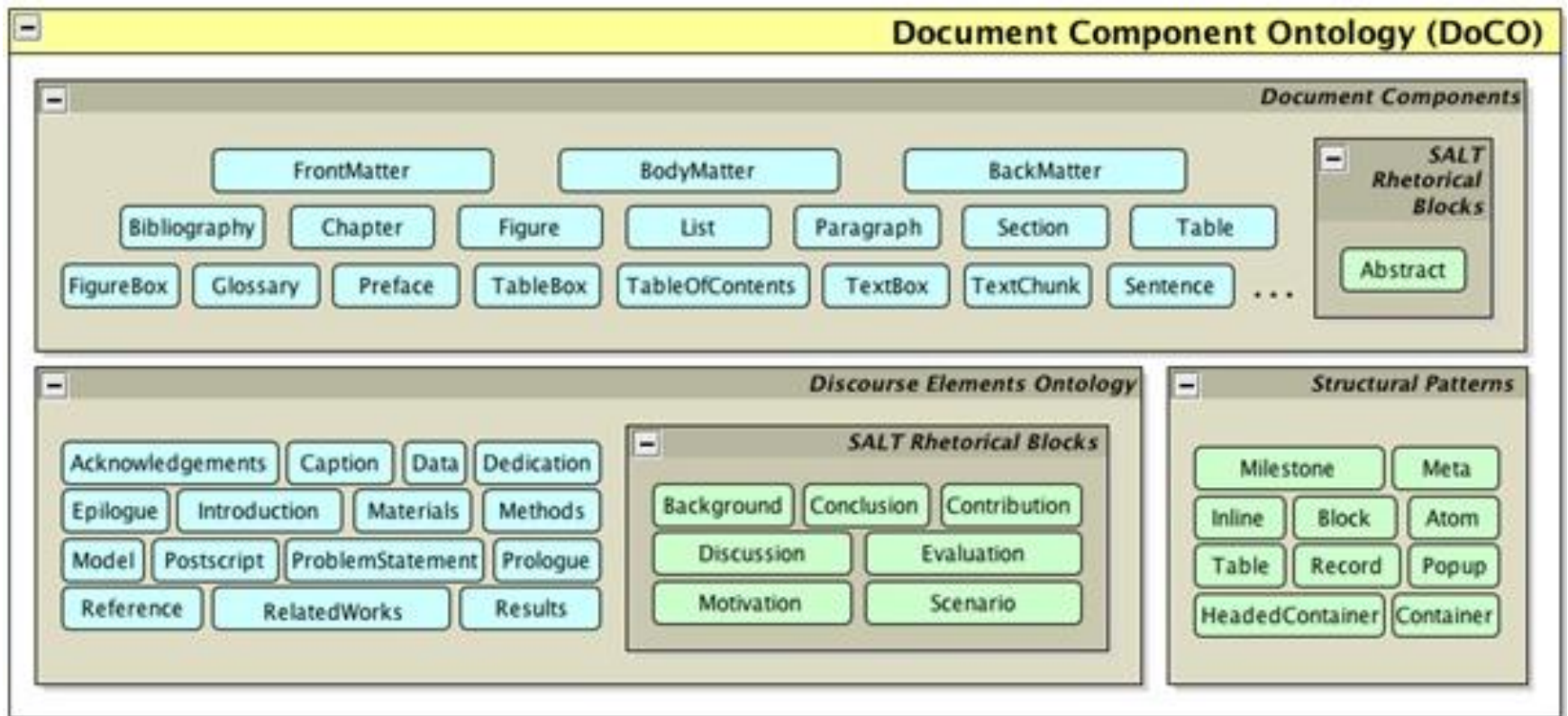
**INTRODUCTION**

Differential equations with anisotropic diffusion have been studied intensively as witness the large number of works published in recent years (see, e.g. [1] and the references cited therein). In the literature of classical Navier–Stokes equations, anisotropic diffusion is used in the context of geophysical flows with the meaning that the vertical viscosity is distinct from the horizontal one (see e.g. [2, 3]). The resolution of the Navier–Stokes with small initial data in suitable anisotropic spaces is also considered in some literature (see [4] and some of the several works where it is cited). There are also some works in which are studied some anisotropic regularity criteria for the Navier–

# Онтологии описания структуры документов



# Онтологии описания структуры документов



# Структурные элементы

<b>Paper block</b>	<b>Block feature</b>	<b>In ontology terms</b>
Title	Font: Times New Roman, 12 pt, bold, centered etc. Position: at the start of the document	doco:title
Author's list	Font: Times New Roman, 12 pt, centered etc. Position: after title Regex Pattern: authors separated by comma	doco: ListOfAuthors, feof:author
Affiliations	Font: Times New Roman, 12 pt, italic, centered etc. Position: after author's list	pro:relatesToOrganization
E-mail	Font: Times New Roman, 9 pt, bold, centered etc. Position: after affiliations Regex Pattern: Unique address type	fabio:Email
Abstract	Font: Times New Roman, 9 pt, justified etc. Position: after e-mail Regex Pattern: Begins with a specific word: abstract	doco: abstract
References	Position: at the end of the document Regex Pattern: Begins with a specific word: References	doco:bibliography, deo:BibliographicReference

# Пример автоматизированного создания авторского указателя

*XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики, Казань, 20 – 24 августа 2015 года. С. 4408-4428.*

## АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Antontsev S.N.	19	Алимова Д.Б.	3215
Chang Ta-Peng	3246	Алисейчик А.П.	132
Ferenczi M.A.	2112	Алокова М.Х.	135
Mace B.R.	869	Аль С.Х.	138
Narayanan T.	2112	Альянов А.В.	141
Oliveira H.V.	19	Алюшин Ю.А.	143
Абдрахманов С.А.	21	Алёхин В.В.	104
Абдрашитов А.А.	24	Амбарцумян Д.С.	687
Абдубакова Л.В.	376	Амелькин Н.И.	145
Абдукаримов А.	28	Аменицкий А.В.	1624
Абдулин А.Я.	1311	Амосов А.С.	4081
Абдулин И.М.	4036	Ананьевский И.М.	147
Абдуллаева М.	172	Ананьевский М.С.	150
Абдуллин А.И.	31	Анджикович И.Е.	563
Абдураимов У.К.	3261	Андреев А.В.	153
Абдуракипов С.С.	34, 2661	Андреев А.Е.	927
Абдыжапар А.	21	Андреев А.С.	156
Абдюшев А.А.	37	Андреев П.С.	1939
Абзалилов Д.Ф.	39	Андронов П.Р.	159
Абрамова К.А.	3626	Андрущенко В.А.	162
Абраров Д.Л.	43	Анисимова И.В.	164
Абрашкин А.А.	46	Анискин В.М.	166
Абрашкин В.И.	49	Анкилов А.В.	726
Абросимов Н.А.	53	Аннакулова Г.К.	169, 172, 3215
Абвзяров К.М.	56	Аннин Б.Л.	104, 176



# Заключение

- Представлены результаты проекта «Разработка технологий управления математическими знаниями на основе цифровой математической библиотеки Lobachevskii-DML», выполняемого в рамках реализации Про-граммы Центра компетенций Национальной технологической инициативы «Центр хранения и анализа больших данных», поддерживаемого Министерством науки и высшего образования Российской Федерации по Договору МГУ им. М.В. Ломоносова с Фондом поддержки проектов Национальной технологической инициативы от 11.12.2018 № 13/1251/2018.

**Спасибо за внимание!**