

На пути к большим RDF данным

А.Г.Марчук, ИСИ СО РАН,
Новосибирск

Big Data

- Новые потребности к технологиям со стороны задач:
 - Хранилища данных (NoSQL)
 - Масштабируемость решений (распределенность хранения и обработки)
 - Специализированные решения для классов задач
 - Понижение порога доступности «больших» технологий

Появление NoSQL. В чем проблема?

Пример: заполнение таблицы случайными целыми числами

	MS SQL запись	MS SQL чтение	MS SQL объем	File запись	File чтение	File объем
1 млн.	10 с.	0.17	42 Мб	0.2 с.	0.1 с.	4 Мб.
10 млн.	157 с.	1.4 (5.8) с	314 Мб	1.4 с.	1.1 с.	40 Мб.
100 млн.	1678 с.		3.06 Гб	12.7 с.	11 с.	400 Мб
1 млрд.				135 с.	140 с.	4 Гб.

```
CREATE TABLE Tab1 (col1 INT NOT NULL);
```

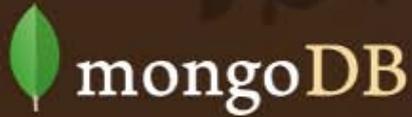
```
INSERT INTO Tab1 VALUES (...),(...),...;
```

```
SELECT COUNT(*) FROM Tab1 WHERE col1 % 2 = 0;
```

NoSQL – Not only SQL

<http://nosql-database.org/>

- Column Store
 - Hadoop/Hbase, Cassandra, Hypertable, Accumulo, Amazon SimpleDB, HPCC, Google BigTable, etc.
- Document Store
 - MongoDB, Elasticsearch, CouchDB, NoSQL embedded db, etc.
- Key-Value Store
 - DynamoDB, Azure Table Storage, HyperDex, Riak, Redis, LevelDB, etc.
- Graph Databases
 - Open Link Virtuoso, GraphBase, DEX, Neo4J, Infinite Graph, etc.
- Распределенные файловые системы:
 - Google File System, Hadoop DFS, GlusterFS, Kosmos FS, etc.



{name: "mongo", type:"DB"}

 **MONGO DOCS**
MongoDB Documentation »

 **TRY IT OUT**
Try The Online Shell »

 **DOWNLOADS**
Download MongoDB »

 **DRIVERS**
Get The Latest Drivers »

Agile and Scalable

MongoDB (from "humongous") is an [open source](#) document database, and the [leading NoSQL](#) database. Written in C++, MongoDB features:

- **Document-Oriented Storage »**
JSON-style [documents](#) with dynamic schemas offer simplicity and power.
- **Full Index Support »**
Index on any attribute, just like you're used to.
- **Replication & High Availability »**
Mirror across LANs and WANs for scale and peace of mind.
- **Auto-Sharding »**
Scale horizontally without compromising functionality.
- **Queueing »**

Newsletter Signup

Keep up to date with MongoDB!

[Sign Up](#)

MongoDB 2.4 is now available

[Download MongoDB 2.4](#)

Upcoming Events

Mar 23 [MongoDB Beijing](#)

NoSQL и Big Data – обман трудящихся?

<http://habrahabr.ru/company/jelastic/blog/166845/>



Майкл Видениус (великий Монти)
– автор оригинальной версии
MySQL:

- новое «NoSQL движение»
началось с поста в блоге от
сотрудников Twitter, которые
считали, что MySQL не был
достаточно хорош для них. Они
нуждались в «чем-то получше»,
в чем-то типа Cassandra.

СУБД Open Link Virtuoso



• Home



• News



• FAQ



• How do I?

• Download

• Pricing

• Buy

> Features

> Benefits

• Presentations

• Tutorials

• Blog

• Wiki

• Documentation

• Articles

• White Papers

• Open-Source Project



Virtuoso Universal Server

Scalable &
High-Performance
Data Management

Virtuoso Universal Server

Virtuoso is an innovative enterprise grade multi-model data server for agile enterprises & individuals. It delivers an unrivaled platform agnostic solution for data management, access, and integration.

The unique hybrid server architecture of Virtuoso enables it to offer traditionally distinct server functionality within a single product offering that covers the following areas:

- Relational Data Management
- RDF Data Management
- XML Data Management
- Free Text Content Management & Full Text Indexing
- Document Web Server
- Linked Data Server



Hadoop

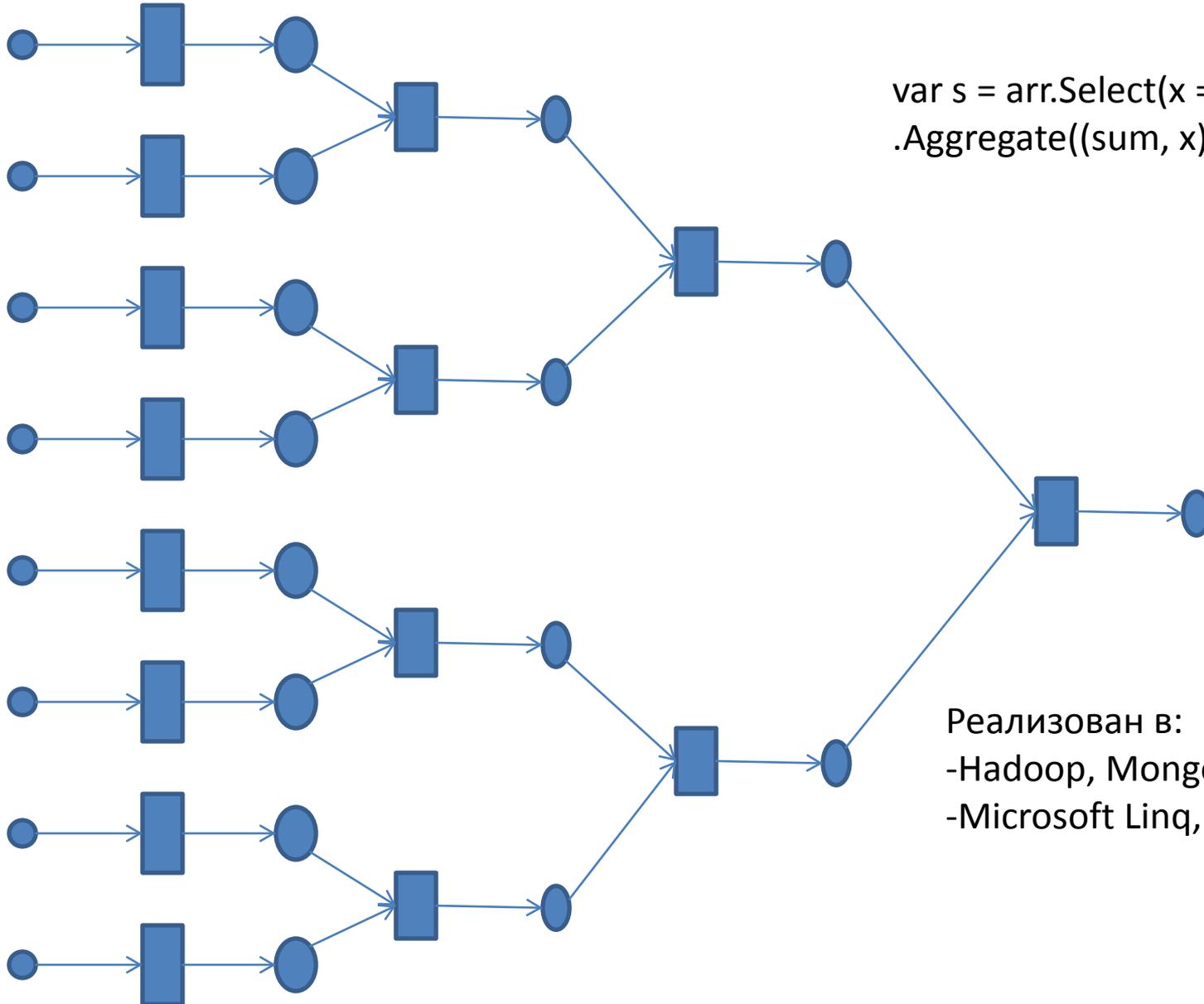


Doug Cutting

Инфраструктура для выполнения распределенных программ, работающих на кластерах из сотен и тысяч узлов. Три основных компонента (подпроекта): Hadoop Common, HDFS, Hadoop MapReduce. Начало проекта – 2005 г. Крупные соразработчики и пользователи: Yahoo, Facebook, New York Times, Amazon.

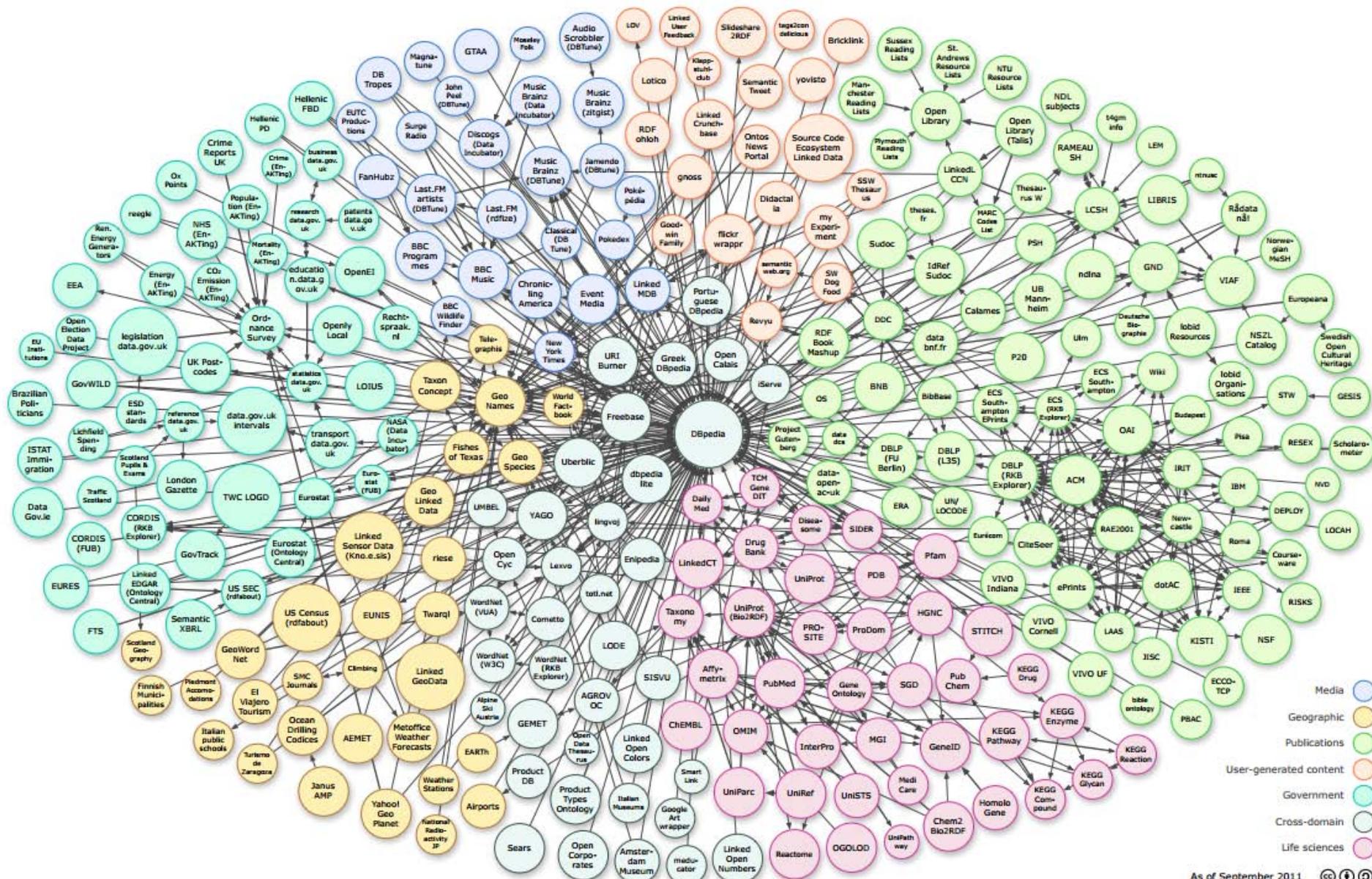
HDFS – файловая система, предназначенная для хранения файлов больших размеров, поблочно распределенных между узлами вычислительного кластера.

MapReduce



```
var s = arr.Select(x => x * x)  
.Aggregate((sum, x) => sum + x);
```

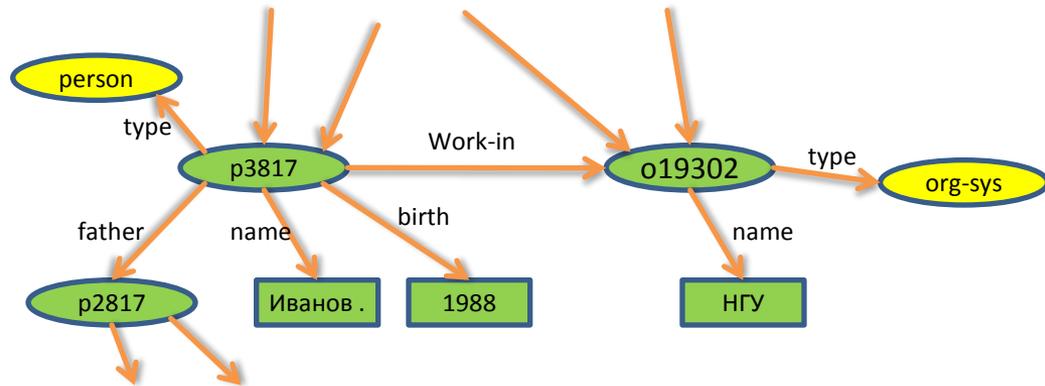
Реализован в:
-Hadoop, MongoDB, ...
-Microsoft Linq, Plinq, Driad



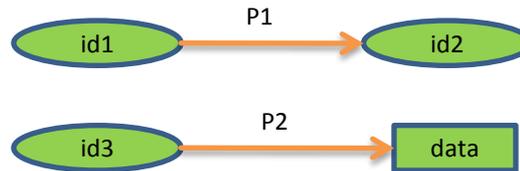
- Media ●
- Geographic ●
- Publications ●
- User-generated content ●
- Government ●
- Cross-domain ●
- Life sciences ●

Что такое RDF?

Фрагмент сети
RDF



Базовые
элементы



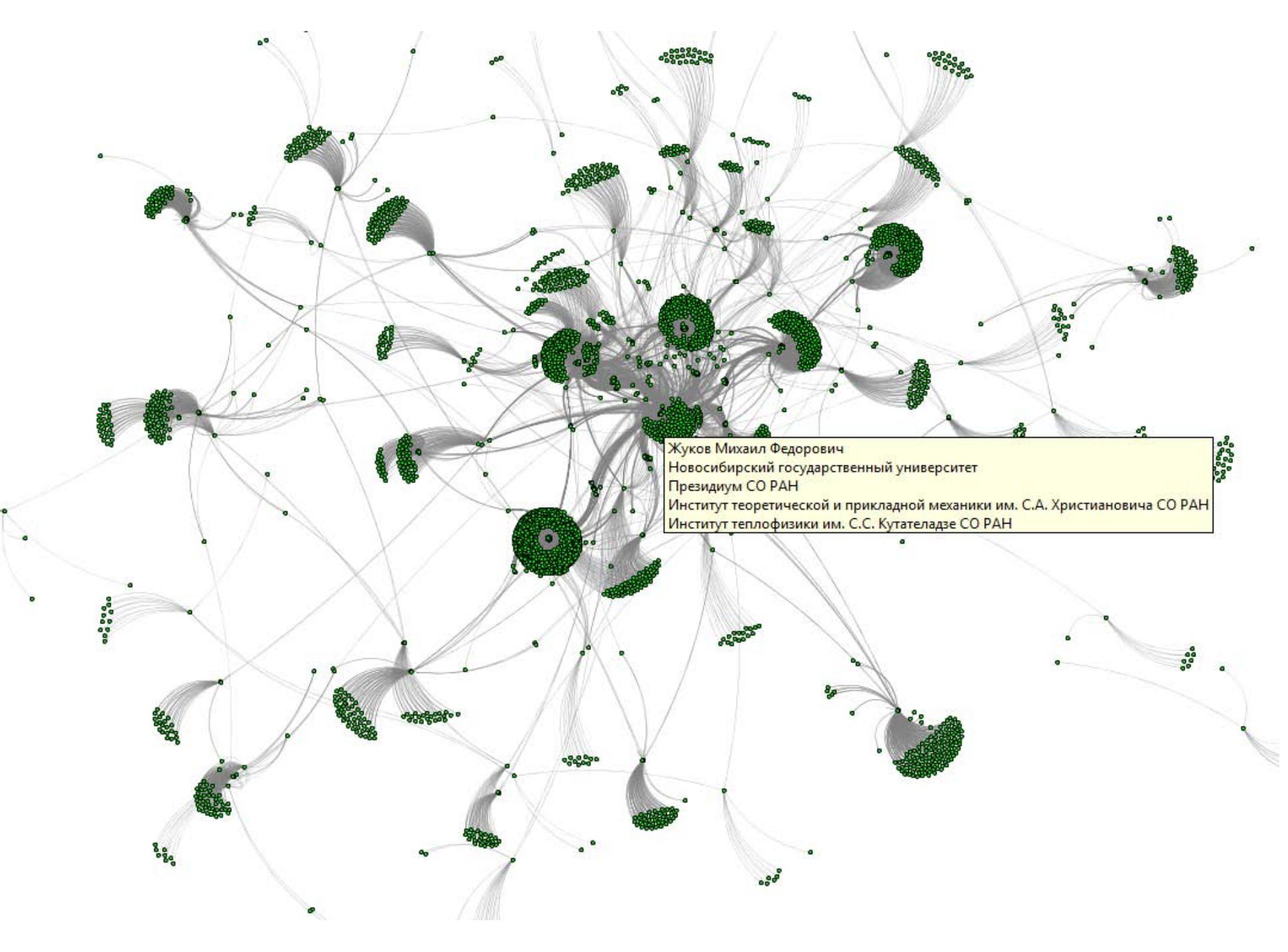
Предикатное
представление:
P1(id1, id2).
P2(id3, data).

XML
представление

```
<rdf:RDF>
  <person rdf:about="p3817">
    <name>Иванов Иван Иванович</name>
    <birth>1988</birth>
    <work-in rdf:resource="o19302"/>
  </person>
  <org-sys rdf:about="o19302">
    <name>НГУ</name>
  </org-sys>
</rdf:RDF>
```

Классы задач, связанных с обработкой RDF

- Визуализация информации
- Редактирование информации
- Способы задания запросов к RDF-графу
- Организация хранения графа RDF и доступа к нему



Tim Berners-Lee

<http://www.w3.org/1998/02/22-rdf-syntax-ns#type>

- [Person](#)
- <http://www.w3.org/2000/10/swap/pim/contact#Male>

[label](#)

- [Tim Berners-Lee](#)

[sameAs](#)

- [Tim Berners-Lee \(also at www1.wiss.fu-berlin.de\)](#)

[image](#)



[Weblinks](#)

<http://www.w3.org/People/Berners-Lee/>

[name](#)

- [Tim Berners-Lee](#)
- [Timothy Berners-Lee](#)
- [Tim Berners Lee](#)

[Given name](#)

- [Timothy](#)

[family name](#)

- [Berners-Lee](#)

[sha1sum of a personal mailbox URI name](#)

- [966c47c6a70db7407210cef9c4e6f5374a525c5c](#)

[workplace homepage](#)

- <http://www.w3.org/>

[nickname](#)

- [TimBL](#)

[nickname](#)

- [TimBL](#)
- [timbl](#)

[personal mailbox](#)

- <mailto:timbl@w3.org>

[seeAlso](#)

- [Tim Berners-Lee's FOAF file](#)
- [Tim Berners-Lee's FOAF file](#)

[is seeAlso of](#)

- [Tim Berners-Lee](#)
- [Tim Berners-Lee](#)

Экспериментальные системы

The image displays a complex web application interface with several overlapping windows and components:

- Top Window (Form1):** A window titled "Form1" showing a "Персона" (Person) profile for "Мурзин Федор Алек...". The profile includes fields for gender (муж), birth date (1952-08-27), and affiliation (Институт систем информатики). Below the profile is a list of "Участие" (Participation) records, including "Институт систем ин..." and "Ученый секретарь" from 2003.
- Left Window (http://sorani1957.ru):** A web browser window showing the "Фотолетопись" (Photo Chronicle) page of SO RAN. It features a navigation menu with "Начало", "Персона", and "Организация". The main content is a grid of photo thumbnails with dates, such as "07 сен 1904", "1902", "июн 1905", "30 сен 1975", "апр 2005", "1957", "1958", and "ок. 1907".
- Bottom Window (Механико-математический факультет):** A web browser window showing the website of the Faculty of Mechanical and Mathematical Sciences. It includes a "Начало" (Home) link, a "Кассеты" (Tapes) section with 5405 documents, and a "Персона" (Person) dropdown menu. The main content area displays a grid of photo thumbnails.
- Central Profile Window:** A detailed profile for "Диев Владимир Серафимович" (Dyev Vladimir Serafimovich). It lists his education at "Новосибирский государственный университет" (Novosibirsk State University) and his participation in "Группа 215(1977)". The profile also includes fields for "роль" (role), "клсф.роли" (class roles), "нач.дата" (start date), "кон.дата" (end date), and a "комментарий" (commentary) field.

Редактирование базы данных



[Начало](#)
[Загрузка](#)
[Тестирование](#)

mag [Log Out]

Открытый архив СО РАН

Персона

Персона

имя	нач.дата	кон.дата	пол	отец
Канторович Леонид Витальевич	1912-01-19	1986-04-07	муж.	edit

[муж.дво](#) | [жена.дво](#) | [имя.русск](#) | образован в ([Школьник Студент](#)) |

степени/ титул

Титулован [\[доб\]](#)

нач.дата	степень	edit	x
1975-12-10	Лауреат Нобелевской премии	edit	x
1958-03-28	Член-корреспондент по Сибирскому отделению (экономика и статистика)	edit	x
1964-06-26	Академик по Отделению математики (математика, экономика)	edit	x
1949	Лауреат Сталинской премии	edit	x
1965	Лауреат Ленинской премии	edit	x

участник в орг.

Участие [\[доб\]](#)

нач.дата	кон.дата	клас.роль	роль	в орг. инст.	edit	x
		участник	участник	Событие "Выборы по Сибирскому отделению АН СССР"	edit	x
		участник	участник	Событие "Подписан в печать подготовленный биологическим н..."	edit	x
1960	1971	участник	заместитель директора	Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН	edit	x
		участник	участник	Событие "Нобелевская премия присуждена выдающемуся советс..."	edit	x
1958	1960	участник	заведующий лабораторией	Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН	edit	x

отрак. в документе

Отражение

			Постановлением Президиума АН СССР создана советс...	Состоялись первые выборы по СО АН СССР	В Новосибирск из Москвы и Ленинграда прибыла пер...	Постановлением Президиума СО АН СССР Лаборатория...	Выборы по Сибирскому отделению АН СССР
Подписан в печать подготовленный биологическим н...			Нобелевская премия присуждена выдающемуся	Академик Леонид Витальевич Канторович	Выдающийся советский математик и экономист		

Sparql – стандартный язык осуществления запросов к RDF

```
prefix fog: <http://fogid.net/o/>
prefix dat: <http://fogid.net/e/>
select ?fd ?td ?orgname ?ro from <http://fogid.net/g/>
{
?s fog:participant dat:piu_200809051791.
?s fog:in-org ?inorg.
?s <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type> fog:participation.
?inorg fog:name ?orgname.
optional {?s fog:from-date ?fd}
optional {?s fog:to-date ?td}
optional {?s fog:role ?ro}
}
```

Ключевая задача: реализация RDF-графа

- Реляционная СУБД
- MongoDB
- OpenLink Virtuoso
- Apache Cassandra
- RGraphEngine

Цели и методика экспериментов

- Найти подходящий способ реализации RDF-графа с помощью изучаемой СУБД
- Определить и сопоставить некоторые характеристики реализаций для разных «движков»
- Оценить предельные объемы данных, которые можно обрабатывать движками.

Загрузка данных, сек.

	tm	tm3	tm10
mssql	185	638	3700
mongo	26	70	359
virtuoso	402	800	2729
cassandra	433		
rgraph	17		

Построение информационного портрета, мс.

	tm	tm3	tm10
mssql	92	380	391
mongo	1223	3190	10112
virtuoso	290	267	331
cassandra	209		
rgraph	3.4		

Поиск по текстовому образцу, мс.

	tm	tm3	tm10
mssql	360	1290	5733
mongo	272	816	2636
virtuoso	248	644	2425
cassandra	14.6		
rgraph	147		

FSRDF – специализированная СУБД для реализации RDF

	tm	tm3	tm10
mssql	185	638	3700
mongo	26	70	359
virtuoso	402	800	2729
cassandra	433		
fsrdf	26	57	204

Время загрузки наборов тестовых данных, сек.

	tm	tm3	tm10
mssql	92	380	391
mongo	1223	3190	10112
virtuoso	290	267	331
cassandra	209		
fsrdf	37	42	45

Среднее время построения информационного портрета, мс.

	tm	tm3	tm10
mssql	360	1290	5733
mongo	272	816	2636
virtuoso	248	644	2425
cassandra	14.6		
fsrdf	1.9	1.6	2.3

Среднее время поиска по текстовому образцу, мс

Загрузка данных – до 1
млрд. триплетов

Работает на компьютерах с
небольшим объемом
оперативной памяти

«Большая гонка»

<http://www.w3.org/wiki/LargeTripleStores>

- 1 AllegroGraph (1+Trillion)
- 2 OpenLink Virtuoso v6.1 - 15.4B+ explicit; uncounted virtual/inferred
- 3 BigOWLIM (12B explicit, 20B total); 100,000 queries per \$1
- 4 Garlik 4store (15B)
- 5 Bigdata(R) (12.7B)
- 6 YARS2 (7B)
- 7 Jena TDB (1.7B)
- 8 Jena SDB (650M)
- 9 Mulgara (500M)
- 10 RDF gateway (262M)

<http://wifo5-03.informatik.uni-mannheim.de/bizer/berlinsparqlbenchmark/results/V7/>

SUT	10M	100M	200M	1B
BigData	00:2:39	00:25:35	00:59:25	-
BigOwlim	00:2:31	00:22:47	00:47:19	4:9:39
TDB	00:9:41	1:37:55	3:34:59	-
Virtuoso6	00:7:06	00:19:26	00:31:30	1:10:30
Virtuoso7	-	00:03:09	-	00:27:11

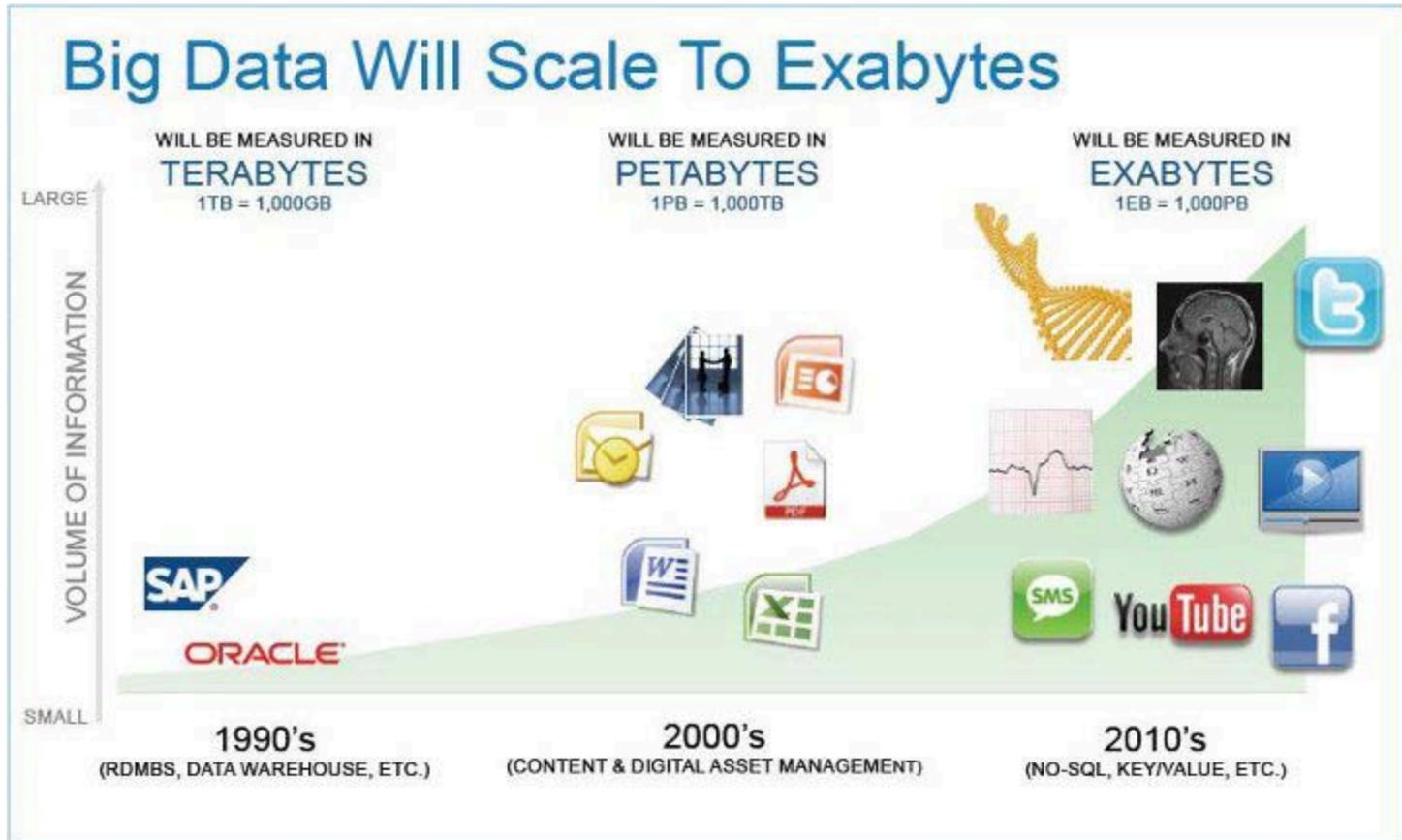
Проект PolarDB

1. PolarDB - система конструирования специализированных СУБД, основанная на типовой системе языка Поляр (Polar)
2. Типизованные структурные значения могут существовать в нескольких формах: древовидное представление в оперативной памяти; файловая структура свободного формата; файловая структура фиксированного формата; текстовое представление; событийный поток.
3. Интерфейс взаимодействия с базой данных адаптирован под LINQ.

Предполагается:

4. Создать инфраструктуру распределенных хранения и обработки данных;
5. Сделать поддержку транзакций и других видов синхронизации;
6. Сформировать слой поддержки репликаций и распределенной синхронизации на основе Eventual consistency

Спасибо за внимание!



Шаблонные деревья

```
<TemplateTree>
  <record type="Person">
    <label xml:lang="ru">Персона</label>
    <field prop="name"/>
    <field prop="startDate"/>
    <inverse prop="participant">
      <record type="Participation">
        <field prop="startDate"/>
        <field prop="endDate"/>
        <field prop="role"/>
        <direct prop="inOrg">
          <record type="orgSys">
            <field prop="name"/>
            <field prop="orgClassification"/>
          </record>
        </direct>
      </record>
    </inverse>
    ...
  </record>
  ...
</TemplateTree>
```