

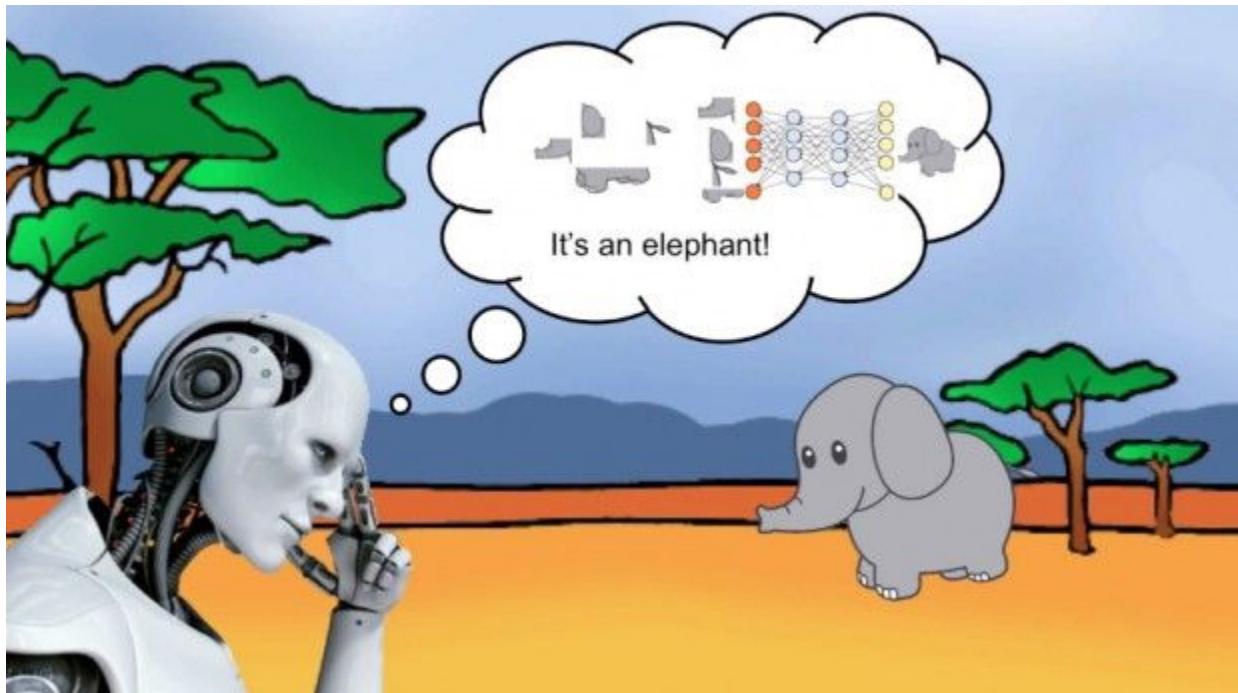
# Промышленные графы знаний

# 1. Введение в представление знаний

# Некоторые вопросы, которые возникают в представлении знаний с точки зрения ИИ

- Как люди представляют знания?
- Какова природа знаний и как мы их представляем?
- Должна ли схема представления связываться с частной областью знаний, или она должна быть общецелевой?
- Насколько выразительна данная схема представления?
- Должна ли быть схема декларативной или процедурной?

# Зачем это нужно?



# Предпосылки появления

- Первые исследования в области искусственного интеллекта
- Разнообразие трудноформализуемых задач
- Развитие когнитивной психологии, формальных логик и человека-машинных интерфейсов и баз знаний

# Где и кем используются

Wikidata: the new Rosetta Stone  
“The promise of linked data seems to have finally arrived.”



Free knowledge base that anyone can edit  
Launched in 2012  
Integrated with Wikipedia and other sister projects  
**Statistics** (February 2017)  
Over 25M items  
Over 130M statements



- Все больше и больше знаний доступно в взаимосвязанной, структурированной, логически доступной форме

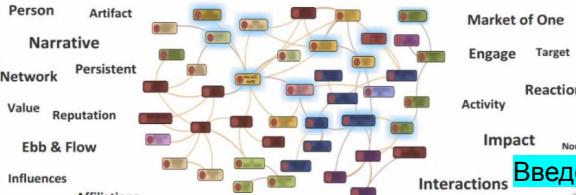


Enterprise Knowledge Graph  
Next-gen Knowledge Management



Sentiment Symposium 2014

Understanding Who is saying or doing What



Введение в представление знаний

# Что же такое знания?

- «Знания — это закономерности предметной области (принципы, связи, законы), полученные в результате практической деятельности и профессионального опыта, позволяющие специалистам ставить и решать задачи в этой области»
- «Знания — это хорошо структурированные данные или данные о данных, или метаданные»
- «Знания — формализованная информация, на которую ссылаются или используют в процессе логического вывода»

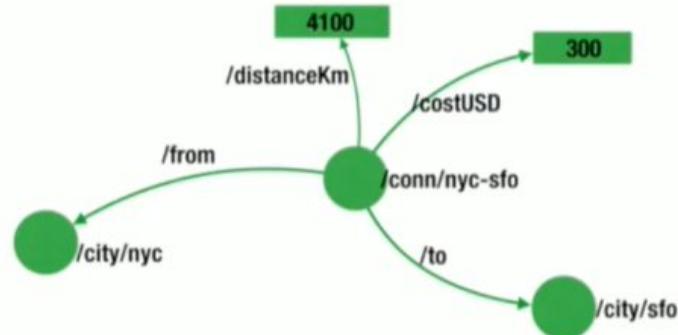
# Формы представления LPG vs RDF

Connection between NYC and SF: 300 USD / 4100 in Km.

LPG (Neo4j)



RDF



# Что такое граф знаний?

- Термин граф знаний ввела в обращение компания Google
- Google Knowledge Graph

<https://googleblog.blogspot.com/2012/05/introducing-knowledge-graph-things-not.html>

# Google Knowledge Graph

## Ньютона, Исаак — Википедия

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Ньютона,\\_Исаак](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ньютона,_Исаак) ▾

Сэр Исаак Ньюто́н (англ. Isaac Newton /ˈjuː.tən/, 25 декабря 1642 года — 20 марта 1727 года по юлианскому календарю, действовавшему в Англии до ...

Дата смерти: 20 (31) марта 1727 (84 года)      Научный руководитель: [Исаак Барроу](#)

Дата рождения: 25 декабря 1642 (4 января 1...      Место смерти: [Кенсингтон](#), Великобритания;

[Биография](#) · [Личные качества](#) · [Научная деятельность](#)

## Ньютон (единица измерения) — Википедия

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Ньютон\\_\(единица\\_измерения\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ньютон_(единица_измерения)) ▾

Ньюто́н (русское обозначение: Н; международное: N) — единица измерения силы в

Международной системе единиц (СИ). Ньютон — производная ...

[История](#) · [Связь с другими](#) ... · [Кратные и дольные](#) ...

## Исаак Ньютона - Биография - Кафедра физхимии ЮФУ

[www.physchem.chimfak.rsu.ru/Source/History/Persones/Newton.html](http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/Source/History/Persones/Newton.html) ▾

В 12 лет Ньютона начал учиться в Грантемской школе, в 1661 г. поступил в колледж св. Троицы (Тринити-колледж) Кембриджского университета в ...

## Исаак Ньютона - биография, законы физики, семья, личная жизнь ...

<https://24smi.org/celebrity/3876-isaak-newton.html> ▾

★★★★★ Рейтинг: 4 - 44 голоса

Биография Исаака Ньютона, его открытия, женщины, интересные факты, книги, личная жизнь, жена, дети, рост, возраст, фото и последние новости о ...



## Исаак Ньютона

Физик

Сэр Исаак Ньюто́н — английский физик, математик, механик и астроном, один из создателей классической физики. Автор фундаментального труда «Математические начала натуральной философии», в котором он изложил закон всемирного тяготения и три закона механики, ставшие основой классической механики.

[Википедия](#)

**Родился:** 4 января 1643 г., Усадьба Вулсторп, Великобритания

**Умер:** 31 марта 1727 г., Кенсингтон, Лондон, Великобритания

**Полное имя:** Sir Isaac Newton

**Открытия:** Законы Ньютона, [Классическая теория тяготения](#)  
Ньютона

**Образование:** Тринити-колледж (1667 г.–1668 г.), ЕЩЕ

# DBpedia

- Основы и концепция открытых для пользователей графов знаний были впервые реализованы в 2007 в базе знаний DBpedia, созданной в результате семантической обработки инфобоксов статей в Wikipedia

<https://wiki.dbpedia.org/>

# DBpedia — <http://dbpedia.org/page/Lukoil>

Browse using ▾ Formats ▾ Faceted Browser Sparql Endpoint

## About: Лукойл

An Entity of Type : [Организация](#), from Named Graph : <http://dbpedia.org>, within Data Space : [dbpedia.org](#)

ПАО «ЛУКОЙЛ» — российская нефтяная компания, принадлежащая The Bank of New York Mellon. Официальное название — ПАО «Нефтяная компания „ЛУКОЙЛ“». Наименование компании происходит от первых букв названий городов нефтяников (Лангепас, Урай, Когалым) и слова «ойл» (от англ. oil — нефть). Основные виды деятельности компании — операции по разведке, добыче и переработке нефти и природного газа, реализации нефти и нефтепродуктов. Штаб-квартира «ЛУКОЙЛ» находится в Москве, на Сретенском бульваре. Также у компании имеется североамериканская штаб-квартира, расположенная в Ист-Мэдou — пригороде Нью-Йорка.

Property	Value
dbo:abstract	<p>ПАО «ЛУКОЙЛ» — российская нефтяная компания, принадлежащая The Bank of New York Mellon. Официальное название — ПАО «Нефтяная компания „ЛУКОЙЛ“». Наименование компании происходит от первых букв названий городов нефтяников (Лангепас, Урай, Когалым) и слова «ойл» (от англ. oil — нефть). Основные виды деятельности компании — операции по разведке, добыче и переработке нефти и природного газа, реализации нефти и нефтепродуктов. Вторая после «Газпрома» по объёмам выручки компания в России (по итогам 2014 года, по данным журнала «Эксперт»). До 2007 являлась крупнейшей по объёму добычи нефтяной компанией в России («Роснефть» опередила её после покупки активов «ОКОСа»). По размеру доказанных запасов углеводородов «ЛУКОЙЛ», по собственным данным, по состоянию на 1 января 2011 года являлся третьей в мире частной нефтяной компанией (по запасам нефти — первой). Торговая марка «ЛУКОЙЛ» — один из двух российских брендов (наряду с «Балтика»), вошедших в список 100 крупнейших мировых торговых марок, составленный в апреле 2007 года британской газетой Financial Times. Впрочем, по итогам аналогичного рейтинга, составленного в апреле 2009 года, в сотню ведущих марок «ЛУКОЙЛ» уже не попал. Штаб-квартира «ЛУКОЙЛ» находится в Москве, на Сретенском бульваре. Также у компании имеется североамериканская штаб-квартира, расположенная в Ист-Мэдou — пригороде Нью-Йорка. (ru)</p>
dbo:foundingYear	1991-01-01 (xsd:date)
dbo:industry	<a href="#">dbr:Oil_and_gas_industry</a>

# DBpedia — запросы

## Virtuoso SPARQL Query Editor

Default Data Set Name (Graph IRI)

<http://dbpedia.org>

### Query Text

```
SELECT ?uri ?label
WHERE {
?uri rdfs:label "Лукойл"@ru .
?uri rdfs:label ?label
}
```



uri	label
<a href="http://dbpedia.org/resource/Lukoil">http://dbpedia.org/resource/Lukoil</a>	"Лукойл"@en
<a href="http://dbpedia.org/resource/Lukoil">http://dbpedia.org/resource/Lukoil</a>	"Лукойл"@de
<a href="http://dbpedia.org/resource/Lukoil">http://dbpedia.org/resource/Lukoil</a>	"ЛУКОЙЛ"@es
<a href="http://dbpedia.org/resource/Lukoil">http://dbpedia.org/resource/Lukoil</a>	"Лукойл"@fr
<a href="http://dbpedia.org/resource/Lukoil">http://dbpedia.org/resource/Lukoil</a>	"ЛУКОЙЛ"@it
<a href="http://dbpedia.org/resource/Lukoil">http://dbpedia.org/resource/Lukoil</a>	"ルクオイル"@ja
<a href="http://dbpedia.org/resource/Lukoil">http://dbpedia.org/resource/Lukoil</a>	"ЛУКОЙЛ"@nl
<a href="http://dbpedia.org/resource/Lukoil">http://dbpedia.org/resource/Lukoil</a>	"Лукойл"@pl
<a href="http://dbpedia.org/resource/Lukoil">http://dbpedia.org/resource/Lukoil</a>	"ЛУКОЙЛ"@pt
<a href="http://dbpedia.org/resource/Lukoil">http://dbpedia.org/resource/Lukoil</a>	"Лукойл"@ru
<a href="http://dbpedia.org/resource/Lukoil">http://dbpedia.org/resource/Lukoil</a>	"卢克石油"@zh

(Security restrictions of this server do not allow you to retrieve remote RDF data, see [details](#).)

Results Format:

Execution timeout:

30000 milliseconds (values less than 1000

Options:

- Strict checking of void variables
- Log debug info at the end of output (has no effect on sort order)
- Generate SPARQL compilation report (instead of executing the query)

(The result can only be sent back to browser, not saved on the server, see [details](#))

# Wikidata

- Если DBpedia использует данные Wikipedia для наполнения графа, то Wikidata предназначен для хранения знаний, которые будут использованы уже в Wikipedia.

The screenshot shows the main page of Wikidata. At the top, there's a navigation bar with links for Main Page, Discussion, Read, View source, View history, Search Wikidata, English, Not logged in, Talk, Contributions, Create account, and Log in. Below the navigation is a large, semi-transparent network graph with nodes labeled 'open', 'multilingual', 'free', 'collaborative', 'linked', and 'structured'. In the center of the graph, a grey box contains the text: "Welcome to Wikidata", "the free knowledge base with 59,159,498 data items that anyone can edit.", and links to "Introduction", "Project Chat", "Community Portal", and "Help". Below this, another grey box says "Want to help translate? Translate the missing messages.". At the bottom of the main content area, there are three cards: "Welcome!" (describing Wikidata as a free and open knowledge base), "Learn about data" (introducing the concept of structured data), and "Get involved" (encouraging participation). The footer includes links for Print/export, Create a book, Download as PDF, Printable version, Tools, and Help.

<https://www.wikidata.org/>

# Wikidata — данные

## Lukoil (Q329347)

Russian oil company

LUKoil

▼ In more languages Configure

Language	Label	Description	Also known as
English	Lukoil	Russian oil company	LUKoil
Russian	ЛУКойл	Нефтяная компания	Лангепас-Урай-Когалымнефть ОАО «Лукойл»
Tatar	No label defined	No description defined	
Bashkir	Лукойл	No description defined	

All entered languages

## Statements

instance of	<ul style="list-style-type: none"><li>business</li><li>enterprise</li></ul>	<a href="#">edit</a>
	<ul style="list-style-type: none"><li>▼ 0 references</li><li>▼ 0 references</li></ul>	<a href="#">+ add reference</a>
		<a href="#">+ add value</a>



image		<a href="#">edit</a>
	Akademika Sakharova 2 Aug 2009 01.JPG 2,200 × 3,000; 1.6 MB	<a href="#">» 1 reference</a>

industry	<ul style="list-style-type: none"><li>extraction of petroleum</li><li>petroleum industry</li></ul>	<a href="#">edit</a>
	<ul style="list-style-type: none"><li>▼ 1 reference</li><li>▼ 1 reference</li></ul>	<a href="#">+ add value</a>

inception	25 November 1991	<a href="#">edit</a>
	<ul style="list-style-type: none"><li>▼ 0 references</li></ul>	<a href="#">+ add reference</a>

significant person	Vagit Alekperov	<a href="#">edit</a>
	<ul style="list-style-type: none"><li>▼ 1 reference</li></ul>	<a href="#">+ add value</a>

founded by	Vagit Alekperov	<a href="#">edit</a>
	<ul style="list-style-type: none"><li>▼ 0 references</li></ul>	<a href="#">+ add reference</a>

# Приложения на основе Wikidata

metaphactory

<https://wikidata.metaphacts.com/>



Лукойл



ЛУКОЙЛ Lukoil (Russian oil company)

PBC Lukoil Academic (basketball team)

FC Spartak Nizhny Novgorod (association football club)

# Metaphactory

 СУРГУТНЕФТЕГАЗ

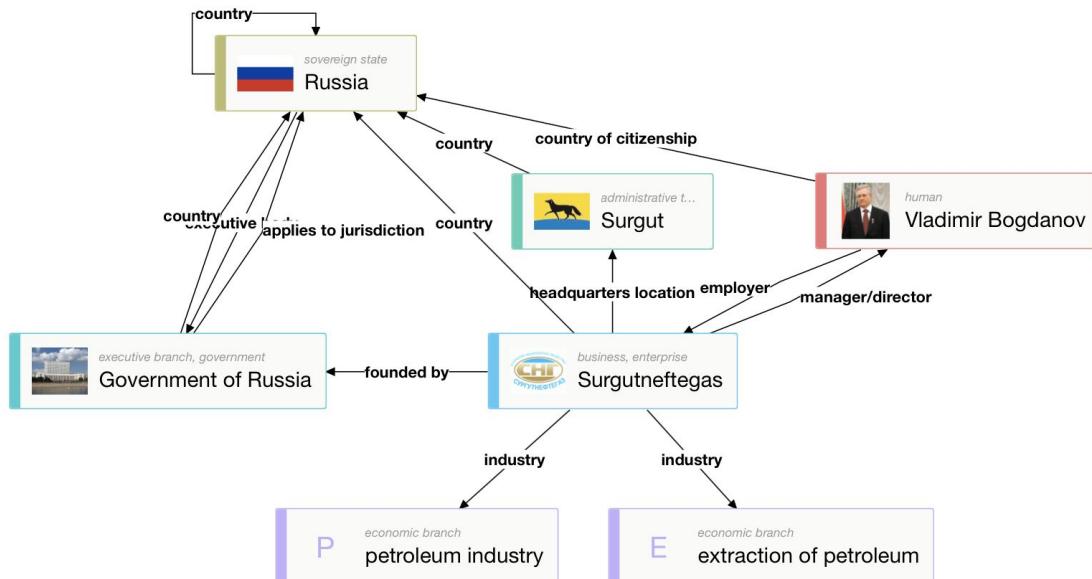
## Surgutneftegas

URI: <http://www.wikidata.org/entity/Q680776>

Type: business, enterprise

Description: company

Knowledge Graph    Source    External Links



# BioPortal

- Один из наиболее интересных графов знаний, специализирующихся в конкретной предметной области

 BioPortal   [Ontologies](#) [Search](#) [Annotator](#) [Recommender](#) [Mappings](#) [Resource Index](#)   [Logout](#)

Welcome to BioPortal, the world's most comprehensive repository of biomedical ontologies

Search for a class

Find an ontology

Advanced Search

Browse Ontologies

Ontology Visits (July 2019)

Ontology	Visits (July 2019)
CPT	~225,000
MEDDRA	~40,000
SNOMEDCT	~30,000
RXNORM	~10,000
NDDF	~5,000

More

BioPortal Statistics

Ontologies	796
Classes	9,828,160
Resources Indexed	48
Indexed Records	39,537,360
Direct Annotations	95,468,433,792
Direct Plus Expanded Annotations	144,789,582,932

<https://bioportal.bioontology.org>

# BioPortal

## Medical Dictionary for Regulatory Activities Terminology (MedDRA)

Last uploaded: April 29, 2019



Summary    Classes    Properties    Notes    Mappings    Widgets

### Details

Acronym	MEDDRA
Visibility	Public
Description	MedDRA is an international medical terminology with an emphasis on use for data entry, retrieval, analysis, and display. It applies to all phases of drug development, excluding animal toxicology, and to the health effects and malfunction of devices. An appendix includes concept descriptions which describe how a medical concept is interpreted, used, and classified within the MedDRA terminology. It is not intended as a medical definition. The concept descriptions are intended to aid the consistent and accurate use of MedDRA in coding, retrieval, and analysis.
Status	Production
Format	UMLS
Contact	MedDRA MSSO, mssohelp@meddra.org
Categories	Health
Groups	Cancer Biomedical Informatics Grid, Unified Medical Language System
License Information	The MedDRA ontology is maintained and distributed by the <a href="#">MedDRA MSSO</a> . This ontology is freely accessible on this site for academic and other non-commercial uses. Users anticipating any commercial use of MedDRA must contact the MSSO to obtain a license.

### Submissions

Version	Released	Uploaded
2018AB (Parsed, Indexed, Metrics, Annotator, Error Diff)	11/05/2018	04/29/2019
2018AA (Archived)	05/07/2018	07/06/2018
2018AB	2018-05-07	2019-04-29

### Metrics

Classes	71,982
Individuals	0
Properties	16
Maximum depth	3
Maximum number of children	266
Average number of children	16
Classes with a single child	77
Classes with more than 25 children	418
Classes with no definition	71,759

### Visits



# BioPortal

- Один из наиболее интересных графов знаний, специализирующихся в конкретной предметной области

 BioPortal   [Ontologies](#) [Search](#) [Annotator](#) [Recommender](#) [Mappings](#) [Resource Index](#)   [Logout](#)

Welcome to BioPortal, the world's most comprehensive repository of biomedical ontologies

Search for a class

Find an ontology

Advanced Search

Browse Ontologies

Ontology Visits (July 2019)

Ontology	Visits (July 2019)
CPT	~225,000
MEDDRA	~40,000
SNOMEDCT	~30,000
RXNORM	~10,000
NDDF	~5,000

More

BioPortal Statistics

Ontologies	796
Classes	9,828,160
Resources Indexed	48
Indexed Records	39,537,360
Direct Annotations	95,468,433,792
Direct Plus Expanded Annotations	144,789,582,932

<https://bioportal.bioontology.org>

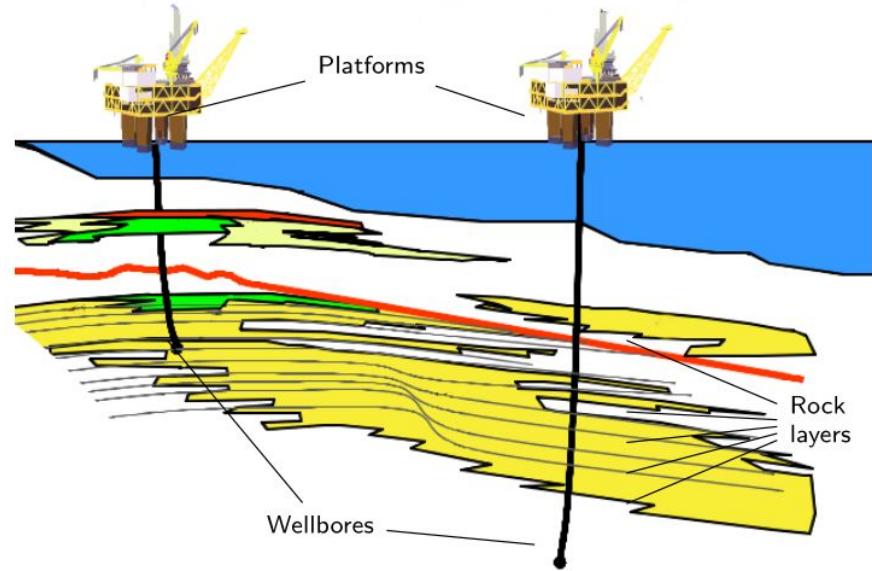
# Примеры применения в индустрии

# Statoil: интеграция данных на основе онтологий

Около 900 геологов и геофизиков изучают текущее состояние пластов и ищут новые залежи нефти и газа.

Задачи:

- 1) найти необходимые данные по скважинам, сейсмическим показаниям и т.д. в БД Statoil,
- 2) проанализировать данные с помощью соответствующих аналитических инструментов.



# Statoil: Проблема

Около 30-70% времени геологи затрачивают на поиск и извлечение данных.

Причины:

- объем и запутанность схемы данных, а также ограниченность интерфейсов доступа,
- необходимость привлечения IT-инженеров удлиняет время на решение задачи.

# Statoil: Источники данных

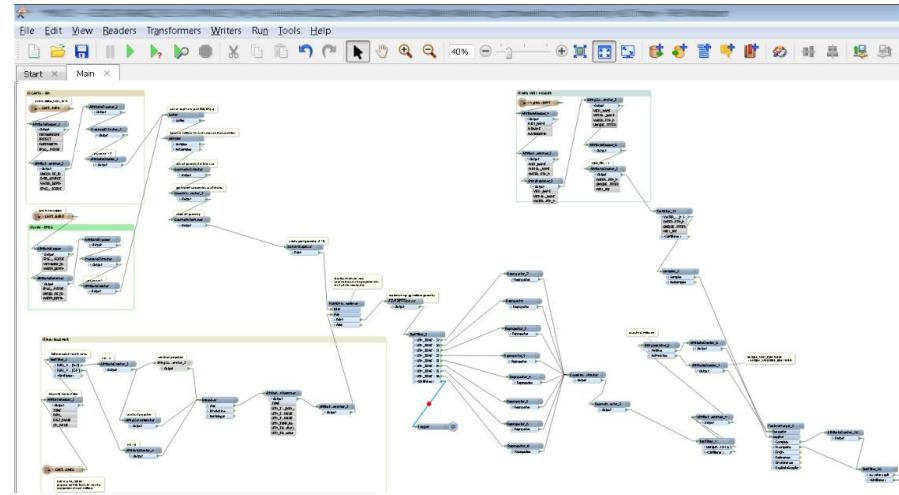
- 6 внутренних баз данных Statoil,
- 1 публичная база данных Норвежского министерства нефти и энергии.

Тысячи таблиц и views и десятки тысяч столбцов. Одни и те же данные представлены по разному, например, типы скважин и пластов.

# Statoil: интерфейсы к источникам данных

- формы запросов с фиксированным набором параметров,
- геоинформационные системы,
- views, собранные ETL процедурами.

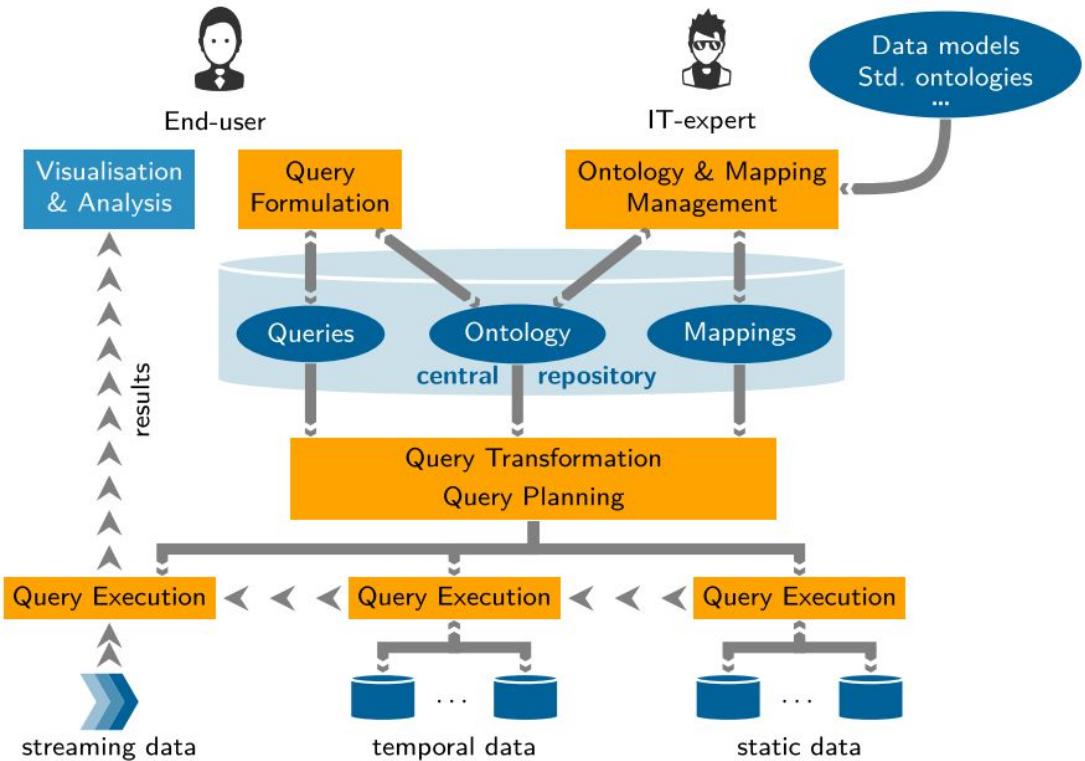
Время на подготовку views: от нескольких дней до нескольких недель.



# Statoil: решение

Ontology Based Data Access (OBDA).

Реализация архитектуры виртуальной интеграции данных на основе онтологий и SPARQL.



# Statoil: этапы внедрения

- онтология предметной области
  - верхнеуровневая онтология: 106 классов, 91 свойство, 520 аксиом,
  - онтологии баз данных (полуавтоматическая генерация).
- маппинги к базам данных
  - стандарт R2RML,
  - 1 федеративный маппинг (несколько БД в одном запросе),
  - 75 маппингов для верхнеуровневой онтологии,
  - 4000+ маппингов для онтологий баз данных (полуавтоматическая генерация).

# Statoil: результаты

Время выполнения запросов (среднее):

- переписывание SPARQL -> SQL
  - 20 миллисекунд
- выполнение SQL
  - 36 секунд
- общее время
  - 58 секунд

Сложность запросов (кол-во символов):

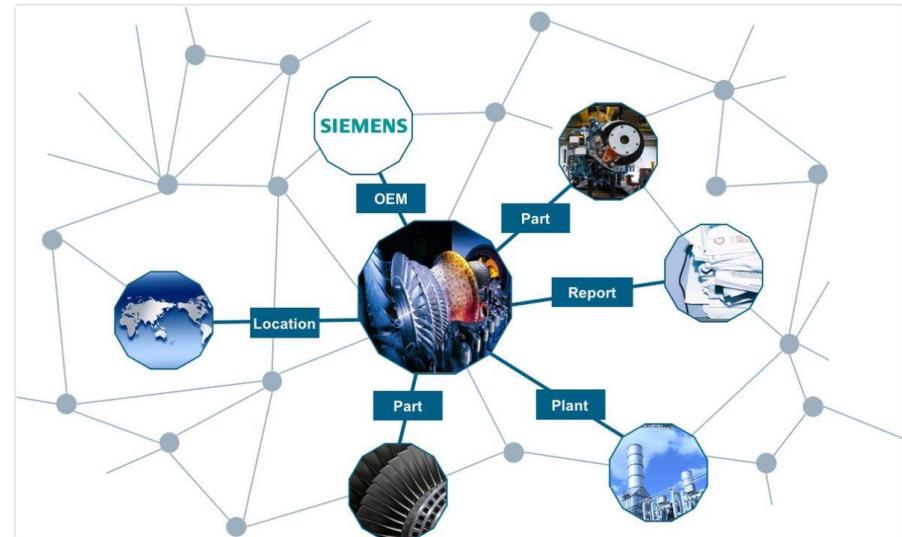
- SPARQL
  - среднее: 462,
  - медианное: 456,
  - максимальное: 1110.
- Сгенерированный SQL
  - среднее: 4283,
  - медианное: 2547,
  - максимальное: 37788.

В целом время выполнения запросов сопоставимо с такими же, но для подготовленных views. И значительно быстрее, чем подготовка нового view, с помощью ETL процедур.

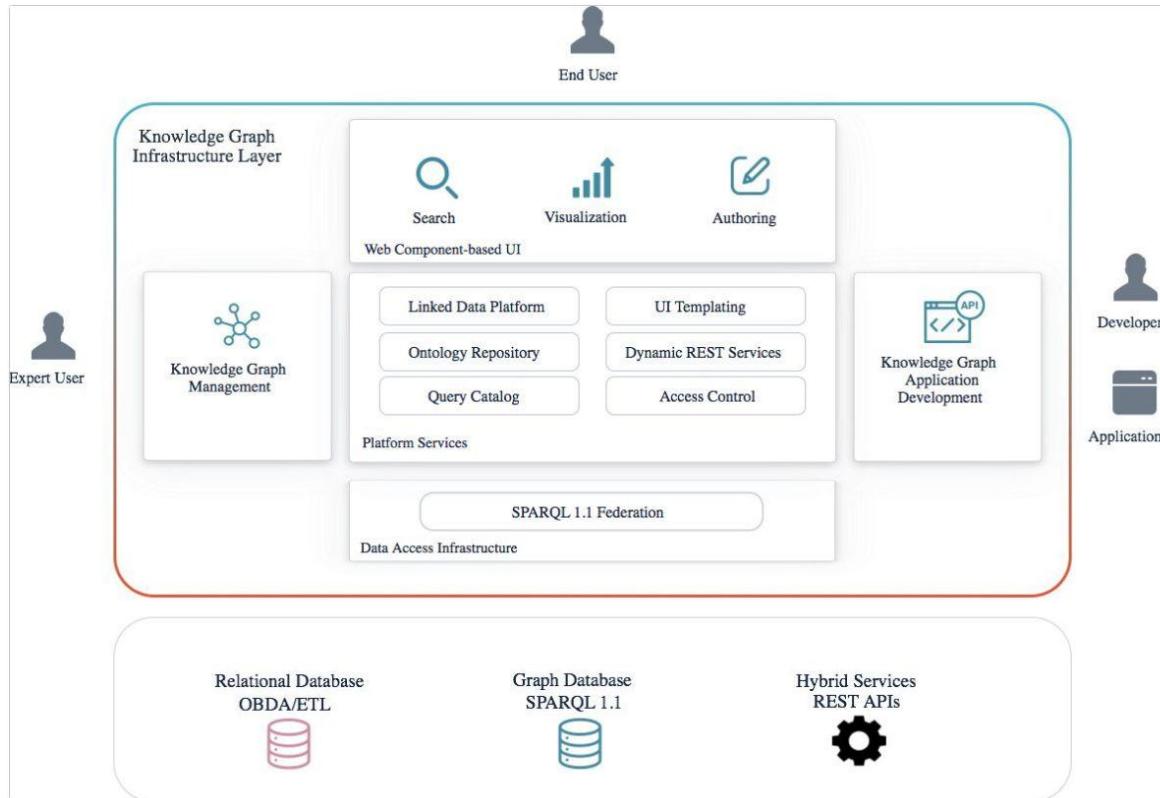
# Siemens: граф знаний - интеграционный хаб

Примеры:

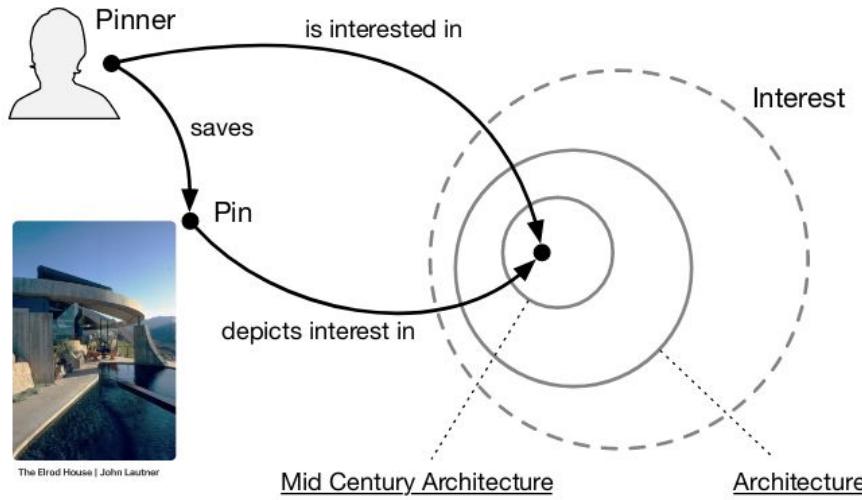
- виртуальная копия здания,
- риск менеджмент
  - финансы,
  - связи между сторонами,
  - местоположение, валюта и т.д.
- мониторинг процессов,
- обслуживание турбин и т.д.,
- мониторинг завода.



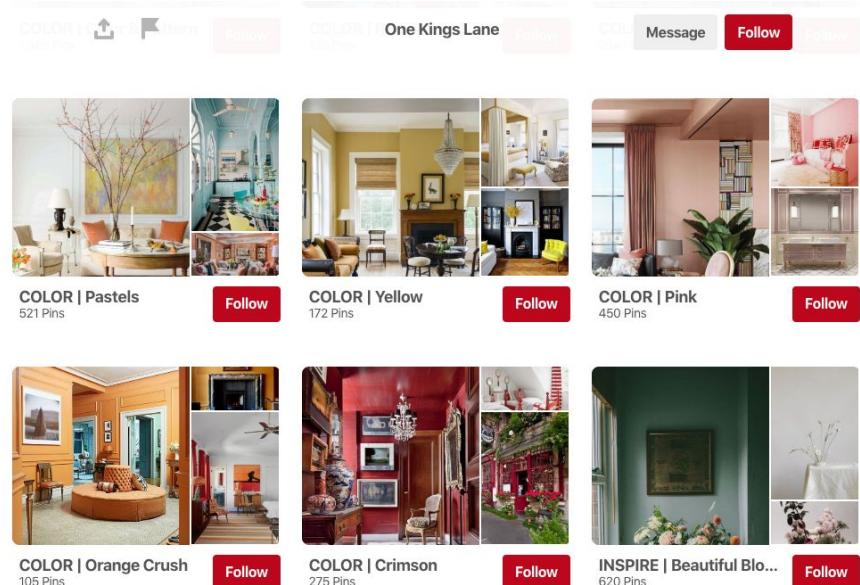
# Siemens: архитектура платформы



# Pinterest: поиск и таргетированная реклама

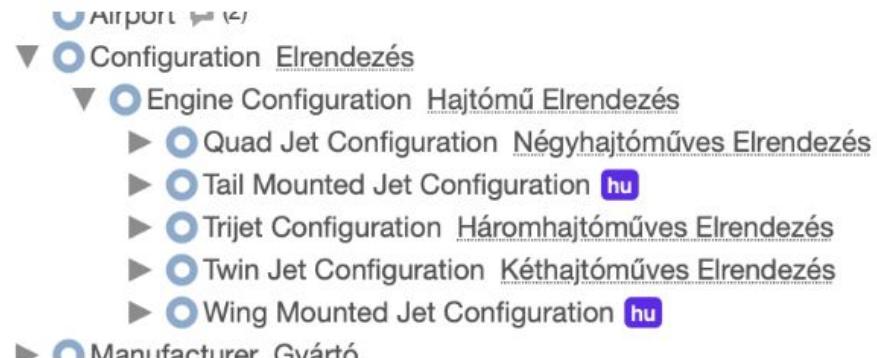


Источник: <https://arxiv.org/pdf/1907.02106.pdf>



# Pinterest: таксономия интересов

- ~11 000 классов,
- до 12 уровней глубины иерархии,
- ~145 000 аксиом
  - ~25 000 логических,
  - ~95 000 аннотации.
- ~38000 ревизий,
- ~2000 комментариев,
- ~1000 дискуссий.



# Pinterest: эволюция процесса разработки

- от Excel таблиц,
  - ... внутренние инструменты,
  - к WebProtege + расширения.
- 
- 8 инженеров (без пред. опыта),
  - 1 часовой тренинг,
  - 2 месяца работы.

The screenshot shows the WebProtege interface for the 'Aero' project. The main view displays the 'Class Hierarchy' for the class **L1011**. The hierarchy includes categories like **owl:Thing**, **Airline**, **Airport**, **Configuration**, **Manufacturer**, **Place**, **Significant Aviation Event**, and **Vehicle**. Under **Vehicle**, there are sub-categories for **Aircraft**, which further branches into **Airbus Aircraft**, **Boeing Aircraft**, **British Aircraft Corporation Aircraft**, **Embraer Aircraft**, **Hawker Siddeley Aircraft**, and **Lockheed Aircraft**. The **Lockheed Aircraft** category is expanded to show the specific class **L1011**.  
  
To the right of the hierarchy, the **Annotations** section is visible, listing properties such as **rdfs:label**, **skos:definition**, **skos:altLabel**, **skos:seeAlso**, and **schema:image**. The **skos:definition** annotation for **L1011** provides a detailed description of the Lockheed L-1011 TriStar aircraft. The **schema:image** annotation links to a photograph of the aircraft.  
  
On the far right, the **Project Feed** shows a history of recent activity:

- M Horridge 1st June 2018: Remove "L1011" skos:altLabel
- M Horridge 1st June 2018: Agreed. I'll remove this label – not sure how it got in there in the first place rsgoncalves
- M Horridge 1st June 2018: I've just removed this rsgoncalves
- M Horridge Added annotation (rdfs:seeAlso Q852) to L1011 Class: L1011 9 minutes ago
- M Horridge Added language tag 'en' to skos:altLabel on L1011 Class: L1011 9 minutes ago

# Pinterest: результаты

- Улучшили функциональность таргетированной рекламы
- ... и поиска.
- Получили измеримый прирост в выручке (конкретных цифр нет).

# SciBite: поиск научных статей

Применение онтологий и таксономий при извлечении информации из текстов (NLP) помогает обогатить эту информацию дополнительными фактами.

Benzo[g]quinazolin-based scaffold derivatives as dual EGFR/HER2 inhibitors.

Ghorab, MM; Alsaad, MS; Soliman, AM; Al-Mshari, AA

**Abstract** Targeting EGFR has proven to be beneficial in the treatment of several types of solid tumours. 5-19 were synthesised from the starting material 4-[2-mercapto-4-oxobenzo[g]quinazolin-3(4H)-yl] benz cytotoxic activity against A549 lung cancer cell line. The percentage inhibition of EGFR enzyme was me inhibitory activity and were further selected for screening as dual EGFR/HER2 inhibitors. The four select Compound 8 was found to be the most potent in this study with IC<sub>50</sub> 0.009 and 0.021 μM for EGFR an



Semantically  
Enriched  
Document

The gene **PSEN1** was amplified by PCR using the primers listed below....

An assessment of the effect of a series of **Presenilin-1** mutations....

Genetic characterization of the early-onset Alzheimer's disease **AD3** locus

**PSNL1** gene expression in human tissues at the tissue and cellular level

# Другие примеры

- Zalando - семантический поиск товаров,
- GeoPhy - база данных недвижимости, алгоритмы оценки стоимости и т.д.
- и ещё больше: [github.com/KMax/awesome-semantic-web-business](https://github.com/KMax/awesome-semantic-web-business)
- и конечно Google, Apple, Amazon...

# Примеры онтологий

# Онтологии = основа графов знаний

- Формализация некоторой области знаний с помощью концептуальной схемы



# Универсальные онтологии

- SKOS Simple Knowledge Organization System  
<https://www.w3.org/2004/02/skos/>
- The Basic Formal Ontology (BFO) <http://basic-formal-ontology.org>
- DOLCE: a Descriptive Ontology for Linguistic and Cognitive Engineering <http://www.loa.istc.cnr.it/old/DOLCE.htm>

# Специализированные онтологии

- FOAF Vocabulary <http://xmlns.com/foaf/spec/>
- The Organization Ontology <https://www.w3.org/TR/vocab-org/>
- Bibliographic Ontology <http://bibliontology.com>
- The CIDOC Conceptual Reference Model (CRM)  
<http://www.cidoc-crm.org>

# Сценарии использования

## 1) Обогащение результатов поиска и ответы на простые вопросы

когда родился альберт эйнштейн?

Все Картинки Новости Видео Карты Ещё Настройки Инструменты

Результатов: примерно 363 000 (0,63 сек.)

Альберт Эйнштейн / Дата рождения

14 марта 1879 г.

Похожие запросы

Стивен Уильям Хокинг 8 января 1942 г.	Исаак Ньютона 4 января 1643 г.	Эдуард Эйнштейн 28 июля 1910 г.
--	-----------------------------------	------------------------------------

Оставить отзыв

**Эйнштейн, Альберт — Википедия**  
[https://ru.wikipedia.org/wiki/Эйнштейн,\\_Альберт](https://ru.wikipedia.org/wiki/Эйнштейн,_Альберт)

Альберт Эйнштейн (нем. Albert Einstein, МФА [ˈalbɛrt ˈajnʃtaɪn]; 14 марта 1879 ... править код). Альберт Эйнштейн родился 14 марта 1879 года в южно-германском городе Ульме, в небогатой еврейской семье. Мозг Альberta Эйнштейна · Марич, Милева · Эйнштейн, Эльза · Планк, Макс

**Биография Альберта Эйнштейна - РИА Новости, 14.03.2014**  
<https://ria.ru/20140314/999156297.html>

14 мар. 2014 г. - Физик-теоретик. один из основателей современной теоретической физики

**Альберт Эйнштейн**

Физик-теоретик

Альберт Эйнштейн — физик-теоретик, один из основателей современной теоретической физики, лауреат Нобелевской премии по физике 1921 года, общественный деятель-гуманист. Жил в Германии, Швейцарии и США. Википедия

Родился: 14 марта 1879 г., Ульм

Умер: 18 апреля 1955 г., Princeton Medical Center at Plainsboro, Нью-Джерси, США

Супруга: Эльза Эйнштейн (в браке с 1919 г. до 1936 г.), Милева Марич (в браке с 1903 г. до 1919 г.)

Образование: Цюрихский университет (1905 г.), ЕЩЕ

Дети: Эдуард Эйнштейн, Ганс Альберт Эйнштейн, Лизерл Эйнштейн

Книги

Относите... специаль... и общая... The Quotable Einstein Mir, каким я его вижу Ideas and Opinions The Meaning of Relativity

Ещё 35+

Оставить отзыв

Введение в представление знаний

# Сценарии использования

2) Ответы на  
сложные вопросы,  
заданные на  
естественном языке



Which award did Albert Einstein receive?



## Royal Society

The President, Council, and Fellows of the Royal Society of London for Improving Natural Knowledge, commonly known as the Royal Society, is a learned society for science and is possibly the oldest such society still in existence. Founded in November 1660, it was granted a royal charter by King Charles II as "The Royal Society". The Society is the United Kingdom's and Commonwealth of Nations' Academy of Sciences and fulfills a number of roles; promoting science and its benefits, recognising excellence in science, supporting outstanding science, providing scientific advice for policy, fostering international and global cooperation, education and public engagement. The society is governed by its Council, which is chaired by the Society's President, according to a set of statutes and standing orders. The members of Council and the President are elected from and by its Fellows, the basic members of the society, who are themselves elected by existing Fellows. As of 2016, there are about 1,600 fellows, allowed to use the postnominal title FRS (Fellow of the Royal

## Max Planck Medal

The Max Planck medal is the highest award of the Deutsche Physikalische Gesellschaft (English: German Physical Society); the world's largest organization of physicists; for extraordinary achievements in theoretical physics. It is awarded annually. The winner is awarded with gold medal and hand-written parchment.

Show detailed

## Which award did Albert Einstein receive?

## Nobel Prize in Physics

The Nobel Prize in Physics (Swedish: Nobelpriiset i fysik) is a yearly award given by the Royal Swedish Academy of Sciences for those who conferred the most outstanding contributions for mankind in the field of physics. It is one of the five Nobel Prizes established by the will of Alfred Nobel in 1895 and awarded since 1901; the others being the Nobel Prize in Chemistry, Nobel Prize in Literature, Nobel Peace Prize, and Nobel Prize in Physiology or Medicine. The first Nobel Prize in Physics was awarded to a German physicist Wilhelm Röntgen in recognition of the extraordinary services he has rendered by the discovery of the remarkable rays (or x-rays). This award is administered by the Nobel Foundation and widely regarded as the most prestigious award that a scientist can receive in physics. It is presented in Stockholm at an annual ceremony on December 10, the anniversary of Nobel's death. Through 2016, a total of 203 individuals have been awarded the prize.

## Copley Medal

The Copley Medal is a scientific award given by the Royal Society, London, for "outstanding achievements in research in any branch of science." It alternates between the physical and the biological sciences. Given every year, the medal is the oldest Royal Society medal still awarded, and probably the oldest surviving scientific award in the world, having first been given in 1731 to Stephen Gray, for "his new Electrical Experiments: – as an encouragement to him for the readiness he has always shown in obliging the Society with his discoveries and improvements in this part of Natural Knowledge".

Show detailed

## Matteucci Medal

The Matteucci Medal is an Italian award for physicists, named after Carlo Matteucci. It was established to award physicists for their fundamental contributions. Under an Italian Royal Decree dated July 10, 1870, the Italian Society of Sciences was authorized to receive a donation from Carlo Matteucci for the establishment of the Prize. Matteucci Medalists Source: Italian Society of Sciences] \* 1868 Hermann Helmholtz \* 1875 Henri Victor Regnault \* 1876 William Thomson, 1st Baron Kelvin \* 1877 Gustav Kirchhoff \* 1878 Gustav Wiedemann \* 1879 Wilhelm Eduard Weber \* 1880 Antonio Pacinotti \* 1881 Emilio Villari \* 1882 Augusto Righi \* 1887 Thomas Edison \* 1888 Heinrich Rudolph Hertz \* 1894 John Strutt, 3rd Baron Rayleigh \* 1895 Henry Augustus Rowland \* 1896 Wilhelm Conrad Röntgen and Philipp Lenard \* 1901 Guglielmo Marconi \* 1903 Albert Abraham Michelson \* 1904 Marie Curie and Pierre Curie \* 1905 Henri Poincaré \* 1906 James Dewar \* 1907 William Ramsay \* 1908 Antonio Garibaldi \* 1909 Orso Mario Corbino \* 1910 Heike

## Time 100: The Most Important People of the Century

Time 100: The Most Important People of the Century is a compilation of the 20th century's 100 most influential people, published in Time magazine in 1999. The idea for such a list started on February 1, 1998, with a debate at a symposium in Hanoi, Vietnam. The panel participants were former CBS Evening News anchor Dan Rather, historian Doris Kearns Goodwin, former New York governor Mario Cuomo, then-Stanford Provost Condoleezza Rice, publisher Irving Kristol, and Time managing editor Walter Isaacson. In a separate issue on December 31, 1999, Time recognized Einstein as the Person of the Century.

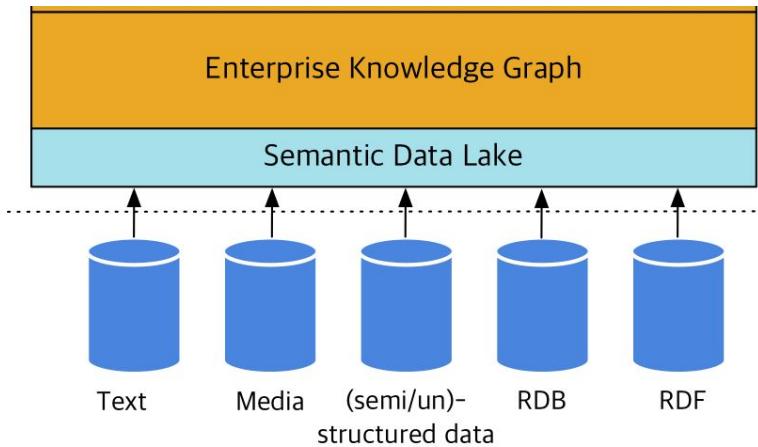
Show detailed

Введение в представление знаний

# Сценарии использования

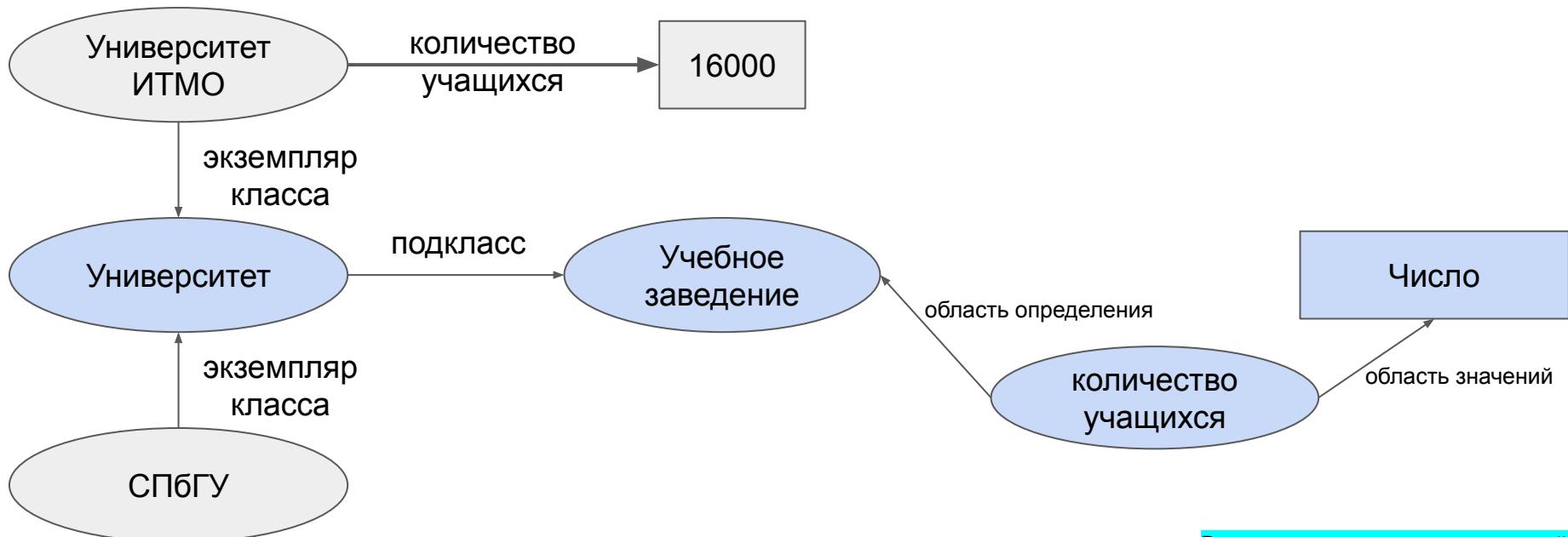
3) Интеграция данных из гетерогенных источников в один физический или виртуальный граф знаний

- Множество датасетов интегрируются с графом знаний
- Один запрос к графу пересыпается нужным источникам



# Отличия от RDB?

Университет	Количество учащихся
Университет ИТМО	16000
СПбГУ	N/A



# Как же все устроено?

Продолжение после небольшого перерыва



## 2. Введение в RDF, RDFS, OWL.

# Ресурс

... - это любая сущность: электронный документ, объект реального мира или даже абстрактное понятие

RDF (Resource Description Framework) позволяет

- **кому** угодно
- сказать **что** угодно
- **о каком** угодно ресурсе.

<https://www.w3.org/RDF/>

# URI (Unified Resource Identifier)

- RDF позволяет кому угодно сказать что угодно о каком угодно ресурсе.
- Для нас необходимо каким-либо образом однозначно идентифицировать ресурс.
- В вебе уже существует технология глобальной идентификации ресурсов - URI  
<https://www.w3.org/Addressing/URL/uri-spec.html>

Решение: присвоить каждому ресурсу URI

Частным случаем URI является всем известный URL.

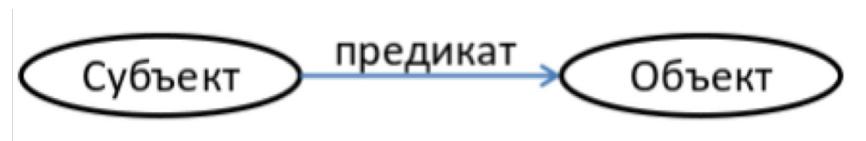
Примеры URL: <http://ifmo.ru>, <mailto:romanov@itmo.ru>

# Триплет

Высказывание о ресурсе представляется в виде [триплета](#).

Триплет состоит из трех частей:

- [субъект](#) – описываемый ресурс
- [предикат](#) – свойство ресурса
- [объект](#) – значение свойства



# Триплеты



# RDF-граф

Триплеты из RDF-документа объединяются в **RDF-граф**.



# RDF-датасет

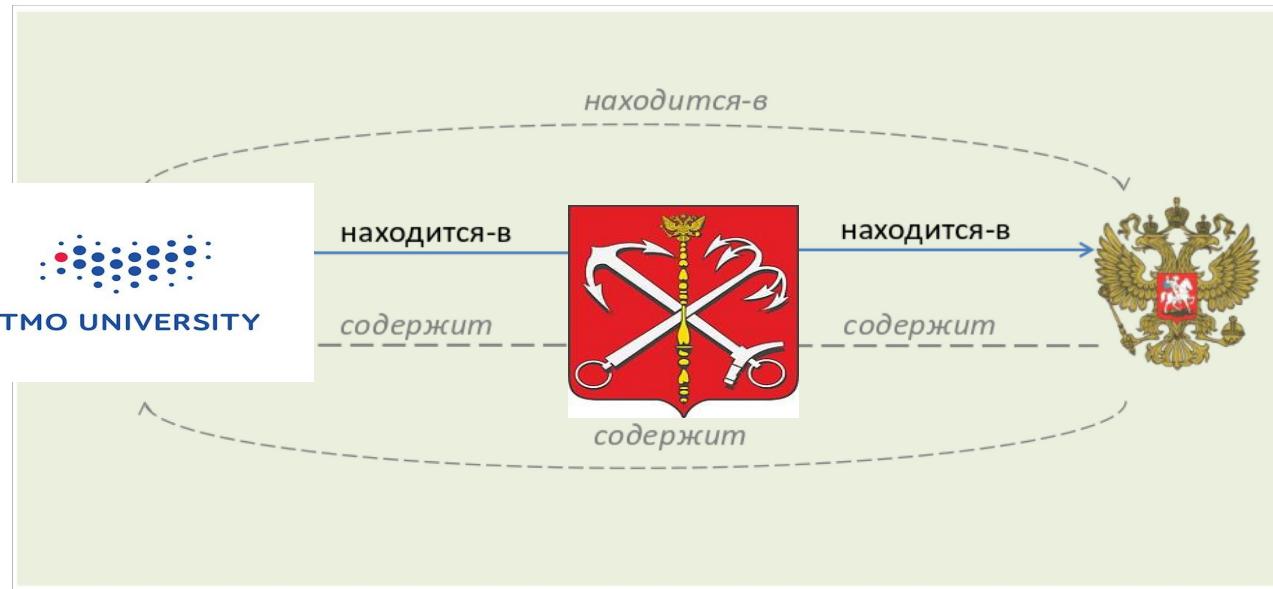
... - набор RDF-графов состоящий из

- одного графа по-умолчанию, у которого нет имени,
- и именованных графов.

Именованный граф — пара, состоящая из URI или анонимного узла, и RDF-графа.

# Вывод триплетов

На основе онтологий с помощью логического вывода в RDF-графе вычисляется не существовавшие до этого триплеты



# Состав триплета

Возможные значения элементов триплета:

- ресурс, задаваемый по URI,
- анонимный ресурс,
- литерал в формате Unicode.



# Ресурс, задаваемый по URI

В качестве URI может выступать:

- URL ресурса (если этот ресурс — электр. документ)

Например: Университет ИТМО - <http://ifmo.ru>

Подходит для документов, но **не** для электронных  
объектов реального мира.

# Ресурс, задаваемый по URI

В качестве URI может выступать:

- URN — абстрактный URI, идентифицирующий ресурс, но не указывающий, где он расположен

URI ресурса «Книга „Капитал. Том I“», определённого по коду ISBN:



urn:isbn:9660313837

# Ресурс, задаваемый по URI

В качестве URI может выступать:

- URL фрагмента документа с описанием ресурса



The screenshot shows a web browser window with two entries in the address bar. The first entry is preceded by an icon of a document with 'HTML' written on it. The second entry is preceded by an icon of the Eiffel Tower. Both entries are followed by explanatory text in Russian.

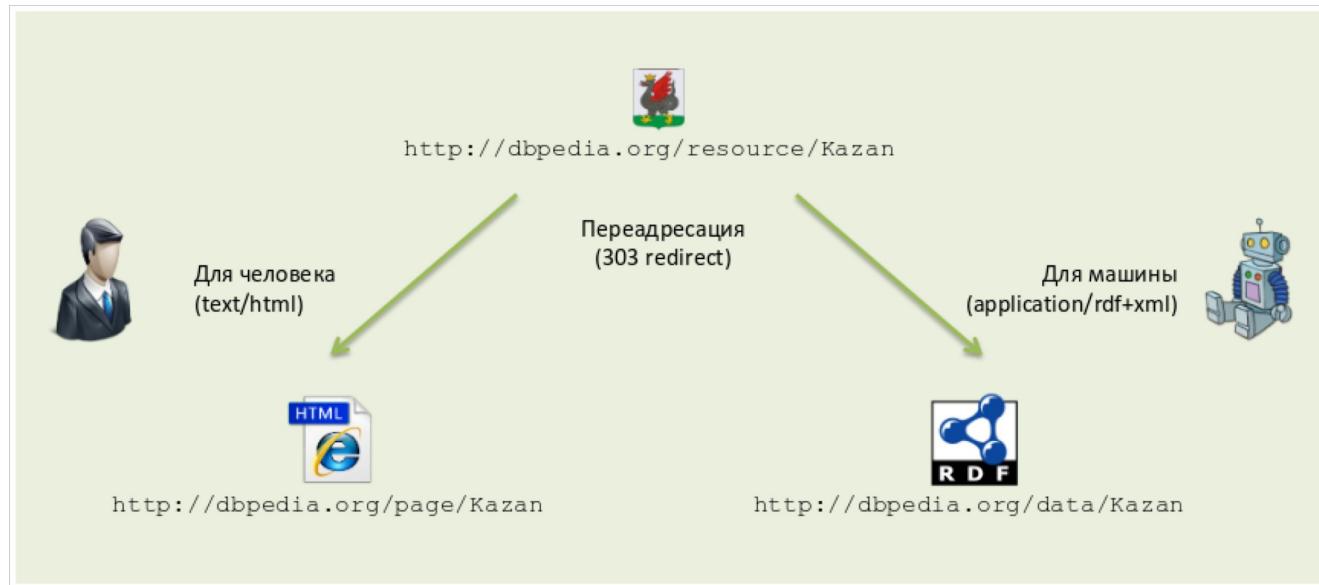
HTML <http://www.toureiffel.paris> — URI сайта Эйфелевой башни

 <http://www.toureiffel.paris#about> — URI самой Эйфелевой башни

# Ресурс, задаваемый по URI

В качестве URI может выступать:

- Специальный URI с переадресацией



# Литерал

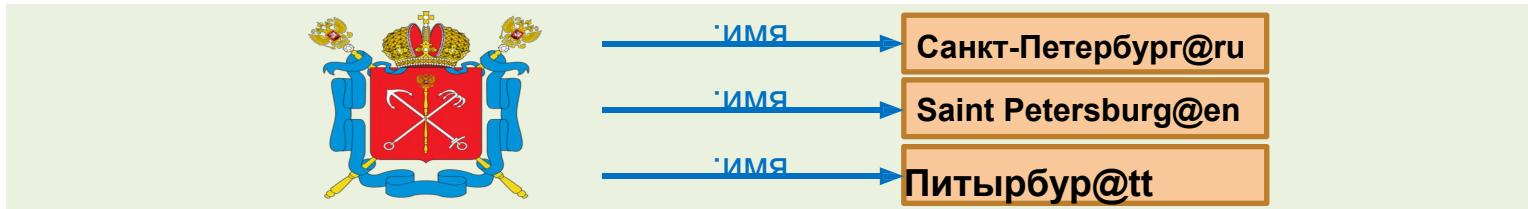
... - строка символов в кодировке Unicode.

Виды литералов:

- Не типизированный литерал — просто строка символов;
- Литерал с меткой языка — текст на каком-то языке;
- Типизированный литерал — некое значение (число, дата, булевское значение и т.д.)

# Литерал

Литерал с меткой языка — текст на каком-то языке. Состоит из: текста литерала в кодировке Unicode и метки языка в формате RFC 3066.



Литералы с одинаковым текстом, но разными кодами языка не равны друг другу.

Rock	@en (рок-музыка)	≠	Rock	@de (юбка)
Chat	@en (болтовня)	≠	Chat	@fr (кошка)
Булка	@ru	≠	Булка	@bg (невеста)

# Класс

... - это категория ресурсов. Например: Люди, Организации, Документы и т.д.

- Класс - это RDF-ресурс, задаваемый по URI.
- Классы описываются средствами RDFS и OWL.
- Принадлежность ресурса классу задается встроенным предикатом `rdf:type`.



- RDF содержит несколько встроенных классов:
  - `rdf:Statement` - для создания реификаций (утверждений об утверждениях);
  - `rdf:Bag`, `rdf:Seg`, `rdf:Alt`, `rdf>List` - для создания контейнеров и списков;
  - и некоторые другие.

# Реификация

... - это утверждение об утверждении

<https://www.w3.org/TR/rdf-primer/#reification>

Для создания утверждения об утверждении создается ресурс относящийся к классу rdf:Statement и имеющий три свойства:

- rdf:subject - субъект утверждения;
- rdf:predicate - предикат;
- rdf:object - объект.



# Контейнеры и списки

RDF позволяет группировать ресурсы (и литералы) и использовать их в высказываниях как единое целое.

Поддерживаются следующие виды групп:

- контейнеры
  - bag - неупорядоченный набор;  
Apple основал Стив Джобс, Стив Возняк и Рональд Уэйн.
  - alt - набор возможных альтернатив;  
Столицей XXIII Зимних Олимпийских игр будет Анси, Мюнхен и Пхенчхан.
  - seq - упорядоченный набор;  
В случае отставки президента США его замещают по порядку: вице-президент, спикер Палаты представителей, временный председатель Сената, государственный секретарь.

# Неупорядоченный набор

Для создания неупорядоченного набора создается ресурс:

- относящийся к классу rdf:bag
- и имеющий свойства rdf:\_1, rdf:\_2, ..., rdf:\_n, указывающие на соответствующие элементы.

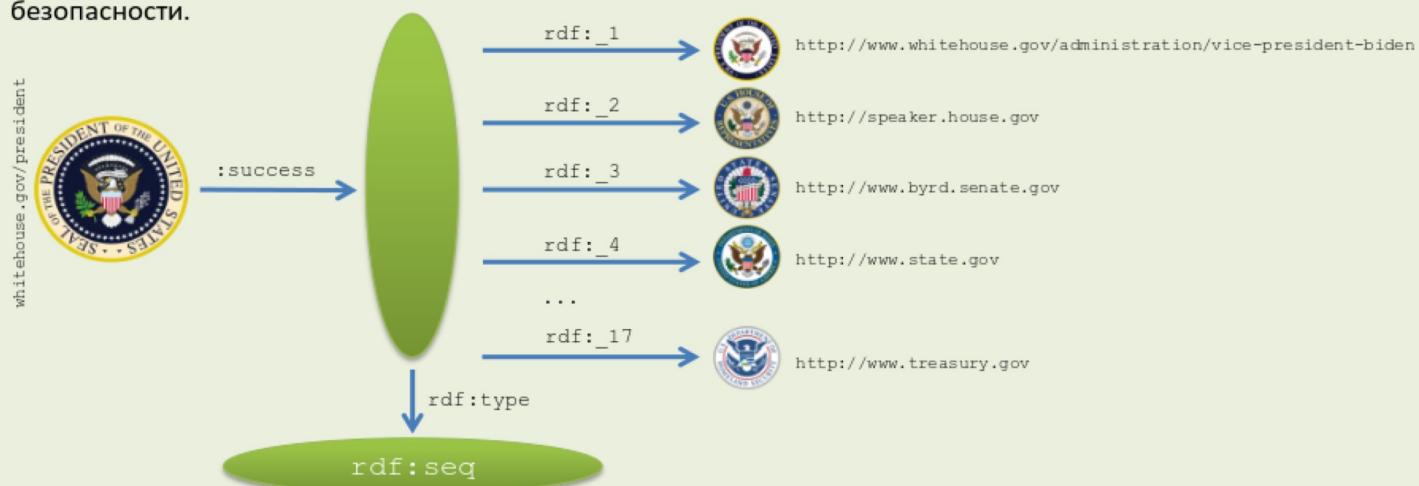


# Упорядоченный набор

Для создания упорядоченного набора создается ресурс:

- относящийся к классу rdf:seq
- и имеющий свойства rdf:\_1, rdf:\_2, ..., rdf:\_n, указывающие на соответствующие элементы.

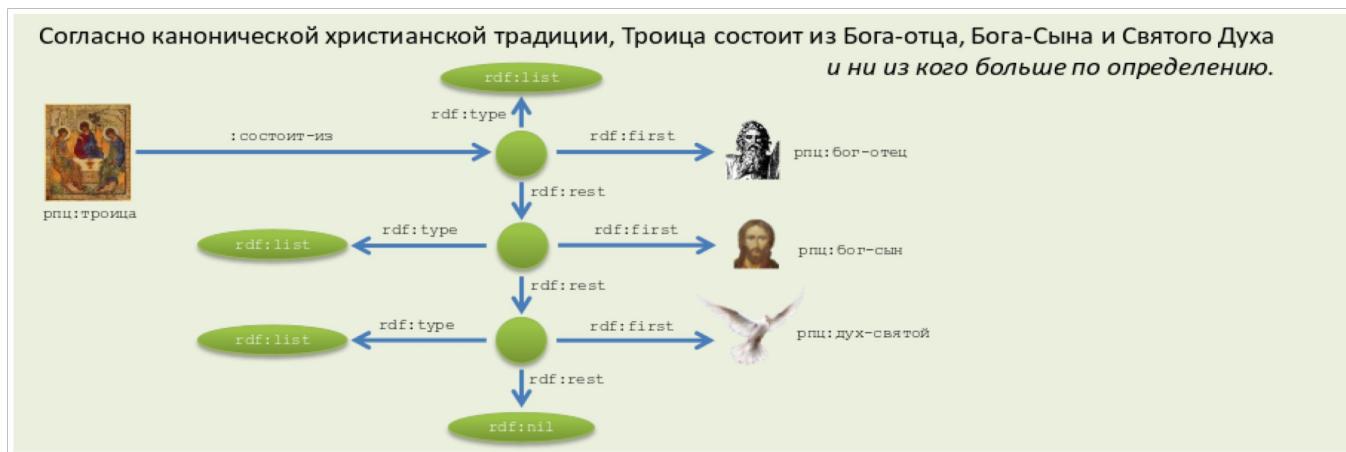
В случае отставки президента США его замещают по порядку: вице-президент, спикер Палаты представителей, временный председатель Сената, государственный секретарь, ..., и, наконец, министр нац. безопасности.



# Коллекция

Коллекция подобна списку в языке Lisp. Для ее создания создается ресурс относящийся к классу `rdf:list` и имеющий два свойства:

- `rdf:first` (голова) - первый элемент коллекции;
- `rdf:rest` (хвост) - ссылка на под-коллекцию, содержащую оставшиеся элементы.



# Способы хранения RDF-графа

Два подхода:

- [Triplestore](#) + точка доступа (SPARQL endpoint).
- [Текстовый файл](#) в специальном формате.

# Сериализация RDF

... — это представление RDF в машиночитаемом (текстовый, бинарный и т.д.) виде.

Форматы сериализации:

- [RDF/XML](#) - стандартный формат на базе XML,
- [N-Triples](#) - простой формат,
- [Turtle](#) - удобный формат,
- [JSON-LD](#) - формат на базе JSON,
- [RDF Microdata](#) - формат RDF-разметки HTML-страниц.



# Сериализация RDF

Пример RDF/XML:

```
<rdf:RDF
  xmlns:foaf='http://xmlns.com/foaf/0.1/'
  xmlns:rdf='http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#'
  xmlns:rdfs='http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#'
  <foaf:Person rdf:about="http://kiwitobes.com/toby.rdf#tts">
    <foaf:name>Toby Segaran</foaf:name>
    <foaf:homepage rdf:resource="http://kiwitobes.com/" />
    <foaf:nick>kiwitobes</foaf:nick>
    <foaf:mbox rdf:resource="mailto:toby@segaran.com"/>
    <foaf:interest>
      <foaf:Document rdf:about="http://semprog.com">
        <rdfs:label>Semantic Programming</rdfs:label>
      </foaf:Document>
    </foaf:interest>
    <foaf:knows>
      <foaf:Person rdf:about="http://semprog.com/people/colin">
        <foaf:name>Colin Evans</foaf:name>
        <foaf:mbox rdf:resource="mailto:colin@semprog.com"/>
      </foaf:Person>
    </foaf:knows>
    <foaf:knows>
      <foaf:Person>
        <foaf:name>Jamie Taylor</foaf:name>
        <foaf:mbox rdf:resource="mailto:jamie@semprog.com"/>
      </foaf:Person>
    </foaf:knows>
  </foaf:Person>
</rdf:RDF>
<!-- (Из книги Segaran, Evans, Taylor «Programming the Semantic Web») --&gt;</pre>
```

# Сериализация RDF

## Пример N-Triples:

```
<http://kiwitobes.com/toby.rdf#ts> <http://xmlns.com/foaf/0.1/homepage> <http://kiwitobes.com/>.  
<http://kiwitobes.com/toby.rdf#ts> <http://xmlns.com/foaf/0.1/nick> "kiwitobes".  
<http://kiwitobes.com/toby.rdf#ts> <http://xmlns.com/foaf/0.1/name> "Toby Segaran".  
<http://kiwitobes.com/toby.rdf#ts> <http://xmlns.com/foaf/0.1/mbox> <mailto:toby@segaran.com>.  
<http://kiwitobes.com/toby.rdf#ts> <http://xmlns.com/foaf/0.1/interest> <http://semprog.com>.  
<http://kiwitobes.com/toby.rdf#ts> <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type> <http://xmlns.com/foaf/0.1/Person>.  
<http://kiwitobes.com/toby.rdf#ts> <http://xmlns.com/foaf/0.1/knows> _:jamie .  
<http://kiwitobes.com/toby.rdf#ts> <http://xmlns.com/foaf/0.1/knows> <http://semprog.com/people/colin>.  
_:jamie <http://xmlns.com/foaf/0.1/name> "Jamie Taylor".  
_:jamie <http://xmlns.com/foaf/0.1/mbox> <mailto:jamie@semprog.com>.  
_:jamie <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type> <http://xmlns.com/foaf/0.1/Person>.  
<http://semprog.com/people/colin> <http://xmlns.com/foaf/0.1/name> "Colin Evans".  
<http://semprog.com/people/colin> <http://xmlns.com/foaf/0.1/mbox> <mailto:colin@semprog.com>.  
<http://semprog.com/people/colin> <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type> <http://xmlns.com/foaf/0.1/Person>.  
<http://semprog.com> <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#label> "Semantic Programming".  
<http://semprog.com> <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type> <http://xmlns.com/foaf/0.1/Document>.  
  
# (Из книги Segaran, Evans «Programming the Semantic Web»)
```

# Сериализация RDF

Пример Turtle:

```
@prefix foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>.
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>.
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>.
@prefix semperp: <http://semprog.com/people/>.
@prefix tobes: <http://kiwitobes.com/toby.rdf#>.

tobes:ts a foaf:Person;
  foaf:homepage <http://kiwitobes.com/>;
  foaf:interest <http://semprog.com>;
  foaf:knows semperp:colin,
    [ a foaf:Person;
      foaf:mbox <mailto:jamie@semprog.com>;
      foaf:name "Jamie Taylor"];
  foaf:mbox <mailto:toby@segaran.com>;
  foaf:name "Toby Segaran";
  foaf:nick "kiwitobes".
<http://semprog.com> a foaf:Document;
  rdfs:label "Semantic Programming".
semperp:colin a foaf:Person;
  foaf:mbox <mailto:colin@semprog.com>;
  foaf:name "Colin Evans".

# (Из книги Segaran, Evans, Taylor «Programming the Semantic Web»)
```

# N-Triples

N-Triples состоит из простого перечисления триплетов. Триплет содержит субъект, предикат и объект, разделенные пробелом. В конце триплета ставится точка.

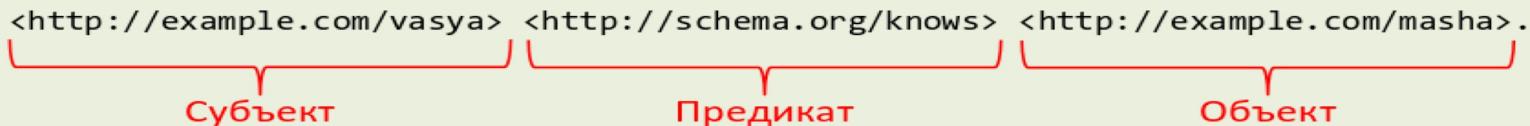
```
<http://example.com/vasya> <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type> <http://schema.org/Person>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/name> "Вася Пупкин".  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/email> <mailto:vasya.pupkin@gmail.com>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/email> <mailto:vasily@example.com>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/knows> <http://example.com/petya>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/knows> <http://example.com/masha>.
```

# N-Triples

N-Triples состоит из простого перечисления триплетов. Триплет содержит субъект, предикат и объект, разделенные пробелом. В конце триплета ставится точка.

```
<http://example.com/vasya> <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type> <http://schema.org/Person>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/name> "Вася Пупкин".  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/email> <mailto:vasya.pupkin@gmail.com>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/email> <mailto:vasily@example.com>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/knows> <http://example.com/petya>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/knows> <http://example.com/masha>.
```

```
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/knows> <http://example.com/masha>.
```



# N-Triples

URI'и ресурсов записываются в <...>.

```
<http://example.com/vasya> <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type> <http://schema.org/Person>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/name> "Вася Пупкин".  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/email> <mailto:vasya.pupkin@gmail.com>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/email> <mailto:vasily@example.com>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/knows> <http://example.com/petya>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/knows> <http://example.com/masha>.
```

# N-Triples

Литералы записываются в кавычках.

```
<http://example.com/vasya> <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type> <http://schema.org/Person>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/name> "Вася Пупкин".  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/email> <mailto:vasya.pupkin@gmail.com>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/email> <mailto:vasily@example.com>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/knows> <http://example.com/petya>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/knows> <http://example.com/masha>.
```

# N-Triples

Код языка записывается после @.

```
<http://example.com/vasya> <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type> <http://schema.org/Person>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/name> "Вася Пупкин"@ru.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/name> "Vasya Pupkin"@en.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/email> <mailto:vasya.pupkin@gmail.com>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/email> <mailto:vasily@example.com>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/knows> <http://example.com/petya>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/knows> <http://example.com/masha>.
```

# N-Triples

Тип данных литерала - после  $\wedge\wedge$ .

```
<http://example.com/vasya> <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type> <http://schema.org/Person>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/name> "Вася Пупкин"@ru.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/name> "Vasya Pupkin"@en.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/birthDate> "1990-04-30"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#date>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/email> <mailto:vasya.pupkin@gmail.com>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/email> <mailto:vasily@example.com>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/knows> <http://example.com/petya>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/knows> <http://example.com/masha>.
```

# N-Triples

Для того, чтобы описать анонимный узел, ему дают служебный идентификатор.

Идентификатор записывается так \_:идентификатор

Идентификатор - это не URI, на него нельзя сослаться из других

```
<http://example.com/vasya> <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type> <http://schema.org/Person>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/name> "Вася Пупкин"@ru.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/name> "Vasya Pupkin"@en.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/birthDate> "1990-04-30"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#date>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/email> <mailto:vasya.pupkin@gmail.com>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/email> <mailto:vasily@example.com>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/knows> <http://example.com/petya>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/knows> <http://example.com/masha>.  
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/knows> _:person1.  
  
_:person1 <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type> <http://schema.org/Person>.  
_:person1 <http://schema.org/name> "Марья Ивановна"@ru.  
_:person1 <http://schema.org/name> "Maria Ivanovna"@en.
```

# Turtle

Turtle является расширением N-Triples. Поэтому, любой N-Triples-документ также является и Turtle-документом. Turtle позволяет записывать триплеты в более понятном и компактном виде.

```
<http://example.com/vasya> <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type> <http://schema.org/Person>.
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/name> "Вася Пупкин"@ru.
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/name> "Vasya Pupkin"@en.
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/birthDate> "1990-04-30"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#date>.
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/email> <mailto:vasya.pupkin@gmail.com>.
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/email> <mailto:vasily@example.com>.
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/knows> <http://example.com/petya>.
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/knows> <http://example.com/masha>.
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/knows> _:person1.

_:person1 <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type> <http://schema.org/Person>.
_:person1 <http://schema.org/name> "Марья Ивановна"@ru.
_:person1 <http://schema.org/name> "Maria Ivanovna"@en.
```

# Turtle

URI'и с повторяющимися префиксами можно сократить, присвоив префиксу имя.

Имя присваивается так: «[@prefix имя-префикса:<префикс> .](#)».

Сокращенный URI записывается так: [имя-префикса:остаток-uri](#) (без <...>).

```
@prefix : <http://example.com/>. #Префикс с пустым именем
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>.
@prefix schema: <http://schema.org/>.

<http://example.com/vasya> <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type> <http://schema.org/Person>.
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/name> "Вася Пупкин"@ru.
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/name> "Vasya Pupkin"@en.
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/birthDate> "1990-04-30"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#date>.
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/email> <mailto:vasya.pupkin@gmail.com>.
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/email> <mailto:vasily@example.com>.
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/knows> <http://example.com/petya>.
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/knows> <http://example.com/masha>.
<http://example.com/vasya> <http://schema.org/knows> _:person1.

_:person1 <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type> <http://schema.org/Person>.
_:person1 <http://schema.org/name> "Марья Ивановна"@ru.
_:person1 <http://schema.org/name> "Maria Ivanovna"@en.
```

# Turtle

URI'и с повторяющимися префиксами можно сократить, присвоив префиксу имя.

Имя присваивается так: «[@prefix имя-префикса:<префикс> .](#)».

Сокращенный URI записывается так: [имя-префикса:остаток-uri](#) (без <...>).

```
@prefix : <http://example.com/>. #Префикс с пустым именем
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>.
@prefix schema: <http://schema.org/>.
```

```
:vasya rdf:type schema:Person.
:vasya schema:name "Вася Пупкин"@ru.
:vasya schema:name "Vasya Pupkin"@en.
:vasya schema:birthDate "1990-04-30"^^xsd:date.
:vasya schema:email <mailto:vasya.pupkin@gmail.com>.
:vasya schema:email <mailto:vasily@example.com>.
:vasya schema:knows :petya.
:vasya schema:knows :masha.
:vasya schema:knows _:person1.
```

```
_:person1 rdf:type schema:Person.
_:person1 schema:name "Марья Ивановна"@ru.
_:person1 schema:name "Maria Ivanovna"@en.
```

# Turtle

```
@prefix : <http://example.com/>. #Префикс с пустым именем
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>.
@prefix schema: <http://schema.org/>.

:vasya rdf:type schema:Person.
:vasya schema:name "Вася Пупкин"@ru.
:vasya schema:name "Vasya Pupkin"@en.
:vasya schema:birthDate "1990-04-30"^^xsd:date.
:vasya schema:email <mailto:vasya.pupkin@gmail.com>.
:vasya schema:email <mailto:vasily@example.com>.
:vasya schema:knows :petya.
:vasya schema:knows :masha.
:vasya schema:knows _:person1.

_:person1 rdf:type schema:Person.
_:person1 schema:name "Марья Ивановна"@ru.
_:person1 schema:name "Maria Ivanovna"@en.
```

**schema:name** ↔ <http://schema.org/name>

# Turtle

Повторяющиеся объекты можно опустить.

Триплет с опущенным от предыдущего субъектом отделяется  
СИМВОЛОМ ; .

```
@prefix : <http://example.com/>.
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>.
@prefix schema: <http://schema.org/>.

:vanya rdf:type schema:Person;
        schema:name "Вася Пупкин"@ru;
        schema:name "Vasya Pupkin"@en;
        schema:birthDate "1990-04-30"^^xsd:date;
        schema:email <mailto:vanya.pupkin@gmail.com>;
        schema:email <mailto:vasily@example.com>;
        schema:knows :petya;
        schema:knows :masha;
        schema:knows _:person1.

_:person1 rdf:type schema:Person;
           schema:name "Марья Ивановна"@ru;
           schema:name "Maria Ivanovna"@en.
```

#Отступы в примере добавлены для форматирования, они необязательны

# Turtle

Если повторяется и субъект, и предикат - их также можно опустить.  
Триплет с опущенным субъектом и предикатом отделяется от  
предыдущего символом «,».

```
@prefix : <http://example.com/>.
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>.
@prefix schema: <http://schema.org/>.

:vasya rdf:type schema:Person;
    schema:name "Вася Пупкин"@ru,
                "Vasya Pupkin"@en;
    schema:birthDate "1990-04-30"^^xsd:date;
    schema:email <mailto:vasya.pupkin@gmail.com>,
                  <mailto:vasily@example.com>;
    schema:knows :petya,
                  :masha,
                  _:person1.

_:person1 rdf:type schema:Person;
    schema:name "Марья Ивановна"@ru,
                "Maria Ivanovna"@en.
```

# Turtle

Анонимный узел можно записать также в [...].

Субъект в [...] всегда опущен.

```
@prefix : <http://example.com/>.
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>.
@prefix schema: <http://schema.org/>.

:vasya rdf:type schema:Person;
    schema:name "Вася Пупкин"@ru,
                "Vasya Pupkin"@en;
    schema:birthDate "1990-04-30"^^xsd:date;
    schema:email <mailto:vasya.pupkin@gmail.com>,
                  <mailto:vasily@example.com>;
    schema:knows :petya,
                  :masha,
                  [
                    rdf:type schema:Person;
                    schema:name "Марья Ивановна"@ru,
                                "Maria Ivanovna"@en
                  ].
```

# Turtle

[rdf:type](#) МОЖНО заменить на [a](#).

```
@prefix : <http://example.com/>.
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>.
@prefix schema: <http://schema.org/>.

:vasya a schema:Person;
    schema:name "Вася Пупкин"@ru,
                "Vasya Pupkin"@en;
    schema:birthDate "1990-04-30"^^xsd:date;
    schema:email <mailto:vasya.pupkin@gmail.com>,
                  <mailto:vasily@example.com>;
    schema:knows :petya,
                  :masha,
                  [
                    a schema:Person;
                    schema:name "Марья Ивановна"@ru,
                                "Maria Ivanovna"@en
                  ].
```

# Turtle

Коллекция записывается в (...).

Ее элементы отделяются пробелом.

```
@prefix : <http://example.com/>.
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>.
@prefix schema: <http://schema.org/>.
@prefix xfn: <http://gmpg.org/xfn/1#>.

:vasya rdf:type schema:Person;
    schema:name "Вася Пупкин"@ru,
                "Vasya Pupkin"@en;
    schema:birthDate "1990-04-30"^^xsd:date;
    schema:email <mailto:vasya.pupkin@gmail.com>,
                  <mailto:vasily@example.com>;
    schema:knows :petya,
                  :masha,
                  [
                    rdf:type schema:Person;
                    schema:name "Марья Ивановна"@ru,
                                "Maria Ivanovna"@en
                  ].

:wolf xfn:crush (:nif-nif :noof-noof :naf-naf). #Волк совсем потерял голову от трех поросят (от всех в целом)
```

# RDF/XML

Корнем RDF/XML документа является элемент **rdf:RDF**

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#">
</rdf:RDF>
```

# RDF/XML

В нем можно объявить необходимые пространства имен.

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
           xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/"
           xmlns:schema="http://schema.org/">
</rdf:RDF>
```

# RDF/XML

Описание ресурса задается с помощью элемента [rdf:Description](#).

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
           xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/"
           xmlns:schema="http://schema.org/">
    <rdf:Description>
    </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

# RDF/XML

URI ресурса - через атрибут `rdf:about`.

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
           xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/"
           xmlns:schema="http://schema.org/">
  <rdf:Description rdf:about="http://example.com/vasya">
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

# RDF/XML

Свойства описываются с помощью вложенных элементов.

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
           xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/"
           xmlns:schema="http://schema.org/">
  <rdf:Description rdf:about="http://example.com/vasya">
    <foaf:name>Вася Пупкин</foaf:name>
    <schema:birthDate>1990-09-30</schema:birthDate>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

# RDF/XML

Замечание: URI свойства = URI пространства имен + имя свойства

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
    xmlns:foaf='http://xmlns.com/foaf/0.1/'
    xmlns:schema="http://schema.org/">
    <rdf:Description rdf:about="http://example.com/vasya">
        <foaf:name>Вася Пупкин</foaf:name>
        <schema:birthDate>1990-09-30</schema:birthDate>
    </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

**foaf:name** ↔ **http://xmlns.com/foaf/0.1/name**

# RDF/XML

Значением свойства может быть другой ресурс

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
           xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/"
           xmlns:schema="http://schema.org/">
  <rdf:Description rdf:about="http://example.com/vasya">
    <foaf:name>Вася Пупкин</foaf:name>
    <schema:birthDate>1990-09-30</schema:birthDate>
    <foaf:knows>
      <rdf:Description rdf:about="http://example.com/masha">
        </rdf:Description>
      </foaf:knows>
    </rdf:Description>
  </rdf:RDF>
```

# RDF/XML

Он может иметь свои свойства

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
           xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/"
           xmlns:schema="http://schema.org/">
  <rdf:Description rdf:about="http://example.com/vasya">
    <foaf:name>Вася Пупкин</foaf:name>
    <schema:birthDate>1990-09-30</schema:birthDate>
    <foaf:knows>
      <rdf:Description rdf:about="http://example.com/masha">
        <foaf:name>Маша Пупкина</foaf:name>
      </rdf:Description>
    </foaf:knows>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

# RDF/XML

...значением которых могут быть ресурсы (и так до бесконечности)

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
           xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/"
           xmlns:schema="http://schema.org/">
  <rdf:Description rdf:about="http://example.com/vasya">
    <foaf:name>Вася Пупкин</foaf:name>
    <schema:birthDate>1990-09-30</schema:birthDate>
    <foaf:knows>
      <rdf:Description rdf:about="http://example.com/masha">
        <foaf:name>Маша Пупкина</foaf:name>
        <foaf:interest>
          <rdf:Description rdf:about="http://dbpedia.org/resource/Pop_music"></rdf:Description>
        </foaf:interest>
      </rdf:Description>
    </foaf:knows>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

# RDF/XML

Метка языка литерала задается через атрибут `xml:lang`.

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
           xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/"
           xmlns:schema="http://schema.org/">
  <rdf:Description rdf:about="http://example.com/vasya">
    <foaf:name xml:lang="ru">Вася Пупкин</foaf:name>
    <schema:birthDate>1990-09-30</schema:birthDate>
    <foaf:knows>
      <rdf:Description rdf:about="http://example.com/masha">
        <foaf:name xml:lang="ru">Маша Пупкина</foaf:name>
        <foaf:interest>
          <rdf:Description rdf:about="http://dbpedia.org/resource/Pop_music"></rdf:Description>
        </foaf:interest>
      </rdf:Description>
    </foaf:knows>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

# Microdata

Основная идея Microdata - на web-странице уже есть вся информация, надо только разместить ее в понятном машине виде.

```
<div>
  <h1>ООО «Хабр»</h1>
  
  <span>
    105082, Москва, Спартаковский переулок, д. 2, стр. 1, секция 3
  </span>
  <span>+7 499 653-59-61</span>
  <time datetime="Mo-Su 6:00-23:00">
    Работаем круглосуточно с 6:00 до 23:00
  </time>
  <a href="mailto:adv@tmtm.ru">Напишите нам!</span>
</div>
```

# Microdata

Укажем, что данный HTML-элемент описывает некоторый объект с помощью атрибута `itemscope`.

```
<div itemscope>
  <h1>000 «Хабр»</h1>
  
  <span>
    105082, Москва, Спартаковский переулок, д. 2, стр. 1, секция 3
  </span>
  <span>+7 499 653-59-61</span>
  <time datetime="Mo-Su 6:00-23:00">
    Работаем круглосуточно с 6:00 до 23:00
  </time>
  <a href="mailto:adv@tmtm.ru">Напишите нам!</span>
</div>
```

# Microdata

Укажите тип этого объекта с помощью атрибута `itemtype`.

```
<div itemscope itemtype="http://schema.org/Organization">
  <h1>ООО «Хабр»</h1>
  
  <span>
    105082, Москва, Спартаковский переулок, д. 2, стр. 1, секция 3
  </span>
  <span>+7 499 653-59-61</span>
  <time datetime="Mo-Su 6:00-23:00">
    Работаем круглосуточно с 6:00 до 23:00
  </time>
  <a href="mailto:adv@tmtm.ru">Напишите нам!</span>
</div>
```

# Microdata

Укажите его URI с помощью атрибута `itemid`.

```
<div itemscope itemtype="http://schema.org/Organization" itemid="http://tmtm.ru/">
  <h1>000 «Хабр»</h1>
  
  <span>
    105082, Москва, Спартаковский переулок, д. 2, стр. 1, секция 3
  </span>
  <span>+7 499 653-59-61</span>
  <time datetime="Mo-Su 6:00-23:00">
    Работаем круглосуточно с 6:00 до 23:00
  </time>
  <a href="mailto:adv@tmtm.ru">Напишите нам!</a>
</div>
```

# Microdata

Разметим его свойства с помощью атрибута `itemprop`.

```
<div itemscope itemtype="http://schema.org/Organization" itemid="http://tmtm.ru/">
  <h1 itemprop="http://schema.org/name">ООО «Хабр»</h1>
  
  <span itemprop="http://schema.org/address">
    105082, Москва, Спартаковский переулок, д. 2, стр. 1, секция 3
  </span>
  <span itemprop="http://schema.org/telephone">+7 499 653-59-61</span>
  <time itemprop="http://schema.org/openingHours" datetime="Mo-Su 6:00-23:00">
    Работаем круглосуточно с 6:00 до 23:00
  </time>
  <a itemprop="http://schema.org/email" href="mailto:adv@tmtm.ru">Напишите нам!</span>
</div>
```

# Microdata

URI свойств можно сократить.

См. подробности:

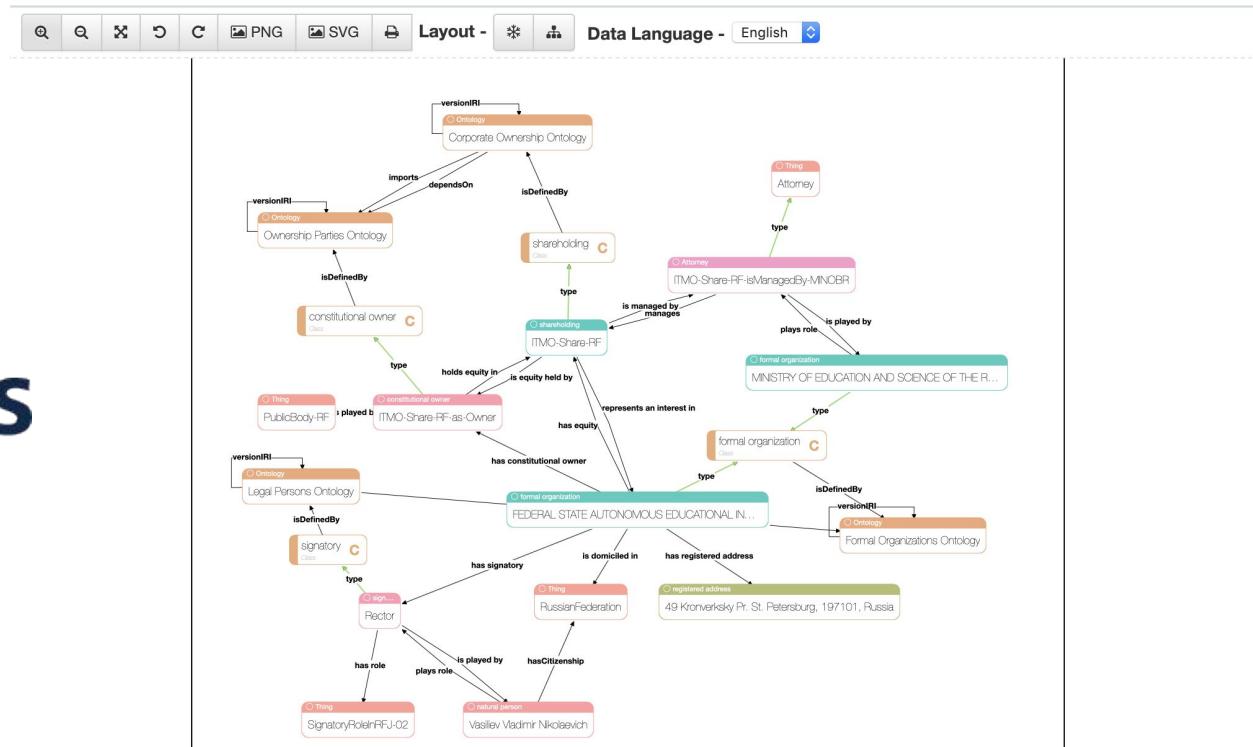
<http://www.w3.org/TR/microdata-rdf/#property-uri-generation>

```
<div itemscope itemtype="http://schema.org/Organization" itemid="http://tmtm.ru/">
  <h1 itemprop="http://schema.org/name">ООО «Хабр»</h1>
  
  <span itemprop="http://schema.org/address">
    105082, Москва, Спартаковский переулок, д. 2, стр. 1, секция 3
  </span>
  <span itemprop="http://schema.org/telephone">+7 499 653-59-61</span>
  <time itemprop="http://schema.org/openingHours" datetime="Mo-Su 6:00-23:00">
    Работаем круглосуточно с 6:00 до 23:00
  </time>
  <a itemprop="http://schema.org/email" href="mailto:adv@tmtm.ru">Напишите нам!</span>
</div>
```

<https://www.metaphacts.com>



# metaphacts



## Classes

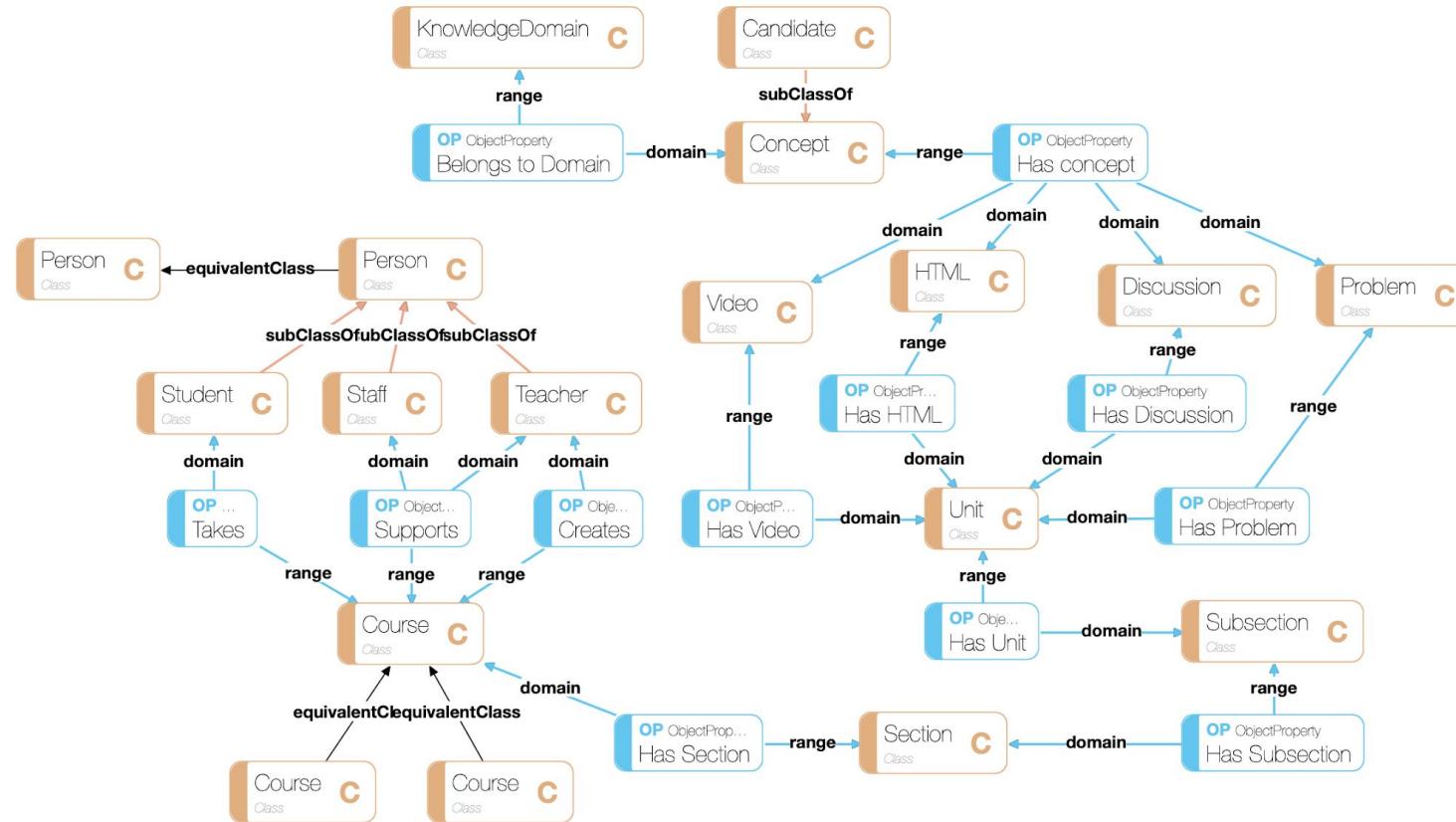
Search for...

- Assignment (0)
- Assignment (5)
- Class (32)
- Concept (1)
- Course (0)
- Course (0)
- Course (0)
- DatatypeProperty (19)
- Discussion (0)
- HTML (0)
- KnowledgeDomain (0)
- Material (0)

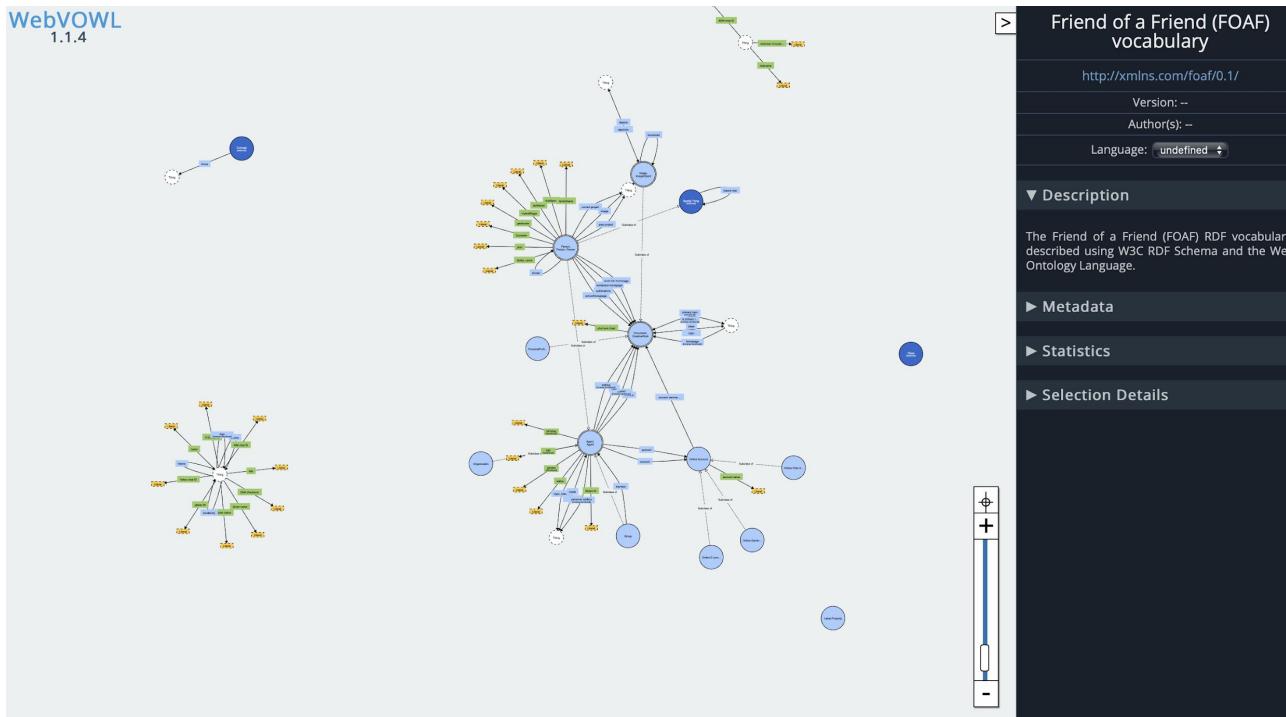
## Instances

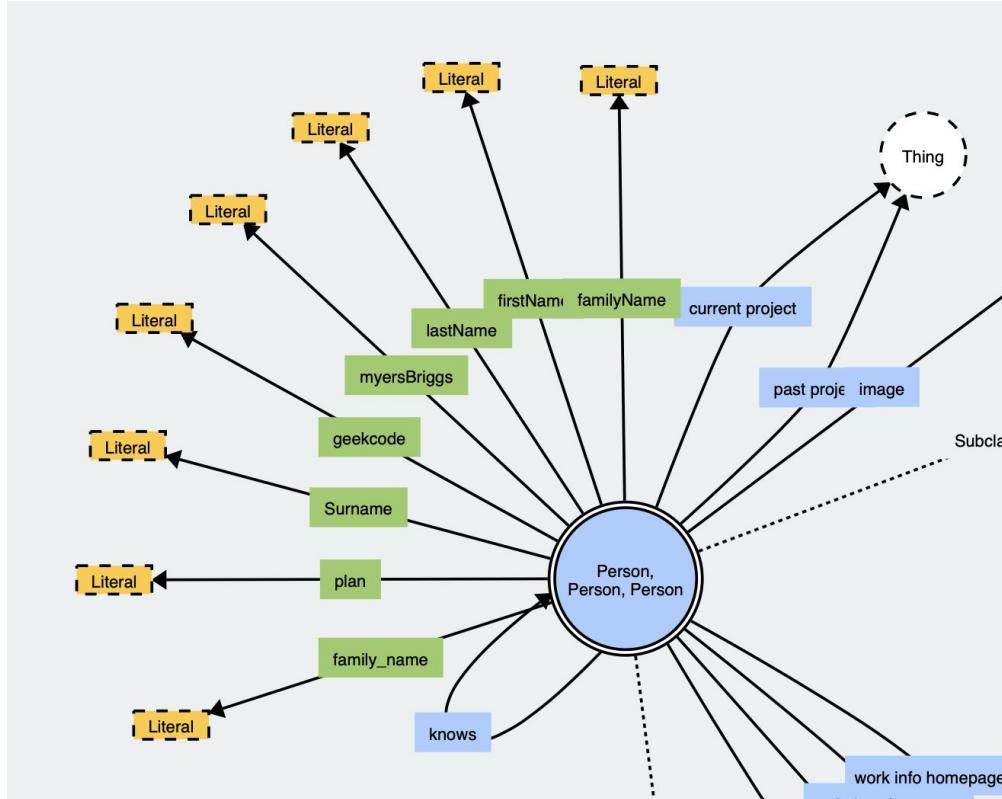
Has type Class

Search for...



<http://vowl.visualdataweb.org/webvowl.html>





# Как создавать онтологии?

Продолжение после обеда



# Создание онтологий OWL (Protégé)

# Что такое RDF Schema?

Мы можем использовать RDF для описания таких фактов как:

ex:AlbertEinstein ex:discovered ex:TheoryOfRelativity .

Но как мы можем уточнить данный факт?

- Как задать, что ex:discovered предикат может иметь в качестве субъекта человека, а в качестве объекта теорию?
- Как задать, что Альберт Энштейн является исследователем и что каждый исследователь является человеком?

Такую информацию называют схемой знаний или терминологическими знаниями.

RDF Schema позволяет такие знания моделировать

# RDF Schema (RDFS)

- является частью семейства RDF-стандартов разработанных W3C
- используется для схемы/терминологических знаний
- сама по себе является RDF-графом
- словарь RDFS не привязан к какой-либо предметной области
- позволяет описывать семантику словарей/онтологий создаваемых пользователями

URI пространства имен: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>

Префикс: rdfs

# Ограничения RDFS

- нет возможности описать отрицание какого-то выражения, например, нельзя задать, что доменом/объектом предиката не является какой-либо определенный класс
- нельзя задать кардинальное число, например ограничить классу Person кол-во возможных связей (0 или 1) ex:isMarriedTo
- нельзя задать, что объектом предиката может является один из нескольких классов
- нельзя задать метаданные словаря/онтологии, например её версию и т.д.

Это только небольшой список наиболее важных ограничений RDFS. Язык OWL не имеет таких ограничений.

# prefix.cc

- поиск популярных префиксов для существующих словарей/онтологий
- добавление префикса своей онтологии
- для определения префикса онтологии используется метод краудсорсинга

# Онтология (философии)

... - учение о сущем; учение о бытии как таковом; раздел философии, изучающий фундаментальные принципы бытия, его наиболее общие сущности и категории, структуру и закономерности. (Википедия)

# Онтология (информатика)

Gruber (1993)<sup>[1]</sup>: Онтология - это формальная спецификация общей коцептуализации предметной области.

- машино-читаемая
- создана на основе консенсусе
- описывает концепты
- относится к какой-либо предметной области

[1] <http://tomgruber.org/writing/ontolingua-kaj-1993.pdf>

# Онтология (на практике)

- создание инстансов/экземпляров на базе классов
- иерархия концептов (таксономии, наследование): классы и термины
- бинарные отношения между инстансами: свойства и роли
- свойства связей/предикатов: range, transitive
- типы данных: конкретные предметные области
- логические средства выражения
- четкая семантика

# OWL (1)

- OWL - Web Ontology Language, произноситься легче, чем WOL
- семейство языков для создания онтологий
- стандартизован в 2004, в 2009 стандартизована OWL 2.0
- основан на логике первого порядка

# OWL (2)

- состоит из набора аксиом
- аксиомы описываются с помощью RDF-триплов
- для сериализации используются те же форматы, что и для RDF. Т. е. XML, Turtle и т.д.
- Например: FOAF ontology (<http://xmlns.com/foaf/spec/>)
  - <http://vowl.visualdataweb.org/webvowl/>

# **OWL: Классы, Индивиды, Свойства**

# Класс и индивид

- Класс - ресурс, который связан с owl:Class через rdf:type предикат.
- Существующие классы:
  - owl:Thing - описывает, то что “существует”
  - owl:Nothing - описывает, то чего “не существует”

ex:Person rdfs:subClassOf owl:Thing .

- Индивид - ресурс, имеющий принадлежность к какому-либо классу

ex:Mike rdf:type ex:Person .

# Объектные свойства (Object Properties)

- owl:ObjectProperty
- подкласс rdf:Property
- связывает пары индивидов

```
ex:isFriendOf    a          owl:ObjectProperty ;  
                  rdfs:domain   ex:Person ;  
                  rdfs:range    ex:Person .  
  
ex:Mike          ex:isFriendOf  ex:John .
```

# Свойства данных (Data Properties)

- owl:DatatypeProperty
- подкласс rdf:Property
- связывает индивиды с литералами

ex:hasName	rdf:type	owl:DatatypeProperty ;
	rdfs:domain	ex:Person ;
	rdfs:range	xsd:string .
ex:Mike	ex:hasName	“Mike”^^xsd:string .

# Пример модели

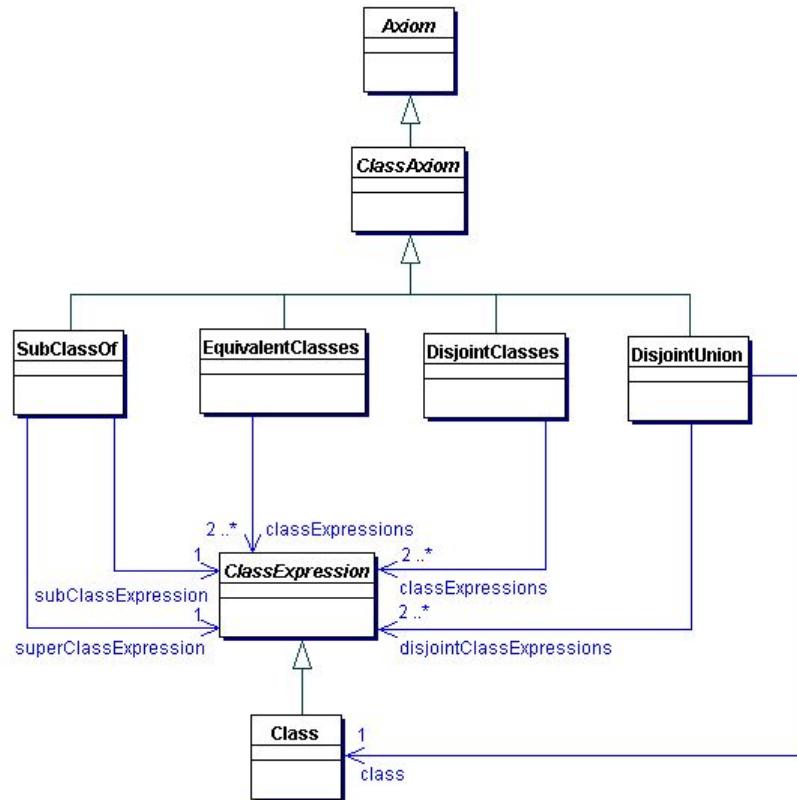
- Есть женщины и мужчины. У людей есть имена.

# Пример модели

- Есть женщины и мужчины. У людей есть имена.

ex:Person	rdf:type	owl:Class .
ex:MalePerson	rdfs:subClassOf	ex:Person .
ex:FemalePerson	rdfs:subClassOf	ex:Person .
ex:hasName	rdf:type	owl:DatatypeProperty ;
	rdfs:domain	ex:Person ;
	rdfs:range	xsd:string .
ex:Mike	rdf:type	ex:MalePerson ;
	ex:hasName	“Mike”^^xsd:string .
ex:Anna	rdf:type	ex:FemalePerson ;
	ex:hasName	“Anna”^^xsd:string .

# Классы и их взаимосвязи



# **owl:equivalentClass**

- Классы, связанные друг с другом через свойство owl:equivalentClass, являются синонимами

ex:Person                    rdf:type                    owl:Class .

ex:Individual                rdf:type                    owl:Class .

ex:Person                    owl:equivalentClass ex:Individual .

# Разработка онтологий

# Такой же артефакт как исходный код ПО

Онтологии должны проходить такой же цикл разработки как и программный код, т.е.:

- формирование требований,
- проектирование, включая разбивку на модули,
- кодирование,
- ревью (рецензирование),
- тестирование,
- документирование,
- развертывание.

# Базовые принципы

1. Не существует единственно правильного способа моделирования предметной области, всегда существуют жизнеспособные альтернативы.
  - a. наилучшее решение почти всегда зависит от его применения и тех расширений, которые ожидаются.
2. Разработка онтологий - неизбежно итеративный процесс.
3. Концепты в онтологии должны быть как можно близки к объектам и связям в рассматриваемой предметной области.

# Методология разработки онтологий

1. Формирование функциональных и нефункциональных требований
2. Составление предварительного глоссария терминов (классы и свойства)
3. Поиск существующих онтологий и не онтологических ресурсов (спецификации)
  - а. найти то что потенциально можно переиспользовать
4. Разработка онтологии
5. Верификация онтологии

# Нефункциональные требования

Примеры:

- правила именования,
- правила аннотирования,
- правила публикации онтологии,
- правила версионирования,
- и т.д.

# Функциональные требования

Компетентностные вопросы - способ описания функциональных требований и верификации онтологий.

Пример:

*“У каких измерительных приборов, установленных на скважинах на участке X, дата поверки приходится на текущий месяц?”*

*“Найти координаты участков, на которых в ходе спектрального анализа керна был обнаружен элемент X в концентрации более Y”*

# Переиспользование существующих онтологий

Цель: переиспользовать как есть или использовать как паттерн проектирования.

Рекомендации:

- искать стандартизованные онтологии (W3C, ISO)
  - они не обязаны покрывать все случаи применения
- пытаться понять смысловую нагрузку каждого концепта
  - по названию может подходить, но по типа связей и контексту использования - нет

# Переиспользование не онтологий

Пример: онтология RDF Data Cube основана на ISO стандарте SDMX.

- переиспользует наименования,
- переиспользует некоторые таксономии (списки кодов, атрибуты и т.д.),
- переиспользует паттерны проектирования.

The screenshot shows the official SDMX website. At the top, there is a logo consisting of four blue diamonds forming a square-like pattern next to the word "sdmx". A search bar with a magnifying glass icon is positioned to the right. On the far right, there are links for "SDMX Glossary", "SDMX User Guide", "SDMX Global Registry", "SDMX Roadmap 2020", and "Frequently Asked Questions". Below the header, a navigation menu includes "Home" (which is highlighted in dark grey), "Standards", "Guidelines", "Implementations", "Tools", "Learning", "Events", "Public Reviews", and "About SDMX". A "Welcome!" message is displayed in a dark grey box. Below it, a banner announces "Final version 2.0 of SDMX Glossary now available !". A brief description follows: "This new version contains many new concept definitions which are coded so that they can be used as structural metadata in machine-to-machine statistical exchanges. All existing definitions have been reviewed ... [Read More](#)". To the right of this text, there is a small thumbnail image showing a page from a glossary with words like "glossal", "glossary", and "explanations" visible. At the bottom of the main content area, there is a "FOLLOW US:" button with icons for LinkedIn and other social media, followed by five small circular dots.

# Верификация онтологии

**Компетентностные вопросы -> SPARQL запросы**

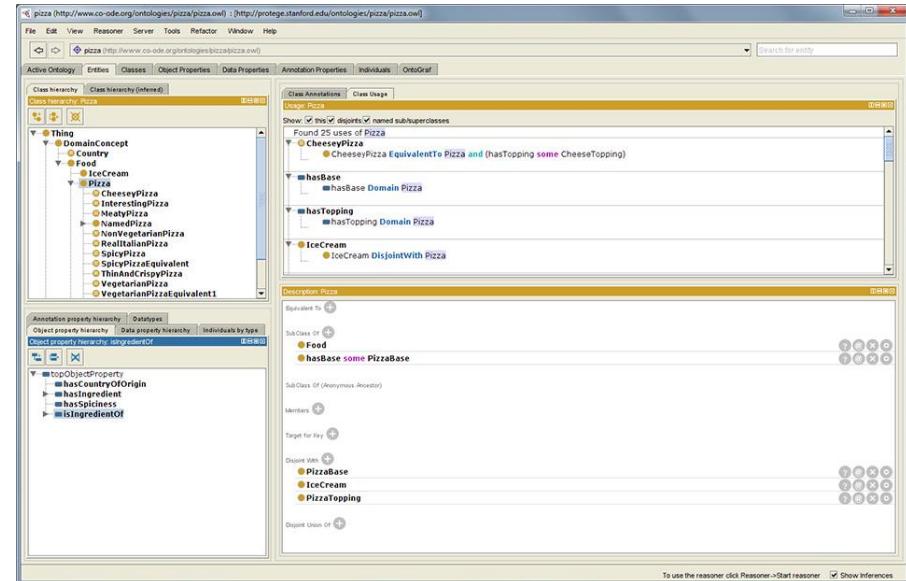
Если получилось переписать вопрос в SPARQL запрос, то онтология отвечает требованию.

Рекомендации:

- (по необходимости) проводить проверку на наличие типичных ошибок,
- писать примеры использования.

# Редакторы

- Protege - классический десктопный редактор,
- WebProtege - больше подходит для совместной разработки, но имеет меньшую функциональность,
- TopBraid Composer - коммерческий редактор с большим набором функций.



# Документация

Документация может быть оформлена вручную, а также сгенерирована автоматически.

ПО:

- [Widoco](#) - генератор документации,
- [LODE](#) - ещё один генератор документации,
- [OnToology](#) - интегрированный с Github, генератор документации, диаграмм и валидатор синтаксиса.

# Пример сгенерированной документации

<http://linked.earth/ontology/core/1.2.0/index-en.html>

## The LiPD Ontology

Release 4 April 2017

This version:  
<http://linked.earth/ontology/core/1.2.0>

Latest version:  
<http://linked.earth/ontology#>

Previous version:  
<http://linked.earth/ontology/core/1.1.0>

Revision:

1.2.0

Authors:

Julien Emile-Geay, (University of Southern California)  
Deborah Khider, (University of Southern California)  
Nick McKay, (<http://nau.edu/>)

Contributors:

Daniel Garijo, (Information Sciences Institute)  
Yolanda Gil, (Information Sciences Institute)  
Varun Rathnakar, (Information Sciences Institute)

Download serialization:

Format: [RDF/XML](#) Format: [N-Triples](#) Format: [TTL](#)

License:

[License](#) Creative Commons Attribution 2.0 

Visualization:

[Visualize with WebVowl](#)

## Abstract

The LiPD Ontology aims to provide a common vocabulary for annotating paleoclimatology data

## Table of contents

- 1. [Introduction](#)
  - 1.1. [Namespace declarations](#)
- 2. [The LiPD Ontology: Overview](#)
- 3. [LiPD Ontology: Description](#)
- 4. [Cross reference for the LiPD Ontology classes, properties and dataproperties](#)
  - 4.1. [Classes](#)
  - 4.2. [Object Properties](#)
  - 4.3. [Data Properties](#)
- 5. [Changes from last version](#)
  - 5.1. [Classes](#)
  - 5.2. [Object Properties](#)
  - 5.3. [Data Properties](#)
- 6. [Acknowledgements](#)

## Calibration model<sup>c</sup>

IRI: <http://linked.earth/ontology#CalibrationModel>

Metadata about how the variable was calibrated to reflect an environmental variable

### Term rationale

Make the model behind the calibration explicit

### Example

<http://wiki.linked.earth/MD982181.Khider.2014.paleo1measurement1.mcarub.Calibration>

### has super-classes

[Model](#) <sup>c</sup>

### is in domain of

[calibration references](#) <sup>op</sup>

### is in range of

[calibrated via](#) <sup>op</sup>

## Chron data<sup>c</sup>

IRI: <http://linked.earth/ontology#ChronData>

The data, metadata, and Model that describe the set of Variables used to relate depth/position to time (chronology)

### Term rationale

Subdivision between chronological and paleoenvironmental information reflects the fact that Datasets are often

### Example

<http://wiki.linked.earth/MD982181.Khider.2014.ChronData1>

### has super-classes

[Data](#) <sup>c</sup>

### is in range of

[includes chron data](#) <sup>op</sup>

# Именование

- **классы**
  - LoanContract
- **свойства**
  - hasBorrower
- “осмысленные” vs “бессмыслицные” URI
  - ex:DataSystem
  - ex:123jhf12

# N-арные связи

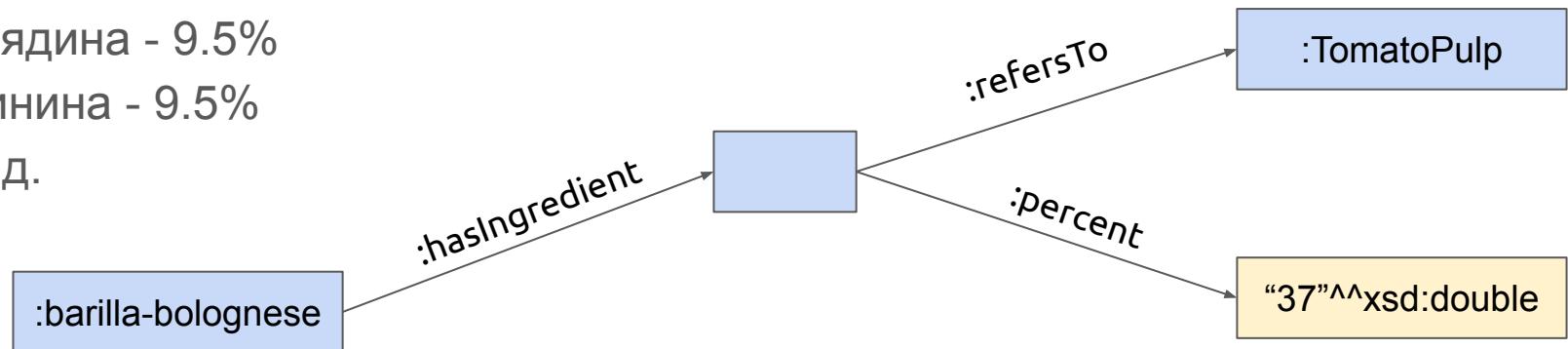
Имя: Соус Barilla Bolognese

Состав:

- мякоть томата - 37%
- лук - 12,8%
- говядина - 9.5%
- свинина - 9.5%
- и т.д.

@prefix :<<http://example.com/>> .

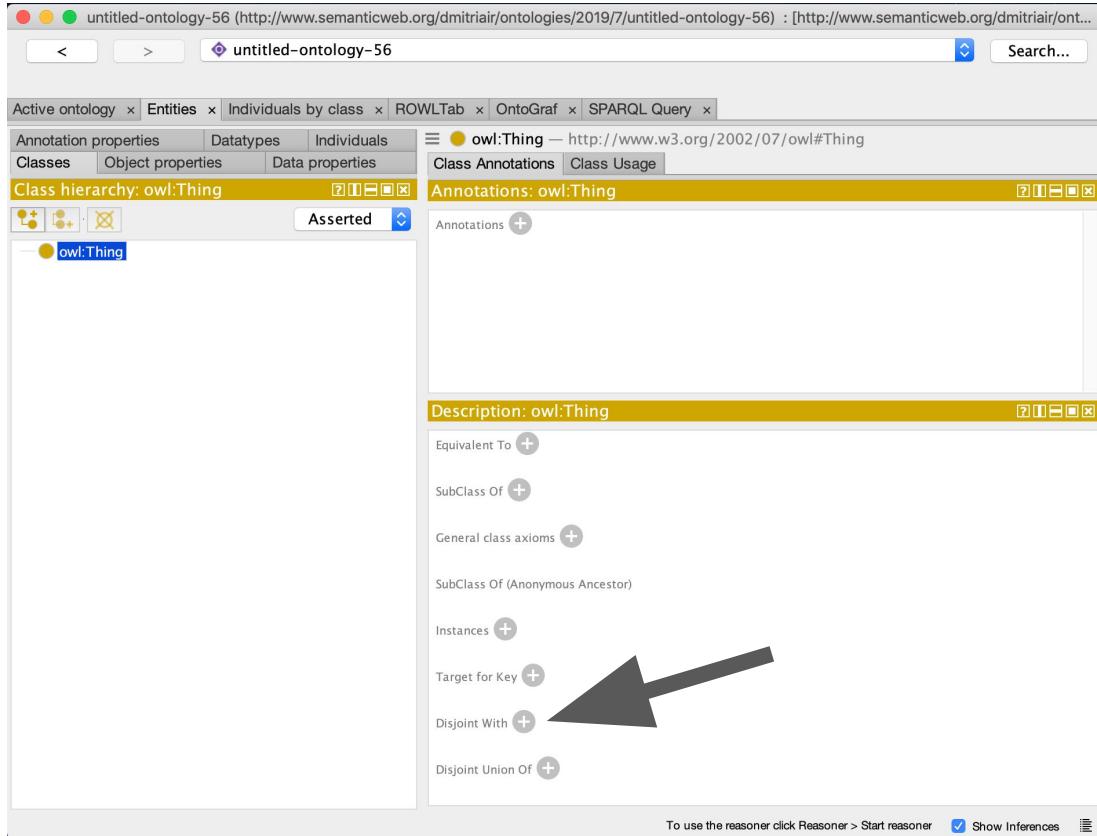
```
:barilla-bolognese a :Sauce ;  
  :hasIngredient [  
    :refersTo :TomatoPulp ;  
    :percent "37"^^xsd:double  
  ].
```



# rdfs:domain и rdfs:range

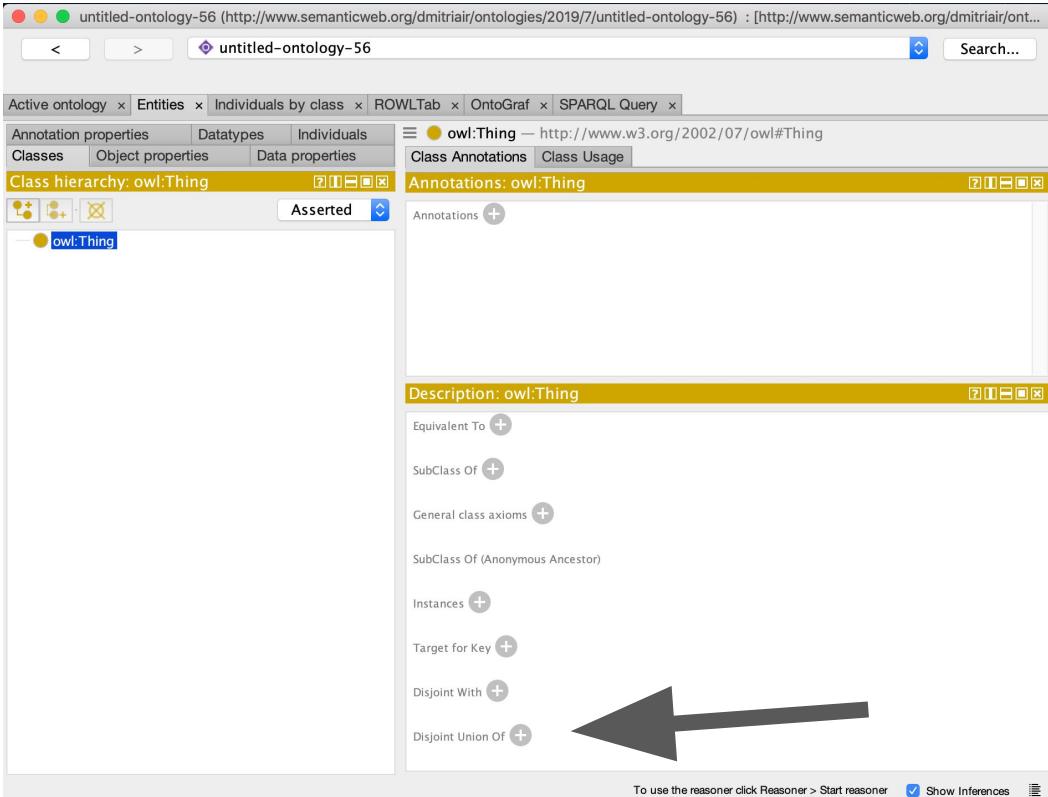
- не являются ограничениями,
- указывают на то к каким классам относятся инстансы.

# owl:disjointWith



- Если классы связаны друг с другом через свойство **owl:disjointWith**, то это означает, что не должно существовать индивидов, которые одновременно К обоим классам

# owl:disjointUnionOf



■ Если классы связаны через свойство **owl:disjointUnionOf**, то это означает, что индивиды должны относиться к одному из данных классов. Например: ex:Child **owl:disjointUnionOf** (ex:Boy ex:Girl)

# Свойства и их взаимосвязи

The screenshot shows the Protégé ontology editor interface. On the left, there's a navigation bar with tabs for Annotation properties, Datatypes, Individuals, Classes, Object properties, and Data properties. Below that is an 'Object property hierarchy' tree with 'owl:topObjectProperty' selected. The main workspace has tabs for Annotations and Object Property Usage, with 'Annotations' currently active. The title bar says 'Annotations: owl:topObjectProperty'. The left panel displays the 'Character' tab for 'owl:topObjectProperty', listing properties like Functional, Inverse functional, Transitive, etc., each with a checkbox. The right panel shows 'Description' annotations for 'owl:topObjectProperty', including 'Equivalent To', 'SubProperty Of', 'Inverse Of', 'Domains (intersection)', 'Ranges (intersection)', 'Disjoint With', and 'SuperProperty Of (Chain)'. Three arrows point from the text 'Свойства и их взаимосвязи' to the 'Inverse Of', 'SubProperty Of', and 'Equivalent To' annotations.

- По аналогии с классами, для свойств существуют такие связи как **rdfs:subPropertyOf** и **owl:equivalentProperty**. Однако свойства так же могут быть инверсными (**owl:inverseOf**).

Например:

ex:examinedBy owl:inverseOf ex:examinerOf .

# Свойства и их взаимосвязи

The screenshot shows the Protégé ontology editor interface. On the left, there's a navigation bar with tabs for Annotation properties, Datatypes, Individuals, Classes, Object properties, and Data properties. Below it, a tree view shows the 'Object property hierarchy' for 'owl:topObjectProperty'. A large arrow points from the bottom-left towards this tree view. The main workspace contains several windows:

- A top-level window titled 'Annotations: owl:topObjectProperty'.
- An inner window titled 'Annotations: owl:topObjectProperty' which displays a list of annotations.
- A bottom-level window titled 'Character' which lists various property types:
  - Functional
  - Inverse functional
  - Transitive
  - Symmetric
  - Asymmetric
  - Reflexive
  - Irreflexive
- On the right side of the character window, there are several association buttons with '+' icons: Equivalent To, SubProperty Of, Inverse Of, Domains (intersection), Ranges (intersection), Disjoint With, and SuperProperty Of (Chain).

At the bottom of the interface, there are buttons for 'To use the reasoner click Reasoner > Start reasoner' and 'Show Inferences'.

- Транзитивные свойства (owl:TransitiveProperty):  
 $a \rightarrow b$  и  $b \rightarrow c = a \rightarrow c$
- Симметричные свойства (owl:SymmetricProperty):  $a \rightarrow b = b \rightarrow a$
- Функциональные свойства (owl:FunctionalProperty):  
 $a \rightarrow b$  и  $a \rightarrow c = b == c$
- Инверсионно-функциональные свойства (owl:InverseFunctionalProperty):  
 $a \rightarrow b$  и  $c \rightarrow b = a == c$

# Ограничения свойств

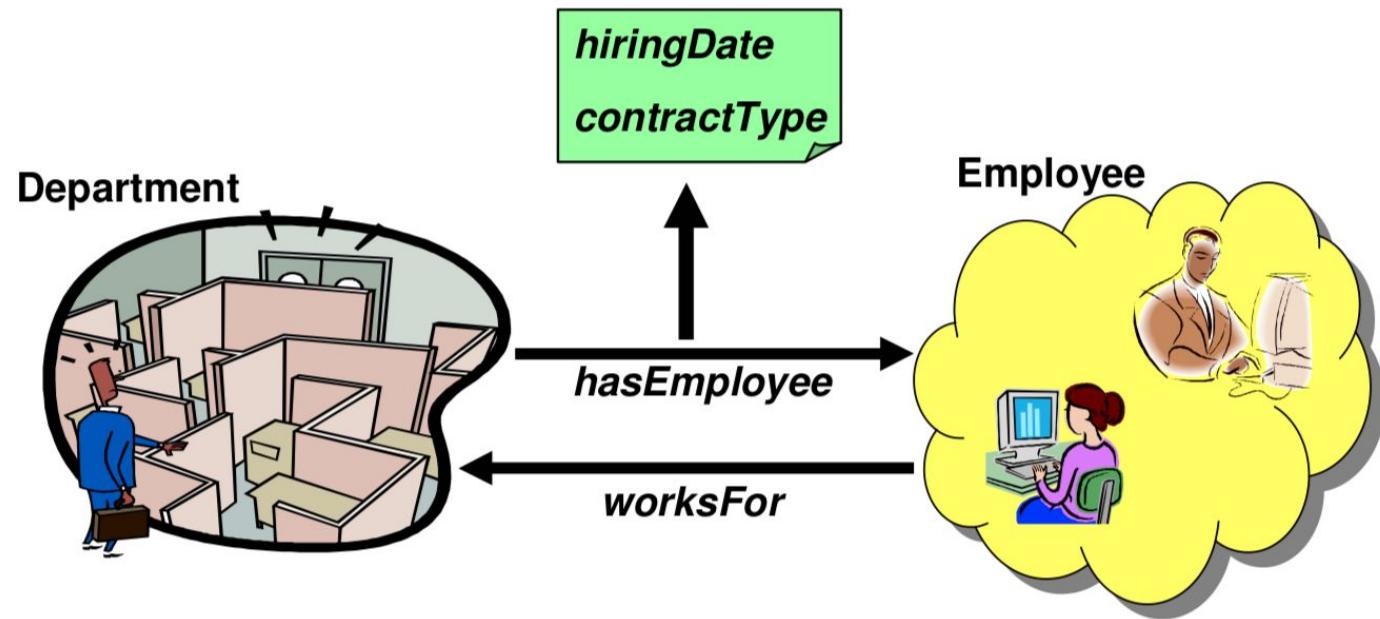
- **Экзистенциальные ограничения (Some).** Эти ограничения описывают классы индивидов, которые участвуют в по крайней мере в одном отношении по указанному свойству для отдельных индивидов, которые являются членами указанного класса.
- **Универсальные ограничения.** Эти ограничения описывают классы индивидов, имеющих «только - **only**» данное отношение к отдельным индивидам, которые являются членами конкретного класса.

# Индивиды и их взаимосвязи

- owl:sameAs - индивиды являются синонимами
- owl:differentFrom - индивиды не являются синонимами

```
ex:Mike    rdf:type    ex:Doctor .  
ex:Mike    owl:sameAs   ex:DrMike .
```

# Овеществление(Reification)



Отдел имеет  
Сотрудников

В отделе у каждого  
сотрудника есть  
дата найма и тип  
контракта

Если отдел имеет  
сотрудника, то  
сотрудник  
работает в этом  
отделе

# Что такое овеществление?

- Представление абстрактного объекта, как если бы это была конкретная, существующая вещь;
- Используется для представления фактов, над которыми необходимо выполнять действия;
- Утверждение, прикрепленное как свойство к другому утверждению



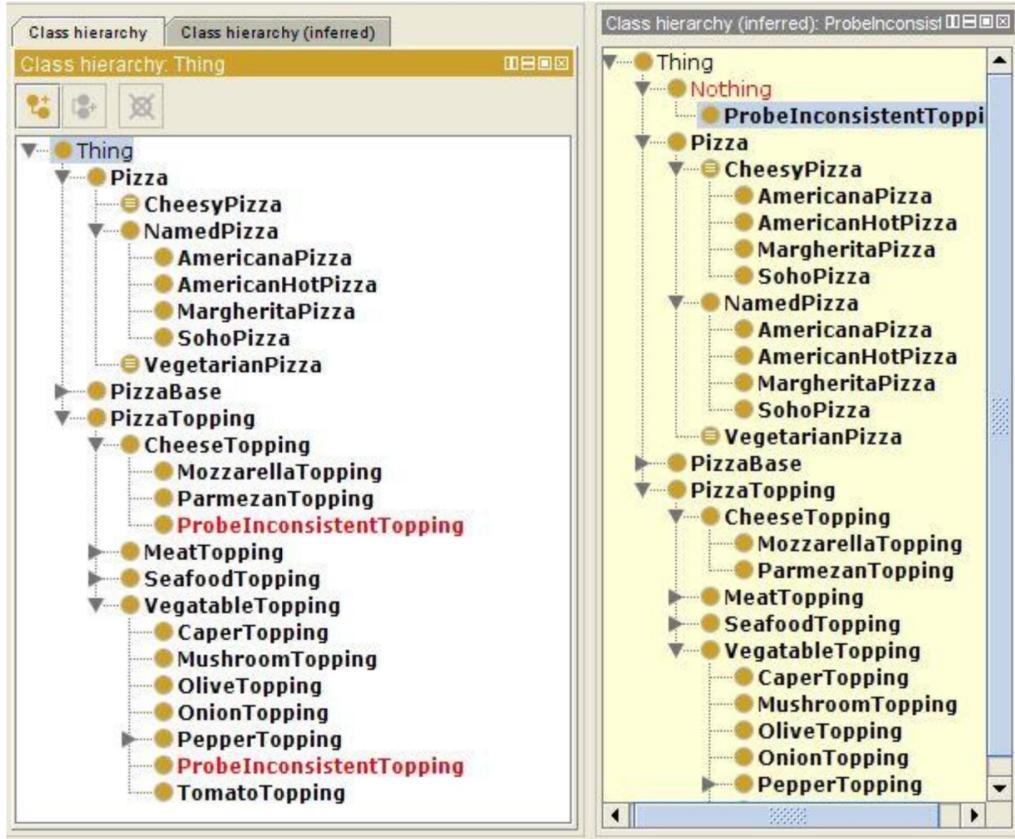
# Reasoning



## Что умеют Ризонеры?

- Проверка классификации и иерархии классов
- Проверка согласованности
- Построение дополнительных связей на основе свойств

# Проверка классификации согласованности



Если вычисляемая иерархия изменяет существующую, то имя изменяющего положение класса появится в синем цвете на изображении иерархии. Если класс признан несовместимым, то его иконка будут выделена красным цветом.

# Проверка классификации согласованности

The screenshot shows the Protégé interface with the 'Annotations' tab selected for the 'hates' property. The 'Annotations' section displays the following information:

- owl:topObjectProperty
- hates

Below this, the 'Description' section for 'hates' includes the following properties:

- Functional
- Inverse funct
- Transitive
- Symmetric
- Asymmetric
- Reflexive
- Irreflexive

Associated individuals under 'Domains (intersection)' are 'Cat' and 'Dog'. Under 'Ranges (intersection)' is 'Dog'.

The screenshot shows the Protégé interface with the 'Annotations' tab selected for the 'hates' property. The 'Annotations' section displays the following information:

- owl:topObjectProperty
- hates

Below this, the 'Description' section for 'hates' includes the following properties:

- Functional
- Inverse funct
- Transitive
- Symmetric
- Asymmetric
- Reflexive
- Irreflexive

Associated individuals under 'Domains (intersection)' are 'Cat' and 'Dog'. Under 'Ranges (intersection)' is 'Dog'. A note indicates that 'Ranges (intersection)' is empty.

On the right side, a list of inferred relationships is shown:

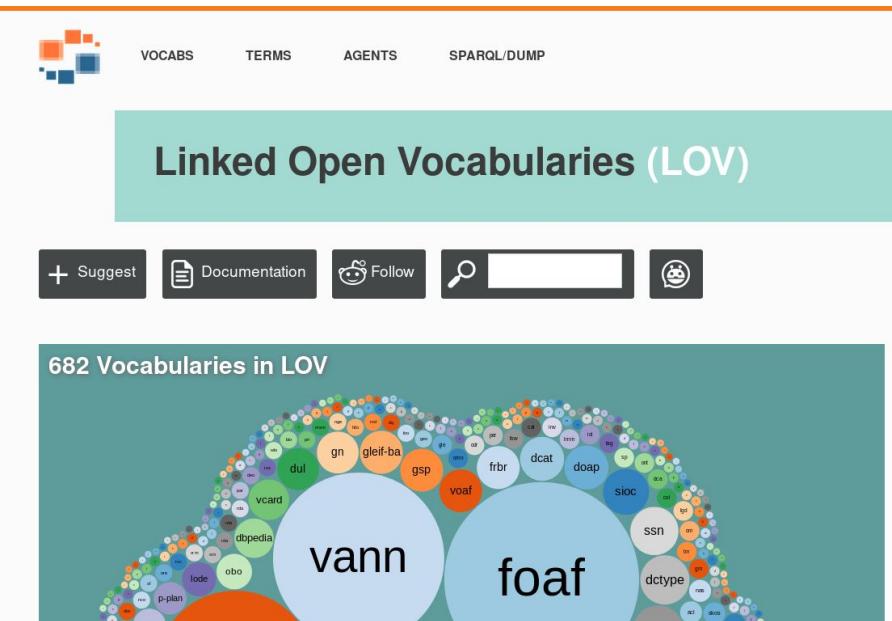
- owl:bottomObjectProperty, inverse (hates)
- owl:bottomObjectProperty
- hates

Слева отношения Кошка - ненавидит - Собак с установленным свойством симметричности. Справа дополнительные связи, построенные ризонером.

# **Онтологии, ставшие стандартами**

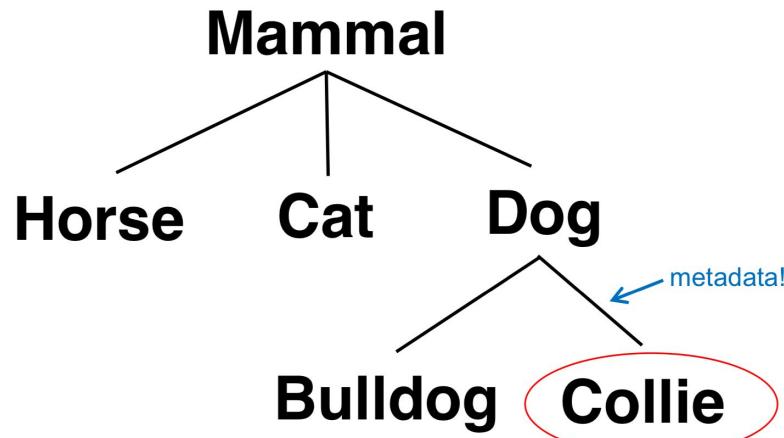
# Поиск существующих онтологий

- Linked Open Vocabularies
  - <https://lov.linkeddata.es>
  - поддерживается сообществом
  - и Политехом Мадрида

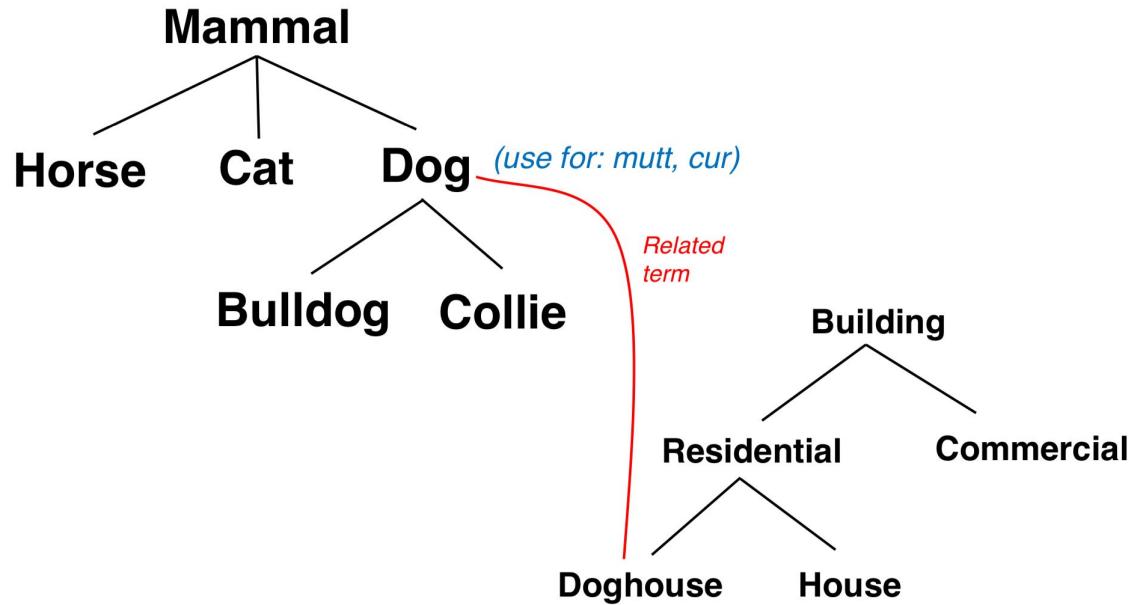


# Simple Knowledge Organization System

- **SKOS:** OWL-онтология W3C для создания тезаурусов, таксономий и контролируемых словарей.



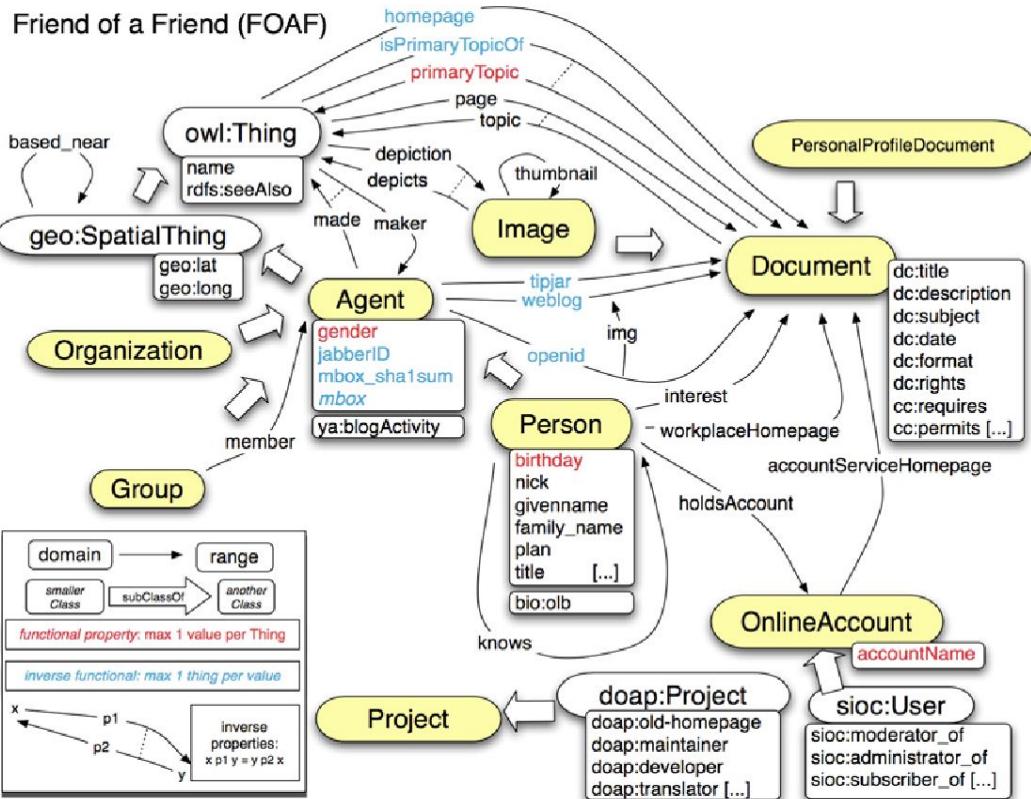
# Тезаурус в SKOS



Тезаурус позволяет выстраивать семантические отношения между лексическими единицами не находящимися в иерархическом отношении (синонимы, антонимы, паронимы, гипонимы, гиперонимы и так далее)

# Friend OF A Friend

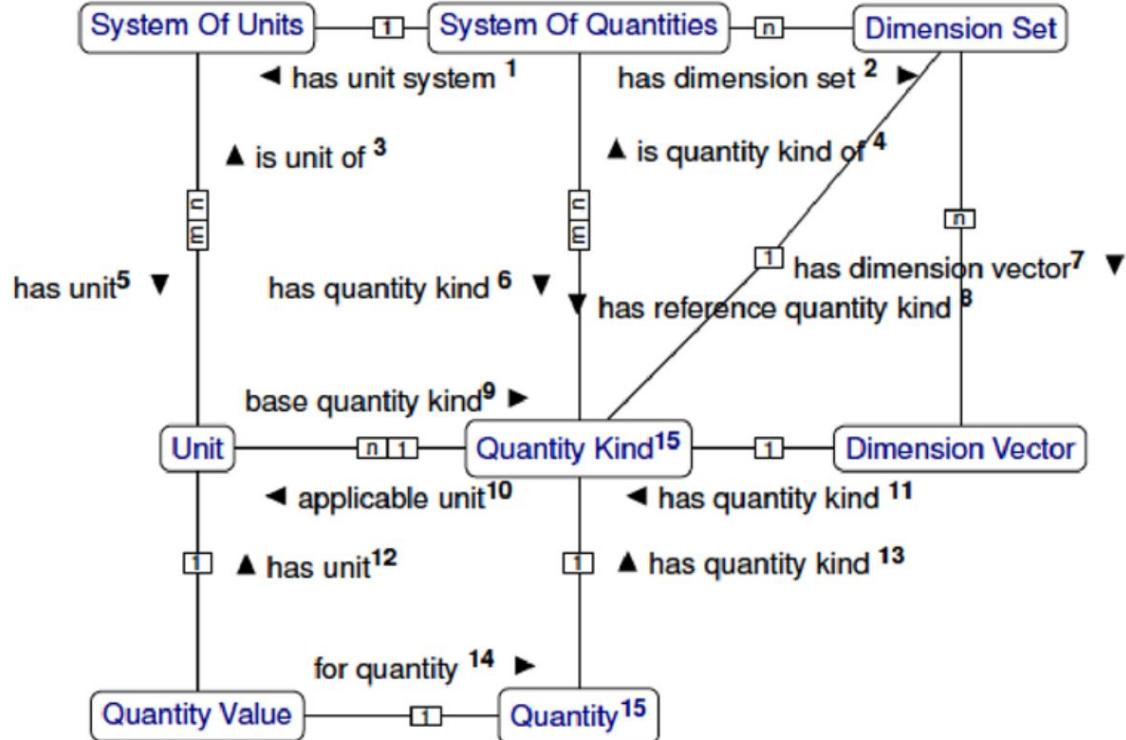
## Friend of a Friend (FOAF)



<http://xmlns.com/foaf/spec/>

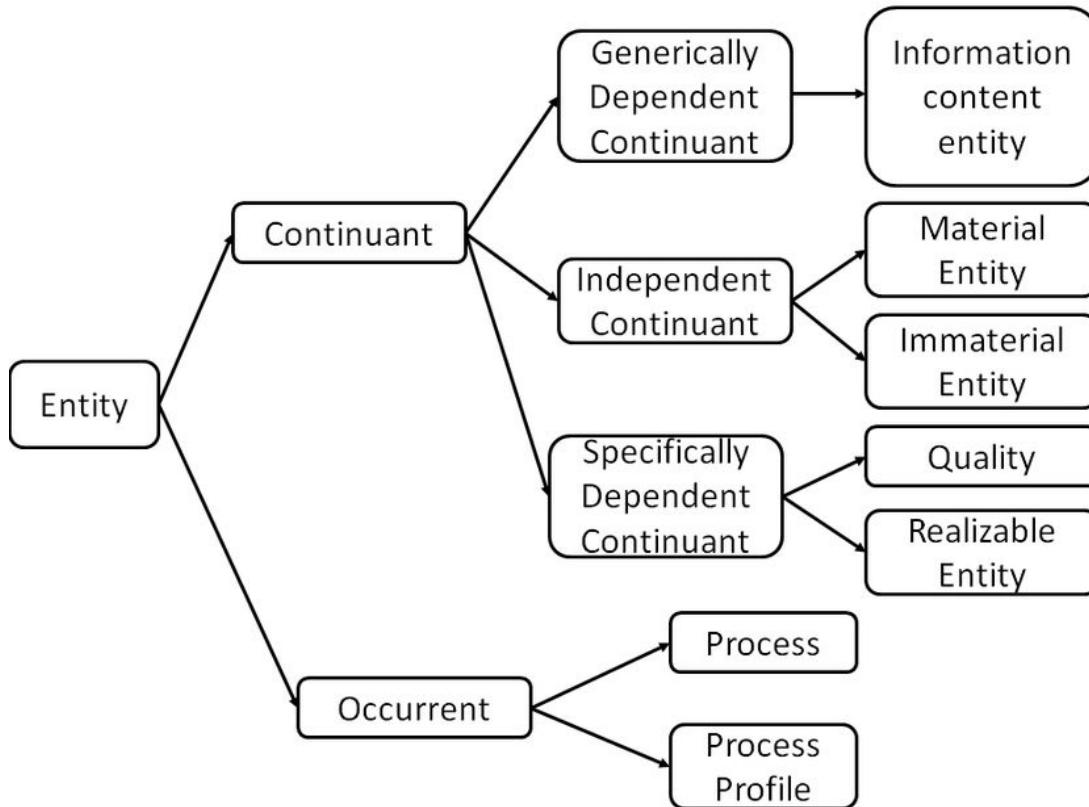
- **FOAF.** Объединяет три вида сетей: социальные сети, дружба и ассоциации. Предоставляет классы и свойства для описания людей, и их взаимоотношений.

# Quantity, Unit, Dimension and Type



■ **QUDT:**  
предоставляет  
семантические  
спецификации для  
единиц измерения,  
размерностей и  
типов данных.

# The Basic Formal Ontology



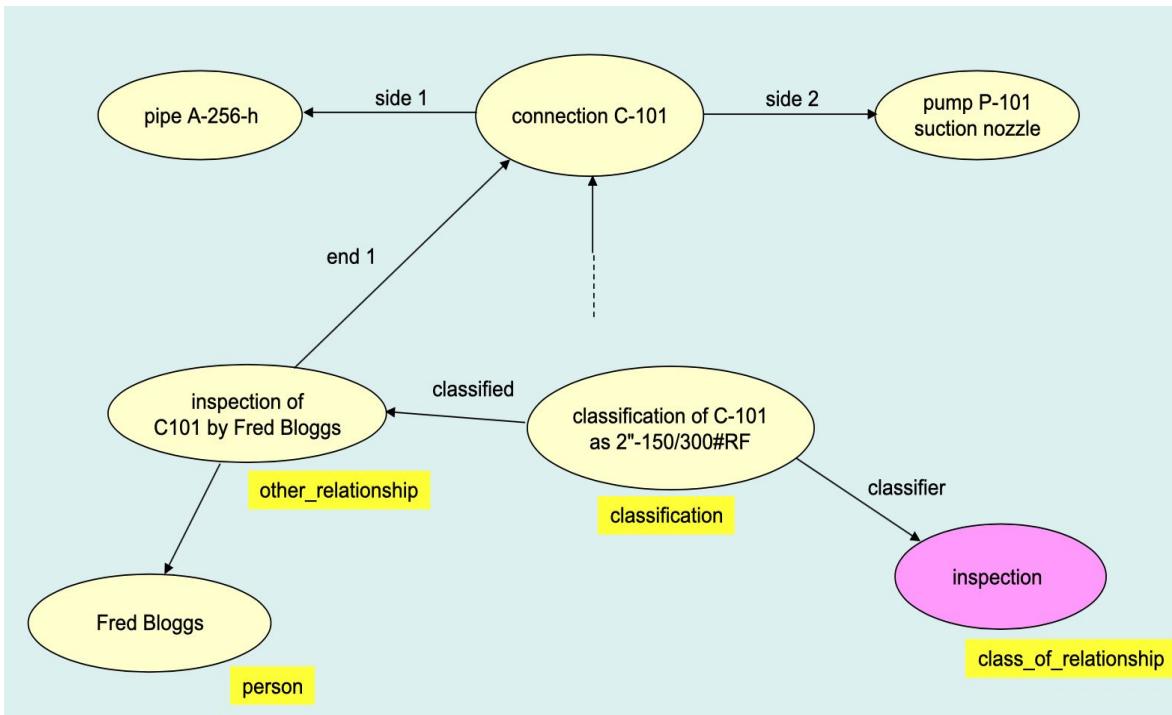
- **BFO:** это небольшая онтология верхнего уровня, предназначенная для использования при поддержке поиска, анализа и интеграции информации в научной и других областях.

# The Unified Foundational Ontology



# ISO 15926-2

- ISO 15926-2 Модель данных. Специфицирует обобщенную концептуальную модель данных, поддерживающую представление всех аспектов жизненного цикла установки непрерывного производства.





## The Organization Ontology

W3C Recommendation 16 January 2014

**This version:**

<http://www.w3.org/TR/2014/REC-vocab-org-20140116/>

**Latest published version:**

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

**Implementation report:**

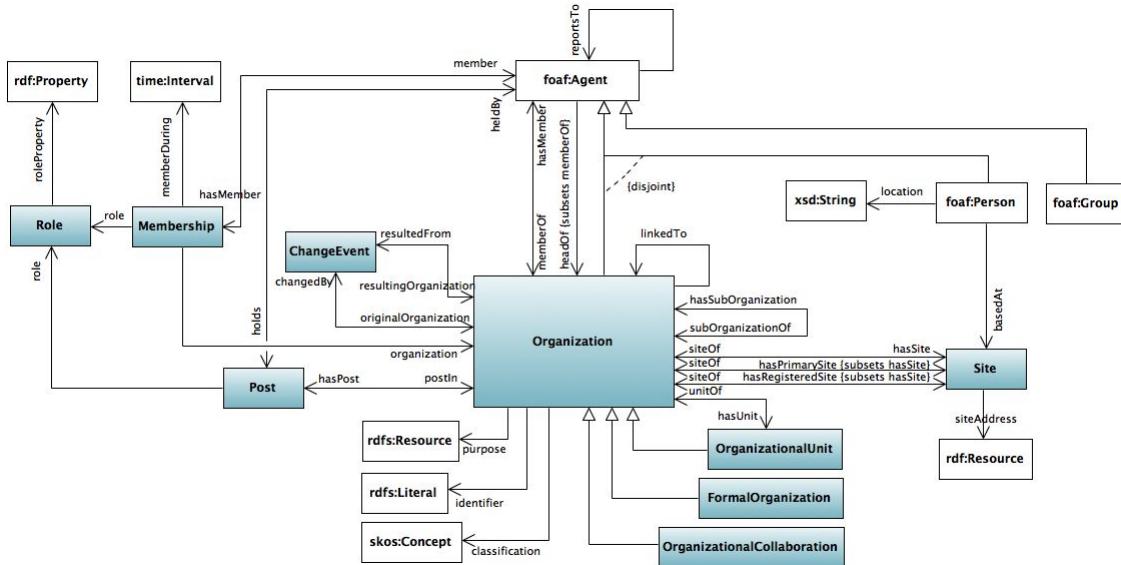
[http://www.w3.org/2011/gld/wiki/ORG\\_Implementations](http://www.w3.org/2011/gld/wiki/ORG_Implementations)

**Previous version:**

<http://www.w3.org/TR/2013/PR-vocab-org-20131217/>

**Editor:**

Dave Reynolds, [Epimorphics Ltd.](#)



# Semantic Sensor Network Ontology

## Semantic Sensor Network Ontology



W3C Recommendation 19 October 2017 (Link errors corrected 08 December 2017)

**This version:**

<https://www.w3.org/TR/2017/REC-vocab-ssn-20171019/>

**Latest published version:**

<https://www.w3.org/TR/vocab-ssn/>

**Latest editor's draft:**

<https://w3c.github.io/sdw/ssn/>

**Implementation report:**

<https://w3c.github.io/sdw/ssn-usage/>

**Previous version:**

<https://www.w3.org/TR/2017/PR-vocab-ssn-20170907/>

**Editors:**

Armin Haller, [Australian National University](#)

Krzysztof Janowicz, [University of California, Santa Barbara](#)

Simon Cox, [CSIRO](#)

Danh Le Phuoc, [Technical University of Berlin](#)

Kerry Taylor, [Australian National University](#)

Maxime Lefrançois, [École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne](#)

**Contributors (ordered alphabetically):**

Rob Atkinson, [Metalinkage](#)

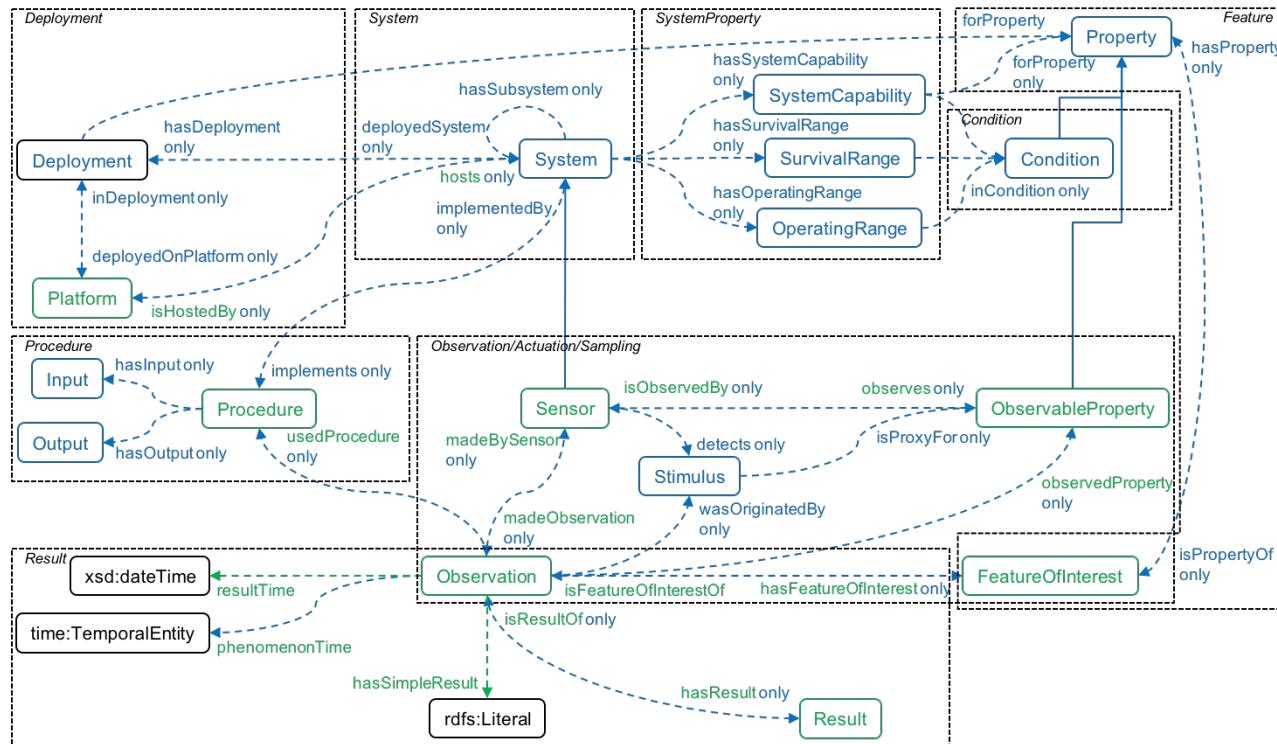
Raúl García-Castro, [Universidad Politécnica de Madrid](#)

Joshua Lieberman, [Tumbling Walls](#)

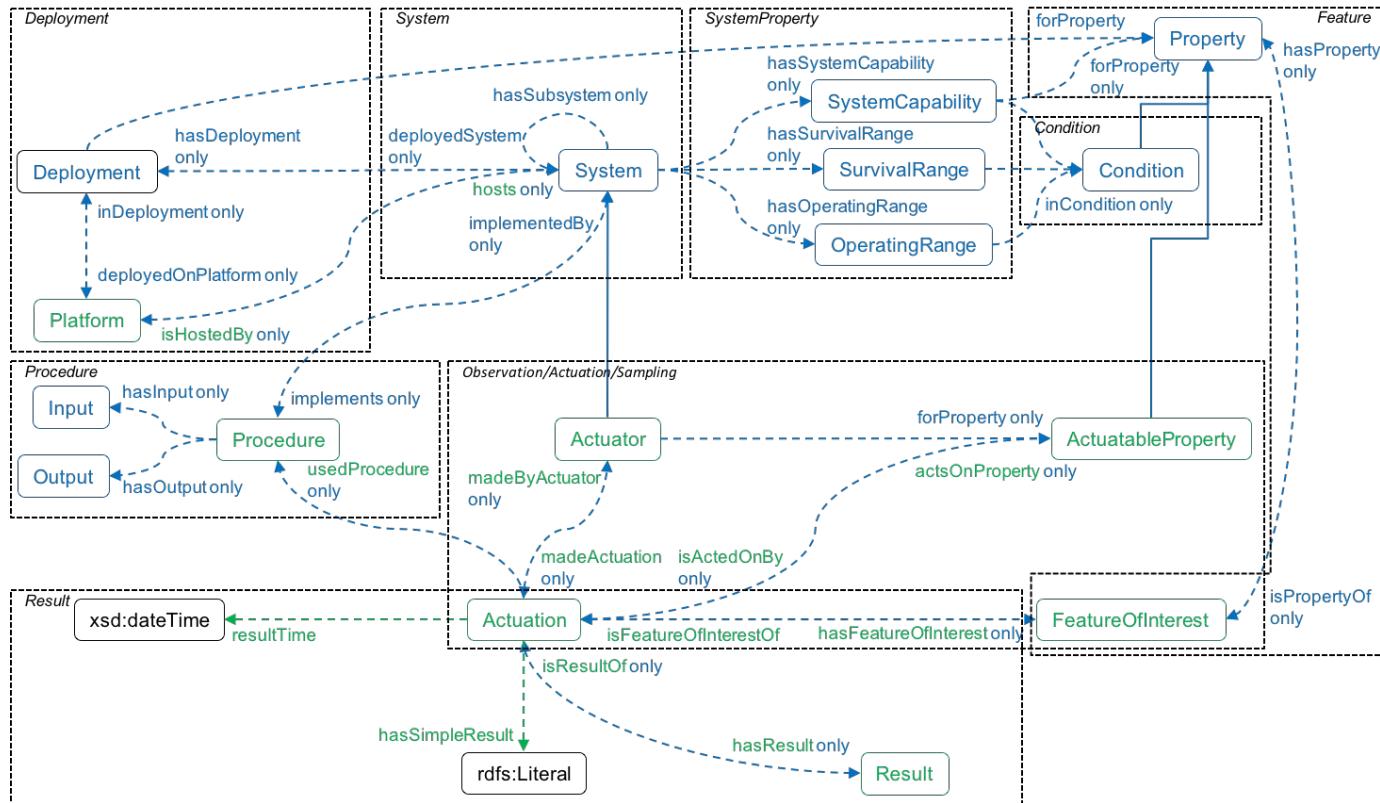
Claus Stadler, [Universität Leipzig](#)

- 2-я версия онтологии
- концепты
  - устройства
  - измерения
  - актуации
  - и т.д.

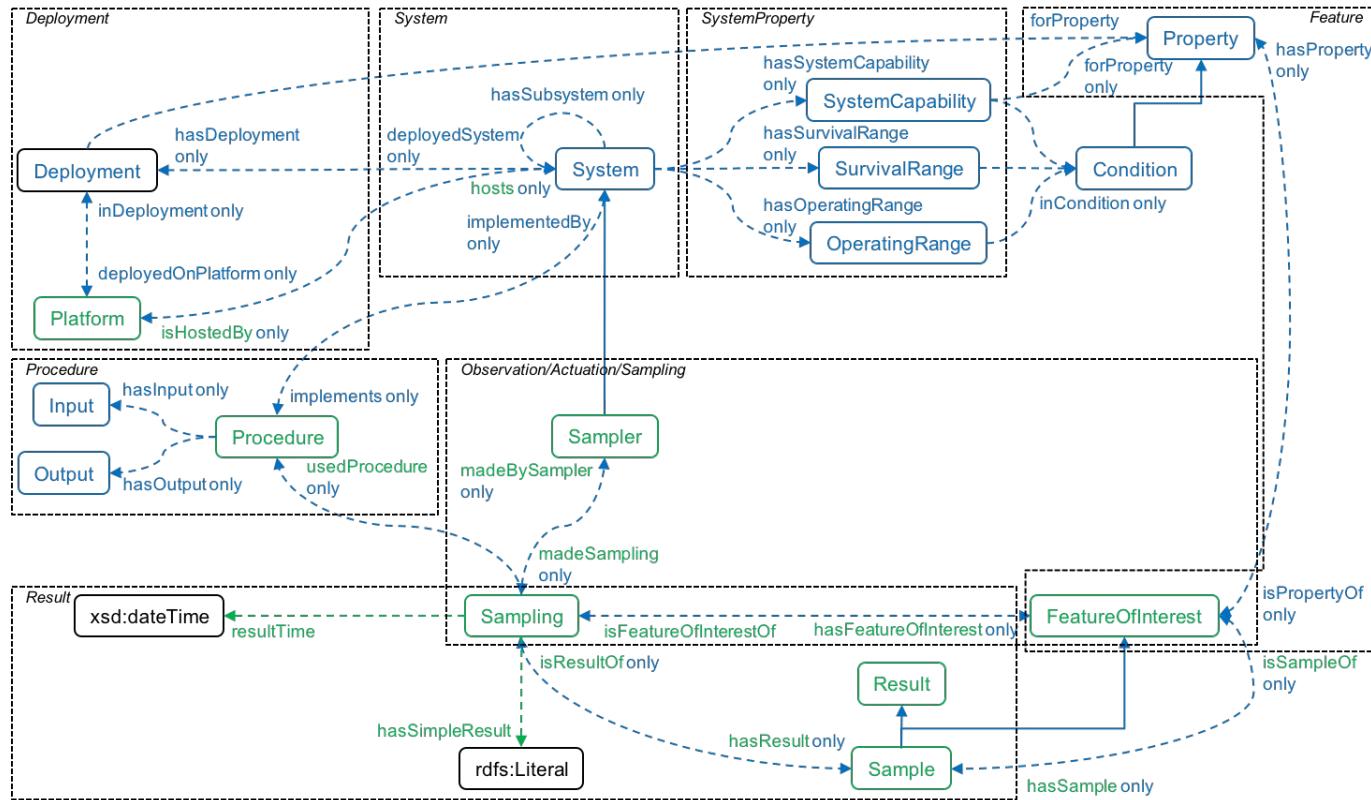
# Semantic Sensor Network Ontology (1)



# Semantic Sensor Network Ontology (2)



# Semantic Sensor Network Ontology (3)



# RDF Data Cube (1)

- ОНТОЛОГИЯ ДЛЯ ОПИСАНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ
- Примеры:
  - финансовые отчеты
  - результаты измерений
  - различные агрегированные данные

W3C Recommendation



## The RDF Data Cube Vocabulary

W3C Recommendation 16 January 2014

**This version:**

<http://www.w3.org/TR/2014/REC-vocab-data-cube-20140116/>

**Latest published version:**

<http://www.w3.org/TR/vocab-data-cube/>

**Implementation report:**

[http://www.w3.org/2011/gld/wiki/Data\\_Cube\\_Implementations](http://www.w3.org/2011/gld/wiki/Data_Cube_Implementations)

**Previous version:**

<http://www.w3.org/TR/2013/PR-vocab-data-cube-20131217/>

**Editors:**

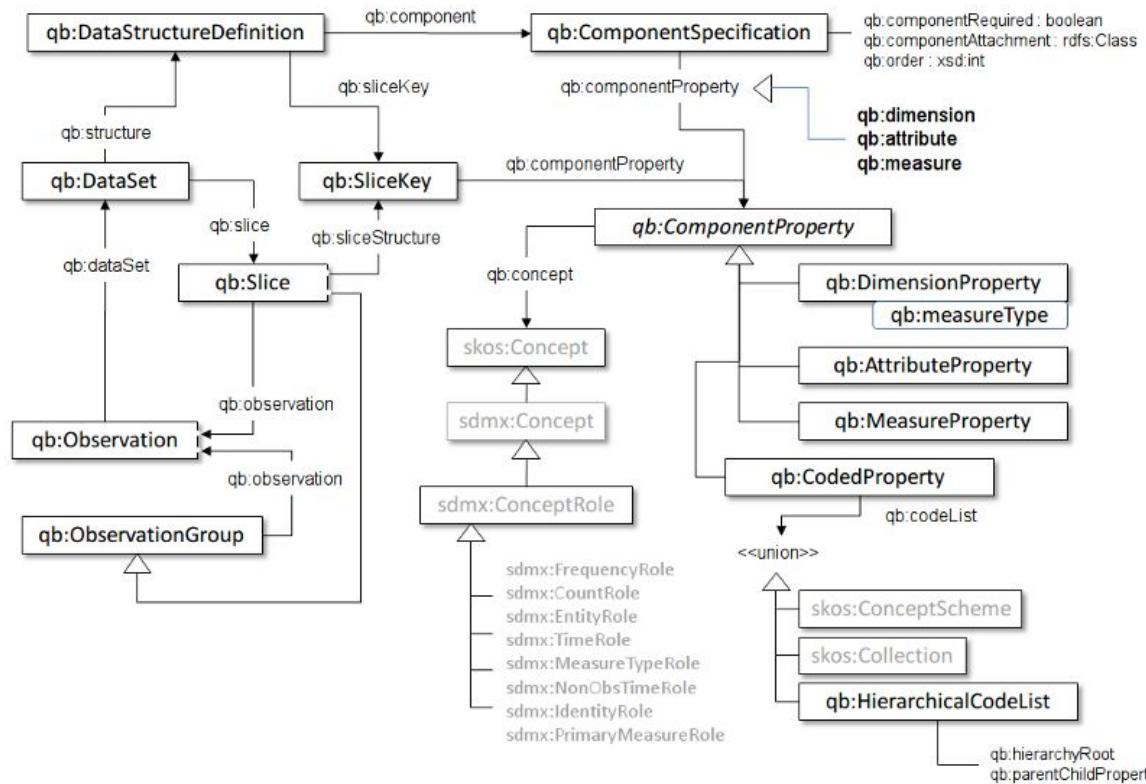
[Richard Cyganiak, DERI, NUI Galway](#)

Dave Reynolds, [Epimorphics Ltd](#)

**Contributors:**

[Jeni Tennison](#)

# RDF Data Cube (2)



# Введение в SPARQL

# Что такое SPARQL?

... - SPARQL Protocol and RDF Query Language.

В добавок к языку W3C-стандарт определяет:

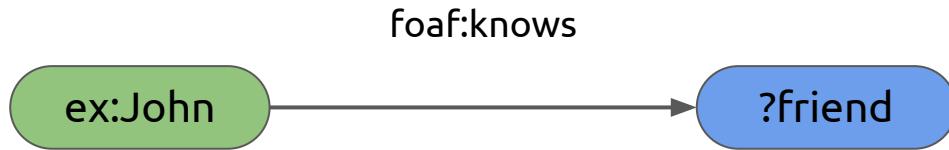
- протокол для отправки SPARQL-запросов и получения ответов
- формат ответов на SPARQL-запросы на основе XML

# Triplestore и SPARQL-точка доступа

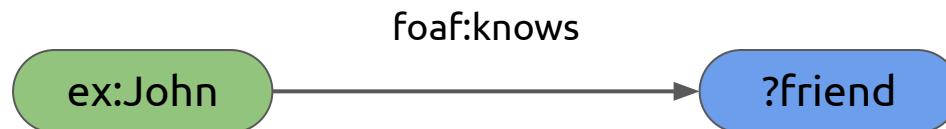
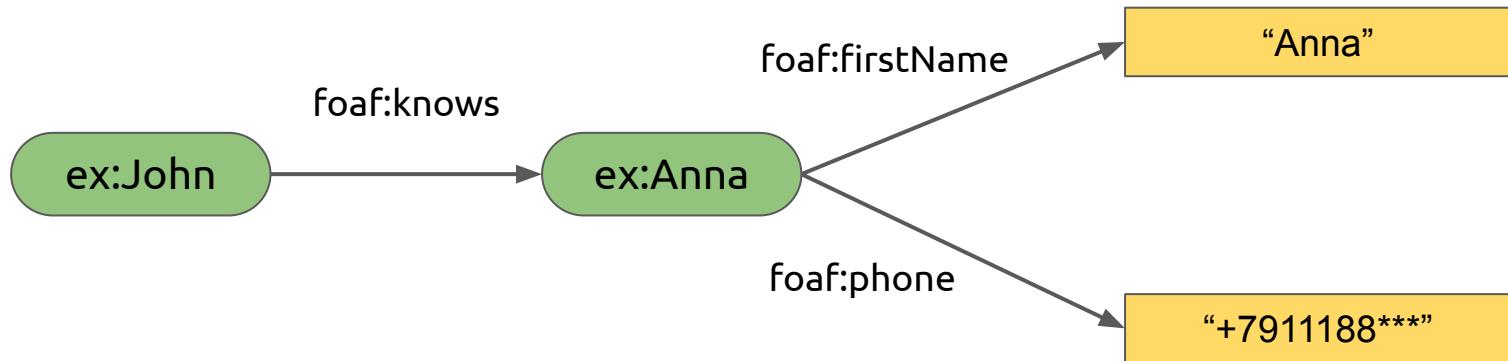
- Triplestore, Триплстор - база данных для хранения RDF-данных
- SPARQL-endpoint - программный интерфейс выполнения запросов

Например: [dbpedia.org/sparql](http://dbpedia.org/sparql)

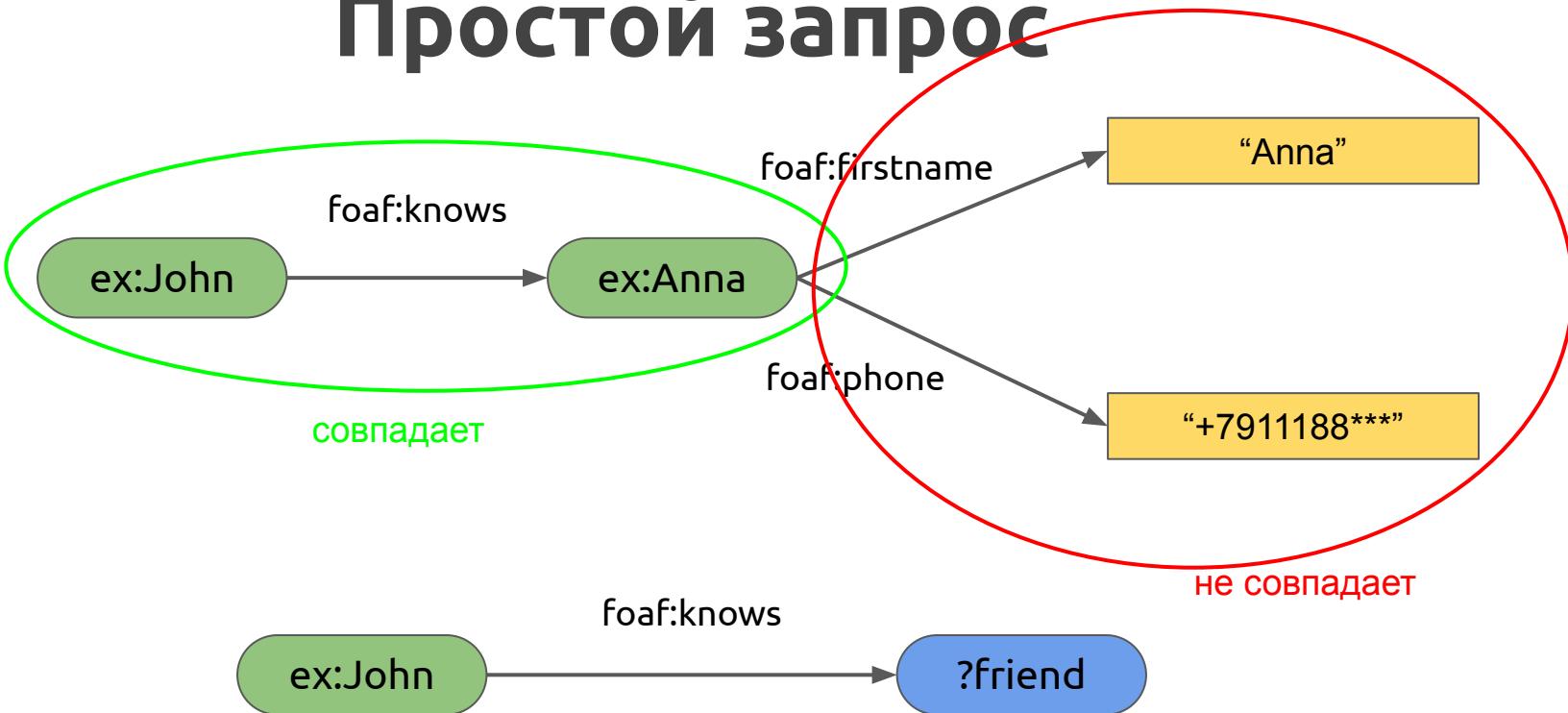
# Простой запрос



# Простой запрос



# Простой запрос



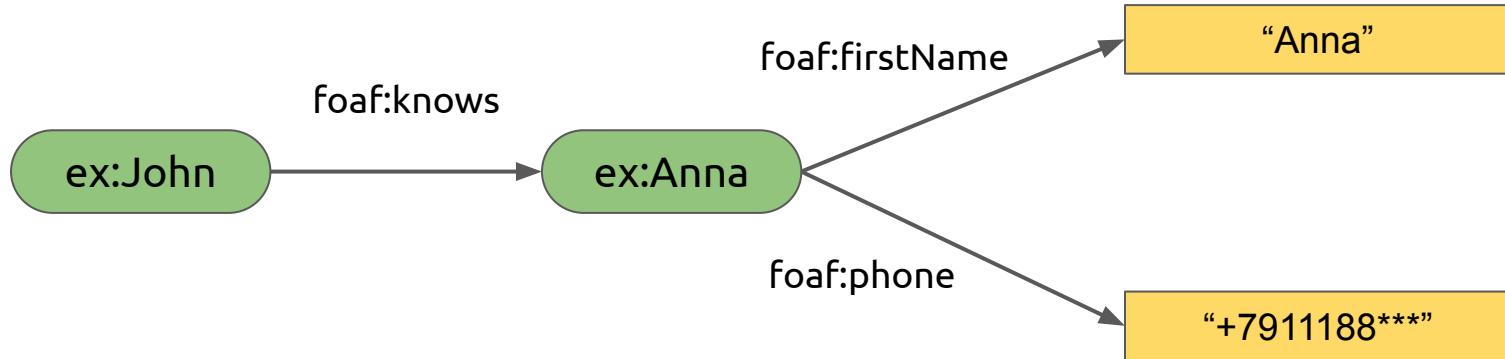
# Более сложный запрос



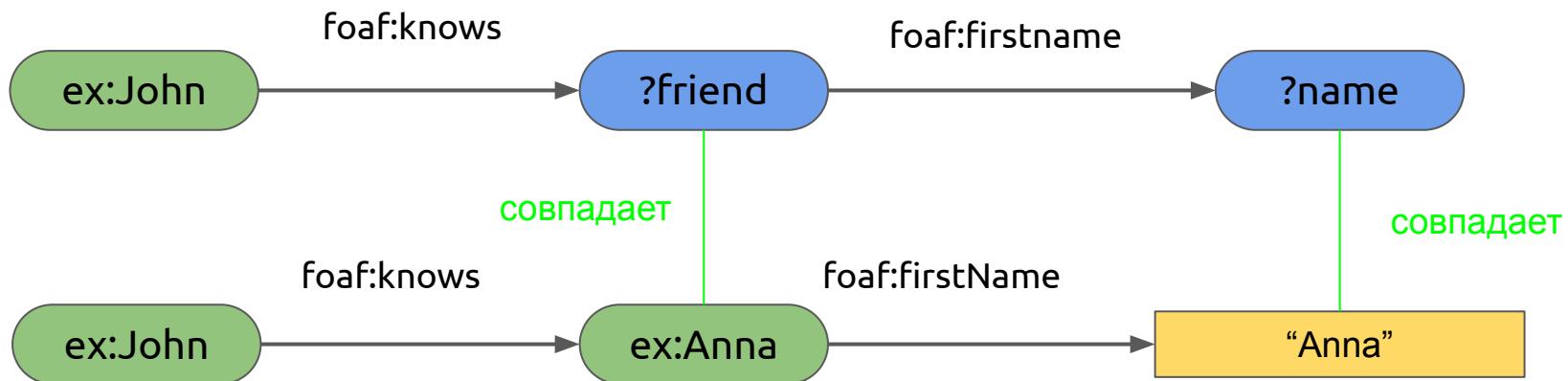
# Более сложный запрос

```
SELECT ?friend, ?name WHERE {  
    ex:John foaf:knows ?friend .  
    ?friend foaf:firstname ?name .  
}
```

# Более сложный запрос



# Более сложный запрос



`?friend | ?friendname`  
-----+-----  
`ex:Anna | “Anna”`

# Структура запросов

```
# префиксы
PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>
# тип запроса # проекции # датасет
SELECT      ?x ?y      FROM
# шаблоны графа
WHERE {
    ?x a ?y
}
# модификаторы запроса
ORDER BY ?y
```

# Типы запросов

SELECT - возвращает таблицу результатов

ASK - возвращает true или false, если шаблон совпадает

CONSTRUCT - создает триплы на основе шаблонов графов

DESCRIBE - возвращает описание ресурса в виде триплов

# Модификаторы запроса

Изменяют результаты запросов.

- LIMIT and OFFSET делит результаты запроса на страницы, например: `SELECT * WHERE {...} LIMIT 10`
- ORDER BY сортирует результаты запроса, например: `SELECT * WHERE {...} ORDER BY ASC(...) LIMIT 10`

# SPARQL на примерах

Далее будут рассмотрены несколько примеров SPARQL-запросов иллюстрирующих работу различных конструкций.

Для этих примеров используется <http://dbpedia.org/sparql>

# SPARQL на примерах

PREFIX rdf: <<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>>

PREFIX yago: <<http://dbpedia.org/class/yago/>>

PREFIX dbo: <<http://dbpedia.org/ontology/>>

PREFIX dbr: <<http://dbpedia.org/resource/>>

```
SELECT * WHERE {
    ?city rdf:type yago:City108524735 ;
    dbo:country dbr:Germany .
}
```

## city

[http://dbpedia.org/resource/Freiburg,\\_Lower\\_Saxony](http://dbpedia.org/resource/Freiburg,_Lower_Saxony)

[http://dbpedia.org/resource/Horka,\\_Saxony](http://dbpedia.org/resource/Horka,_Saxony)

[http://dbpedia.org/resource/Sosa,\\_Germany](http://dbpedia.org/resource/Sosa,_Germany)

<http://dbpedia.org/resource/Eisenhüttenstadt>

<http://dbpedia.org/resource/Göttingen>

[http://dbpedia.org/resource/Uhry\\_\(Königslutter\)](http://dbpedia.org/resource/Uhry_(Königslutter))

<http://dbpedia.org/resource/Suurhusen>

<http://dbpedia.org/resource/Bramstedt>

<http://dbpedia.org/resource/Freital>

<http://dbpedia.org/resource/Grevesmühlen>

<http://dbpedia.org/resource/Haselbachtal>

<http://dbpedia.org/resource/Kappeln>

# SPARQL на примерах

PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>

PREFIX yago: <http://dbpedia.org/class/yago/>

PREFIX dbo: <http://dbpedia.org/ontology/>

PREFIX dbr: <http://dbpedia.org/resource/>

SELECT \* WHERE {

    ?city rdf:type yago:City108524735 ;

        dbo:country dbr:Germany ;

**dbo:populationTotal ?population .**

}

**LIMIT 100**

<b>city</b>	<b>population</b>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Freiburg,_Lower_Saxony">http://dbpedia.org/resource/Freiburg,_Lower_Saxony</a>	"1864"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Horka,_Saxony">http://dbpedia.org/resource/Horka,_Saxony</a>	"1984"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Sosa,_Germany">http://dbpedia.org/resource/Sosa,_Germany</a>	"2069"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Göttingen">http://dbpedia.org/resource/Göttingen</a>	"116052"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Uhry_(Königslutter)">http://dbpedia.org/resource/Uhry_(Königslutter)</a>	"300"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Suurhusen">http://dbpedia.org/resource/Suurhusen</a>	"1200"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Bramstedt">http://dbpedia.org/resource/Bramstedt</a>	"1892"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Freital">http://dbpedia.org/resource/Freital</a>	"39267"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Grevesmühlen">http://dbpedia.org/resource/Grevesmühlen</a>	"10945"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Haselbachthal">http://dbpedia.org/resource/Haselbachthal</a>	"4582"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Kappeln">http://dbpedia.org/resource/Kappeln</a>	"11393"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Mirow">http://dbpedia.org/resource/Mirow</a>	"4144"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Stößen">http://dbpedia.org/resource/Stößen</a>	"1036"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Achim">http://dbpedia.org/resource/Achim</a>	"30059"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Alzenau">http://dbpedia.org/resource/Alzenau</a>	"18971"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Arzberg,_Bavaria">http://dbpedia.org/resource/Arzberg,_Bavaria</a>	"5893"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Augustusburg">http://dbpedia.org/resource/Augustusburg</a>	"5152"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >

# SPARQL на примерах

```
SELECT * WHERE {
    ?city rdf:type yago:City108524735 ;
        dbo:country dbr:Germany ;
        dbo:populationTotal ?population .
    OPTIONAL { ?city foaf:homepage ?homepage }
}
LIMIT 100
```

city	population	homepage
<a href="http://dbpedia.org/resource/Freiburg,_Lower_Saxony">http://dbpedia.org/resource/Freiburg,_Lower_Saxony</a>	"1864"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.nordkehdingen.de/">http://www.nordkehdingen.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Horka,_Saxony">http://dbpedia.org/resource/Horka,_Saxony</a>	"1984"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.horka.de/">http://www.horka.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Sosa,_Germany">http://dbpedia.org/resource/Sosa,_Germany</a>	"2069"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.sosa.de/">http://www.sosa.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Göttingen">http://dbpedia.org/resource/Göttingen</a>	"116052"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.goettingen.de/">http://www.goettingen.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Uhry_(Königslutter)">http://dbpedia.org/resource/Uhry_(Königslutter)</a>	"300"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.koenigslutter.de">http://www.koenigslutter.de</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Suurhusen">http://dbpedia.org/resource/Suurhusen</a>	"1200"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	
<a href="http://dbpedia.org/resource/Bramstedt">http://dbpedia.org/resource/Bramstedt</a>	"1892"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.hagen-cux.de/">http://www.hagen-cux.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Freital">http://dbpedia.org/resource/Freital</a>	"39267"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.freital.de/">http://www.freital.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Grevesmühlen">http://dbpedia.org/resource/Grevesmühlen</a>	"10945"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.grevesmuehlen.de/">http://www.grevesmuehlen.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Haselbachtal">http://dbpedia.org/resource/Haselbachtal</a>	"4582"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.haselbachtal.de/">http://www.haselbachtal.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Kappeln">http://dbpedia.org/resource/Kappeln</a>	"11393"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.stadt-kappeln.de/startseite.phtml">http://www.stadt-kappeln.de/startseite.phtml/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Mirow">http://dbpedia.org/resource/Mirow</a>	"4144"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.amt-mecklenburgische-kleinseenplatte.de/">http://www.amt-mecklenburgische-kleinseenplatte.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Stößen">http://dbpedia.org/resource/Stößen</a>	"1036"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.stoessen-online.de">http://www.stoessen-online.de</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Achim">http://dbpedia.org/resource/Achim</a>	"30059"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.achim.de/">http://www.achim.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Alzenau">http://dbpedia.org/resource/Alzenau</a>	"18971"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.alzenau.de/">http://www.alzenau.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Arzberg,_Bavaria">http://dbpedia.org/resource/Arzberg,_Bavaria</a>	"5893"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.arzberg.de/">http://www.arzberg.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Augustusburg">http://dbpedia.org/resource/Augustusburg</a>	"5152"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.augustusburg.de/">http://www.augustusburg.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Bad_Düben">http://dbpedia.org/resource/Bad_Düben</a>	"8702"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.bad-dueben.de">http://www.bad-dueben.de</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Bad_Eilsen">http://dbpedia.org/resource/Bad_Eilsen</a>	"2254"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.bad-eilsen.de/">http://www.bad-eilsen.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Bad_Essen">http://dbpedia.org/resource/Bad_Essen</a>	"15807"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.badessen.de/">http://www.badessen.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Bad_Grund">http://dbpedia.org/resource/Bad_Grund</a>	"8957"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.bad-grund.de/">http://www.bad-grund.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Bad_Iburg">http://dbpedia.org/resource/Bad_Iburg</a>	"11652"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.badiburg.de/">http://www.badiburg.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Bad_Laer">http://dbpedia.org/resource/Bad_Laer</a>	"9242"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.bad-laer.de/">http://www.bad-laer.de/</a>

# SPARQL на примерах

```
SELECT * WHERE {  
    ?city rdf:type yago:City108524735 ;  
        dbo:country dbr:Germany ;  
        dbo:populationTotal ?population .  
  
    OPTIONAL { ?city foaf:homepage ?homepage }  
}  
  
ORDER BY DESC(?population)  
  
LIMIT 100
```

city	population	homepage
<a href="http://dbpedia.org/resource/Berlin">http://dbpedia.org/resource/Berlin</a>	"3610156"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.berlin.de/en/">http://www.berlin.de/en/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Hamburg">http://dbpedia.org/resource/Hamburg</a>	"1774242"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.hamburg.de/">http://www.hamburg.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Munich">http://dbpedia.org/resource/Munich</a>	"1520408"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.muenchen.de/">http://www.muenchen.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Cologne">http://dbpedia.org/resource/Cologne</a>	"1057327"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.stadt-koeln.de">http://www.stadt-koeln.de</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Frankfurt">http://dbpedia.org/resource/Frankfurt</a>	"731095"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.frankfurt.de/">http://www.frankfurt.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Bochum">http://dbpedia.org/resource/Bochum</a>	"670320"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.bochum.de/">http://www.bochum.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Bremen_(state)">http://dbpedia.org/resource/Bremen_(state)</a>	"661000"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.bremen.de/">http://www.bremen.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Duesseldorf">http://dbpedia.org/resource/Duesseldorf</a>	"653678"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.duesseldorf.de/">http://www.duesseldorf.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Stuttgart">http://dbpedia.org/resource/Stuttgart</a>	"623738"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.stuttgart.de/">http://www.stuttgart.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Essen">http://dbpedia.org/resource/Essen</a>	"589075"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.essen.de/">http://www.essen.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Dortmund">http://dbpedia.org/resource/Dortmund</a>	"575944"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.dortmund.de/en/">http://www.dortmund.de/en/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Dortmund_2">http://dbpedia.org/resource/Dortmund_2</a>	"575944"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.dortmund.de/">http://www.dortmund.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Bremen_2">http://dbpedia.org/resource/Bremen_2</a>	"548475"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.bremen.de/">http://www.bremen.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Dresden">http://dbpedia.org/resource/Dresden</a>	"536107"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.dresden.de/">http://www.dresden.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Hanover">http://dbpedia.org/resource/Hanover</a>	"518386"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.hannover.de/">http://www.hannover.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Nuremberg">http://dbpedia.org/resource/Nuremberg</a>	"498876"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.nuernberg.de/internet/portal_e/index.html">http://www.nuernberg.de/internet/portal_e/index.html</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Duisburg">http://dbpedia.org/resource/Duisburg</a>	"488005"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.duisburg.de/">http://www.duisburg.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Wuppertal">http://dbpedia.org/resource/Wuppertal</a>	"349950"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.wuppertal.de/">http://www.wuppertal.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Bielefeld">http://dbpedia.org/resource/Bielefeld</a>	"327199"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.bielefeld.de/en/index.html">http://www.bielefeld.de/en/index.html</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Bonn">http://dbpedia.org/resource/Bonn</a>	"311287"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.bonn.de/">http://www.bonn.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Mannheim">http://dbpedia.org/resource/Mannheim</a>	"311142"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.mannheim.de/">http://www.mannheim.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Muenster">http://dbpedia.org/resource/Muenster</a>	"300000"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.muenster.de/en/">http://www.muenster.de/en/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Karlsruhe">http://dbpedia.org/resource/Karlsruhe</a>	"288917"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.karlsruhe.de">http://www.karlsruhe.de</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Augsburg">http://dbpedia.org/resource/Augsburg</a>	"286374"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www2.augsburg.de/index.php?id=12307">http://www2.augsburg.de/index.php?id=12307</a>

# SPARQL на примерах

```
SELECT * WHERE {
    ?city rdf:type yago:City108524735 ;
        dbo:country dbr:Germany ;
        dbo:populationTotal ?population .
    OPTIONAL { ?city foaf:homepage ?homepage }
}
ORDER BY DESC(?population)
LIMIT 100
OFFSET 200
```

city	population	homepage
<a href="http://dbpedia.org/resource/Rheinbach">http://dbpedia.org/resource/Rheinbach</a>	"26710"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.rheinbach.de/">http://www.rheinbach.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Limbach-Oberfrohna">http://dbpedia.org/resource/Limbach-Oberfrohna</a>	"26597"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.limbach-oberfrohna.de/">http://www.limbach-oberfrohna.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Delitzsch">http://dbpedia.org/resource/Delitzsch</a>	"26344"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.delitzsch.de/">http://www.delitzsch.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Nordenham">http://dbpedia.org/resource/Nordenham</a>	"26325"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.nordenham.de/">http://www.nordenham.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Strausberg">http://dbpedia.org/resource/Strausberg</a>	"26229"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.stadt-strausberg.de/">http://www.stadt-strausberg.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Petershagen">http://dbpedia.org/resource/Petershagen</a>	"26171"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.petershagen.de/">http://www.petershagen.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Garmisch-Partenkirchen">http://dbpedia.org/resource/Garmisch-Partenkirchen</a>	"26112"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.garmisch-partenkirchen.de/">http://www.garmisch-partenkirchen.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Glauchau">http://dbpedia.org/resource/Glauchau</a>	"25760"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.glauchau.de/">http://www.glauchau.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Zirndorf">http://dbpedia.org/resource/Zirndorf</a>	"25509"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.zirndorf.de/">http://www.zirndorf.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Helmstedt">http://dbpedia.org/resource/Helmstedt</a>	"25389"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.stadt-helmstedt.de">http://www.stadt-helmstedt.de</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Bad_Honnef">http://dbpedia.org/resource/Bad_Honnef</a>	"25326"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.bad-honnef.de/">http://www.bad-honnef.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Norden,_Lower_Saxony">http://dbpedia.org/resource/Norden,_Lower_Saxony</a>	"25097"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.norden.de/">http://www.norden.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Varel">http://dbpedia.org/resource/Varel</a>	"25084"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.varel.de/">http://www.varel.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Bedburg">http://dbpedia.org/resource/Bedburg</a>	"24926"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.bedburg.de/">http://www.bedburg.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Lindau">http://dbpedia.org/resource/Lindau</a>	"24537"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.lindau.de/">http://www.lindau.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Korbach">http://dbpedia.org/resource/Korbach</a>	"24537"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.korbach.de">http://www.korbach.de</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Walsrode">http://dbpedia.org/resource/Walsrode</a>	"24433"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.walsrode.de/">http://www.walsrode.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Rottweil">http://dbpedia.org/resource/Rottweil</a>	"24378"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.rottweil.de/">http://www.rottweil.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Eisleben">http://dbpedia.org/resource/Eisleben</a>	"24284"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.eisleben.eu">http://www.eisleben.eu</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Ingelheim_am_Rhein">http://dbpedia.org/resource/Ingelheim_am_Rhein</a>	"24283"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.ingelheim.de/">http://www.ingelheim.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Döbeln">http://dbpedia.org/resource/Döbeln</a>	"24034"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.doebeln.de/">http://www.doebeln.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Markkleeberg">http://dbpedia.org/resource/Markkleeberg</a>	"24030"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.markkleeberg.de/">http://www.markkleeberg.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Freudenstadt">http://dbpedia.org/resource/Freudenstadt</a>	"23942"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.freudenstadt.de/">http://www.freudenstadt.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Warburg">http://dbpedia.org/resource/Warburg</a>	"23688"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.warburg.de">http://www.warburg.de</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Hann._Münden">http://dbpedia.org/resource/Hann._Münden</a>	"23668"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.hann.muenden.de/">http://www.hann.muenden.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Holzminden">http://dbpedia.org/resource/Holzminden</a>	"23502"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.holzminden.de/">http://www.holzminden.de/</a>

# SPARQL на примерах

```
SELECT * WHERE {  
    ?city rdf:type yago:City108524735 ;  
        dbo:country dbr:Germany ;  
        dbo:populationTotal ?population .  
  
    OPTIONAL { ?city foaf:homepage ?homepage }  
  
FILTER (?population > 500000)  
}  
  
ORDER BY DESC(?population)
```

<b>city</b>	<b>population</b>	<b>homepage</b>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Berlin">http://dbpedia.org/resource/Berlin</a>	"3610156"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.berlin.de/en/">http://www.berlin.de/en/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Hamburg">http://dbpedia.org/resource/Hamburg</a>	"1774242"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.hamburg.de/">http://www.hamburg.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Munich">http://dbpedia.org/resource/Munich</a>	"1520408"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.muenchen.de/">http://www.muenchen.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Cologne">http://dbpedia.org/resource/Cologne</a>	"1057327"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.stadt-koeln.de">http://www.stadt-koeln.de</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Frankfurt">http://dbpedia.org/resource/Frankfurt</a>	"731095"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.frankfurt.de/">http://www.frankfurt.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Bochum">http://dbpedia.org/resource/Bochum</a>	"670320"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.bochum.de/">http://www.bochum.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Bremen_(state)">http://dbpedia.org/resource/Bremen_(state)</a>	"661000"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.bremen.de/">http://www.bremen.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Düsseldorf">http://dbpedia.org/resource/Düsseldorf</a>	"653678"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.duesseldorf.de/">http://www.duesseldorf.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Stuttgart">http://dbpedia.org/resource/Stuttgart</a>	"623738"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.stuttgart.de/">http://www.stuttgart.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Essen">http://dbpedia.org/resource/Essen</a>	"589075"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.esSEN.de/">http://www.esSEN.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Dortmund">http://dbpedia.org/resource/Dortmund</a>	"575944"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.dortmund.de/en/">http://www.dortmund.de/en/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Dortmund">http://dbpedia.org/resource/Dortmund</a>	"575944"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.dortmund.de/">http://www.dortmund.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Bremen">http://dbpedia.org/resource/Bremen</a>	"548475"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.bremen.de/">http://www.bremen.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Dresden">http://dbpedia.org/resource/Dresden</a>	"536107"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.dresden.de/">http://www.dresden.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Hanover">http://dbpedia.org/resource/Hanover</a>	"518386"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	<a href="http://www.hannover.de/">http://www.hannover.de/</a>

# SPARQL на примерах

```
SELECT * WHERE {  
    ?city rdf:type yago:City108524735 ;  
        dbo:country dbr:Germany ;  
        dbo:populationTotal ?population ;  
        rdfs:label ?label .  
  
    OPTIONAL { ?city foaf:homepage ?homepage }  
  
    FILTER (?population > 500000)  
}  
  
ORDER BY DESC(?population)
```

city	population	label	homepage
<a href="http://dbpedia.org/resource/Berlin">http://dbpedia.org/resource/Berlin</a>	"3610156"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"Berlin"@en	<a href="http://www.berlin.de/en/">http://www.berlin.de/en/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Berlin">http://dbpedia.org/resource/Berlin</a>	"3610156"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"برلين"@ar	<a href="http://www.berlin.de/en/">http://www.berlin.de/en/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Berlin">http://dbpedia.org/resource/Berlin</a>	"3610156"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"Berlin"@de	<a href="http://www.berlin.de/en/">http://www.berlin.de/en/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Berlin">http://dbpedia.org/resource/Berlin</a>	"3610156"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"Berlin"@es	<a href="http://www.berlin.de/en/">http://www.berlin.de/en/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Berlin">http://dbpedia.org/resource/Berlin</a>	"3610156"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"Berlin"@fr	<a href="http://www.berlin.de/en/">http://www.berlin.de/en/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Berlin">http://dbpedia.org/resource/Berlin</a>	"3610156"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"Berlino"@it	<a href="http://www.berlin.de/en/">http://www.berlin.de/en/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Berlin">http://dbpedia.org/resource/Berlin</a>	"3610156"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"Berlijn"@nl	<a href="http://www.berlin.de/en/">http://www.berlin.de/en/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Berlin">http://dbpedia.org/resource/Berlin</a>	"3610156"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"ベルリン"@ja	<a href="http://www.berlin.de/en/">http://www.berlin.de/en/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Berlin">http://dbpedia.org/resource/Berlin</a>	"3610156"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"Berlin"@pl	<a href="http://www.berlin.de/en/">http://www.berlin.de/en/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Berlin">http://dbpedia.org/resource/Berlin</a>	"3610156"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"Berlim"@pt	<a href="http://www.berlin.de/en/">http://www.berlin.de/en/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Berlin">http://dbpedia.org/resource/Berlin</a>	"3610156"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"Берлин"@ru	<a href="http://www.berlin.de/en/">http://www.berlin.de/en/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Berlin">http://dbpedia.org/resource/Berlin</a>	"3610156"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"柏林"@zh	<a href="http://www.berlin.de/en/">http://www.berlin.de/en/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Hamburg">http://dbpedia.org/resource/Hamburg</a>	"1774242"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"Hamburg"@en	<a href="http://www.hamburg.de/">http://www.hamburg.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Hamburg">http://dbpedia.org/resource/Hamburg</a>	"1774242"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"هامبورغ"@ar	<a href="http://www.hamburg.de/">http://www.hamburg.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Hamburg">http://dbpedia.org/resource/Hamburg</a>	"1774242"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"Hamburg"@de	<a href="http://www.hamburg.de/">http://www.hamburg.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Hamburg">http://dbpedia.org/resource/Hamburg</a>	"1774242"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"Hamburgo"@es	<a href="http://www.hamburg.de/">http://www.hamburg.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Hamburg">http://dbpedia.org/resource/Hamburg</a>	"1774242"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"Hambourg"@fr	<a href="http://www.hamburg.de/">http://www.hamburg.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Hamburg">http://dbpedia.org/resource/Hamburg</a>	"1774242"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"Amburgo"@it	<a href="http://www.hamburg.de/">http://www.hamburg.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Hamburg">http://dbpedia.org/resource/Hamburg</a>	"1774242"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"/\ンブルク"@ja	<a href="http://www.hamburg.de/">http://www.hamburg.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Hamburg">http://dbpedia.org/resource/Hamburg</a>	"1774242"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"Hamburg"@nl	<a href="http://www.hamburg.de/">http://www.hamburg.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Hamburg">http://dbpedia.org/resource/Hamburg</a>	"1774242"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"Hamburg"@pl	<a href="http://www.hamburg.de/">http://www.hamburg.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Hamburg">http://dbpedia.org/resource/Hamburg</a>	"1774242"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"Hamburgo"@pt	<a href="http://www.hamburg.de/">http://www.hamburg.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Hamburg">http://dbpedia.org/resource/Hamburg</a>	"1774242"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"Гамбург"@ru	<a href="http://www.hamburg.de/">http://www.hamburg.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Hamburg">http://dbpedia.org/resource/Hamburg</a>	"1774242"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"汉堡"@zh	<a href="http://www.hamburg.de/">http://www.hamburg.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Munich">http://dbpedia.org/resource/Munich</a>	"1520408"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"Munich"@en	<a href="http://www.muenchen.de/">http://www.muenchen.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Munich">http://dbpedia.org/resource/Munich</a>	"1520408"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"ميونخ"@ar	<a href="http://www.muenchen.de/">http://www.muenchen.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Munich">http://dbpedia.org/resource/Munich</a>	"1520408"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"München"@de	<a href="http://www.muenchen.de/">http://www.muenchen.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Munich">http://dbpedia.org/resource/Munich</a>	"1520408"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"Münich"@es	<a href="http://www.muenchen.de/">http://www.muenchen.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Munich">http://dbpedia.org/resource/Munich</a>	"1520408"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"Munich"@fr	<a href="http://www.muenchen.de/">http://www.muenchen.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Munich">http://dbpedia.org/resource/Munich</a>	"1520408"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger>	"Monaco di Baviera"@it	<a href="http://www.muenchen.de/">http://www.muenchen.de/</a>

# SPARQL на примерах

```
SELECT * WHERE {
```

```
?city rdf:type yago:City108524735 ;
```

```
    dbo:country dbr:Germany ;
```

```
    dbo:populationTotal ?population ;
```

```
rdfs:label ?label .
```

```
OPTIONAL { ?city foaf:homepage ?homepage }
```

```
FILTER (?population > 500000
```

```
&& langmatches(lang(?label), "RU"))
```

```
}
```

```
ORDER BY DESC(?population)
```

<b>city</b>	<b>population</b>	<b>label</b>	<b>homepage</b>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Berlin">http://dbpedia.org/resource/Berlin</a>	"3610156"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	"Берлин"@ru	<a href="http://www.berlin.de/en/">http://www.berlin.de/en/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Hamburg">http://dbpedia.org/resource/Hamburg</a>	"1774242"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	"Гамбург"@ru	<a href="http://www.hamburg.de/">http://www.hamburg.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Munich">http://dbpedia.org/resource/Munich</a>	"1520408"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	"Мюнхен"@ru	<a href="http://www.muenchen.de/">http://www.muenchen.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Cologne">http://dbpedia.org/resource/Cologne</a>	"1057327"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	"Кёльн"@ru	<a href="http://www.stadt-koeln.de">http://www.stadt-koeln.de</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Frankfurt">http://dbpedia.org/resource/Frankfurt</a>	"731095"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	"Франкфурт-на-Майне"@ru	<a href="http://www.frankfurt.de/">http://www.frankfurt.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Bochum">http://dbpedia.org/resource/Bochum</a>	"670320"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	"Бохум"@ru	<a href="http://www.bochum.de/">http://www.bochum.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Bremen_(state)">http://dbpedia.org/resource/Bremen_(state)</a>	"661000"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	"Бремен (земля)"@ru	<a href="http://www.bremen.de/">http://www.bremen.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Düsseldorf">http://dbpedia.org/resource/Düsseldorf</a>	"653678"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	"Дюссельдорф"@ru	<a href="http://www.duesseldorf.de/">http://www.duesseldorf.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Stuttgart">http://dbpedia.org/resource/Stuttgart</a>	"623738"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	"Штутгарт"@ru	<a href="http://www.stuttgart.de/">http://www.stuttgart.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Essen">http://dbpedia.org/resource/Essen</a>	"589075"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	"Эссен"@ru	<a href="http://www.essen.de/">http://www.esSEN.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Dortmund">http://dbpedia.org/resource/Dortmund</a>	"575944"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	"Дортмунд"@ru	<a href="http://www.dortmund.de/en/">http://www.dortmund.de/en/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Dortmund">http://dbpedia.org/resource/Dortmund</a>	"575944"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	"Дортмунд"@ru	<a href="http://www.dortmund.de/">http://www.dortmund.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Bremen">http://dbpedia.org/resource/Bremen</a>	"548475"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	"Бремен"@ru	<a href="http://www.bremen.de/">http://www.bremen.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Dresden">http://dbpedia.org/resource/Dresden</a>	"536107"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	"Дрезден"@ru	<a href="http://www.dresden.de/">http://www.dresden.de/</a>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Hanover">http://dbpedia.org/resource/Hanover</a>	"518386"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >	"Ганновер"@ru	<a href="http://www.hannover.de/">http://www.hannover.de/</a>

# SPARQL на примерах

```
SELECT * WHERE {  
    ?city rdf:type yago:City108524735 ;  
        dbo:country dbr:England ;  
        dbo:populationTotal ?population .  
}  
  
ORDER BY DESC(?population)  
  
LIMIT 10
```

<b>city</b>	<b>population</b>
<a href="http://dbpedia.org/resource/Milton_Keynes">http://dbpedia.org/resource/Milton_Keynes</a>	"229941"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Middlesbrough">http://dbpedia.org/resource/Middlesbrough</a>	"174700"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Huddersfield">http://dbpedia.org/resource/Huddersfield</a>	"162949"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Guildford">http://dbpedia.org/resource/Guildford</a>	"137200"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Maidstone">http://dbpedia.org/resource/Maidstone</a>	"113137"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Basildon">http://dbpedia.org/resource/Basildon</a>	"107123"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Sutton_Coldfield">http://dbpedia.org/resource/Sutton_Coldfield</a>	"95107"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Stockton-on-Tees">http://dbpedia.org/resource/Stockton-on-Tees</a>	"83490"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Wakefield">http://dbpedia.org/resource/Wakefield</a>	"76886"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/South_Shields">http://dbpedia.org/resource/South_Shields</a>	"75337"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >

# SPARQL на примерах

```
SELECT * WHERE {  
  {  
    ?city rdf:type yago:City108524735 ;  
      dbo:country dbr:England ;  
      dbo:populationTotal ?population .  
  } UNION {  
    ?city rdf:type yago:City108524735 ;  
      dbo:country dbr:United_Kingdom ;  
      dbo:populationTotal ?population .  
  }  
}  
ORDER BY DESC(?population)  
LIMIT 10
```

<b>city</b>	<b>population</b>
<a href="http://dbpedia.org/resource/London">http://dbpedia.org/resource/London</a>	"8673713"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Glasgow">http://dbpedia.org/resource/Glasgow</a>	"2178000"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Birmingham">http://dbpedia.org/resource/Birmingham</a>	"1101360"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Bradford">http://dbpedia.org/resource/Bradford</a>	"528155"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Edinburgh">http://dbpedia.org/resource/Edinburgh</a>	"464990"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Teesside">http://dbpedia.org/resource/Teesside</a>	"376633"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Cardiff">http://dbpedia.org/resource/Cardiff</a>	"346100"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Nottingham">http://dbpedia.org/resource/Nottingham</a>	"318900"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/City_of_Sunderland">http://dbpedia.org/resource/City_of_Sunderland</a>	"275300"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Southampton">http://dbpedia.org/resource/Southampton</a>	"253651"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >

# SPARQL на примерах

```
SELECT * WHERE {
```

```
    ?city rdf:type yago:City108524735 ;  
        dbo:populationTotal ?population .
```

```
{ ?city dbo:country dbr:United_Kingdom }
```

```
UNION
```

```
{?city dbo:country dbr:England}
```

```
}
```

```
ORDER BY DESC(?population)
```

```
LIMIT 10
```

<b>city</b>	<b>population</b>
<a href="http://dbpedia.org/resource/London">http://dbpedia.org/resource/London</a>	"8673713"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Glasgow">http://dbpedia.org/resource/Glasgow</a>	"2178000"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Birmingham">http://dbpedia.org/resource/Birmingham</a>	"1101360"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Bradford">http://dbpedia.org/resource/Bradford</a>	"528155"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Edinburgh">http://dbpedia.org/resource/Edinburgh</a>	"464990"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Teesside">http://dbpedia.org/resource/Teesside</a>	"376633"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Cardiff">http://dbpedia.org/resource/Cardiff</a>	"346100"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Nottingham">http://dbpedia.org/resource/Nottingham</a>	"318900"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/City_of_Sunderland">http://dbpedia.org/resource/City_of_Sunderland</a>	"275300"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >
<a href="http://dbpedia.org/resource/Southampton">http://dbpedia.org/resource/Southampton</a>	"253651"^^< <a href="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#nonNegativeInteger</a> >

# SPARQL на примерах

```
ASK WHERE {  
    <http://dbpedia.org/resource/London> dbo:country dbr:England  
}
```

false

# SPARQL на примерах

```
ASK WHERE {
```

```
  <http://dbpedia.org/resource/London> dbo:country dbr:United_Kingdom ;  
    dbo:populationTotal ?population .
```

```
  FILTER (?population > 1000000)
```

```
}
```

true

# SPARQL на примерах

## DESCRIBE <<http://dbpedia.org/resource/Russia>>

This HTML5 document contains 18124 embedded RDF statements represented using HTML+Microdata notation.

The embedded RDF content will be recognized by any processor of HTML5 Microdata.

Prefix	Namespace IRI
n18	<a href="http://dbpedia.org/resource/Mikhaylovsky_District">http://dbpedia.org/resource/Mikhaylovsky_District</a> ,
n82	<a href="http://dbpedia.org/resource/Spassky_District">http://dbpedia.org/resource/Spassky_District</a> ,
n877	<a href="http://dbpedia.org/resource/2006_St">http://dbpedia.org/resource/2006_St</a> .
dbo	<a href="http://dbpedia.org/ontology/">http://dbpedia.org/ontology/</a>
n804	<a href="http://dbpedia.org/resource/2012â13_Chelsea_F.C">http://dbpedia.org/resource/2012â13_Chelsea_F.C</a> .
n148	<a href="http://dbpedia.org/resource/Seymchan_(urban-type_settlement)">http://dbpedia.org/resource/Seymchan_(urban-type_settlement)</a>
n747	<a href="http://dbpedia.org/resource/Magomed_Omarov_(boxer)">http://dbpedia.org/resource/Magomed_Omarov_(boxer)</a>
n880	<a href="http://dbpedia.org/resource/Pavlovka_(meteorite)">http://dbpedia.org/resource/Pavlovka_(meteorite)</a>
n486	<a href="http://dbpedia.org/resource/Ivan_Kupala_(band)">http://dbpedia.org/resource/Ivan_Kupala_(band)</a>
n360	<a href="http://dbpedia.org/resource/Klimovo">http://dbpedia.org/resource/Klimovo</a> ,
n428	<a href="http://dbpedia.org/resource/Petropavlovsky_District">http://dbpedia.org/resource/Petropavlovsky_District</a> ,
n785	<a href="http://dbpedia.org/resource/Umba_River_(Russia)">http://dbpedia.org/resource/Umba_River_(Russia)</a>
n396	<a href="http://dbpedia.org/resource/1992â93_Liverpool_F.C">http://dbpedia.org/resource/1992â93_Liverpool_F.C</a> .
n35	<a href="http://dbpedia.org/resource/Trinity_Lavra_of_St">http://dbpedia.org/resource/Trinity_Lavra_of_St</a> .
n533	<a href="http://dbpedia.org/resource/Malaya_Tsilna">http://dbpedia.org/resource/Malaya_Tsilna</a> ,
n790	<a href="http://dbpedia.org/resource/Sergey_Morozov_(racewalker)">http://dbpedia.org/resource/Sergey_Morozov_(racewalker)</a>
n334	<a href="http://dbpedia.org/resource/Petrovsky_District">http://dbpedia.org/resource/Petrovsky_District</a> ,
n990	<a href="http://dbpedia.org/resource/Zherdevka">http://dbpedia.org/resource/Zherdevka</a> ,
n392	<a href="http://dbpedia.org/resource/Volokonovka,_Volokonovsky_District">http://dbpedia.org/resource/Volokonovka,_Volokonovsky_District</a> ,
n52	<a href="http://dbpedia.org/resource/Red_Room_(comics)">http://dbpedia.org/resource/Red_Room_(comics)</a>
n76	<a href="http://dbpedia.org/resource/Tomtor,_Tattinsky_District">http://dbpedia.org/resource/Tomtor,_Tattinsky_District</a> ,

# SPARQL на примерах

```
DESCRIBE ?city WHERE {  
    ?city dbo:country dbr:United_Kingdom ;  
        dbo:populationTotal ?population .  
    FILTER (?population > 1000000)  
}
```

The embedded RDF content will be recognized by any processor of HTML5 Microdata.

Prefix	Namespace IRI
n584	<a href="http://dbpedia.org/resource/Five_Suns_(album)">http://dbpedia.org/resource/Five_Suns_(album)</a>
n880	<a href="http://dbpedia.org/resource/1984â85_Cardiff_City_F.C.">http://dbpedia.org/resource/1984â85_Cardiff_City_F.C.</a>
n358	<a href="http://dbpedia.org/resource/Wind_of_Change_(album)">http://dbpedia.org/resource/Wind_of_Change_(album)</a>
n260	<a href="http://dbpedia.org/resource/2014â15_Leicester_City_F.C.">http://dbpedia.org/resource/2014â15_Leicester_City_F.C.</a>
n250	<a href="http://dbpedia.org/resource/David_Walsh_(Donegal_Gaelic_footballer)">http://dbpedia.org/resource/David_Walsh_(Donegal_Gaelic_footballer)</a>
n843	<a href="http://dbpedia.org/resource/Rob_Skipper_&amp;">http://dbpedia.org/resource/Rob_Skipper_&amp;</a>
n627	<a href="http://dbpedia.org/resource/2016â17_Motherwell_F.C.">http://dbpedia.org/resource/2016â17_Motherwell_F.C.</a>
n45	<a href="http://dbpedia.org/resource/Oliver_Lyttelton,">http://dbpedia.org/resource/Oliver_Lyttelton,</a>
n525	<a href="http://dbpedia.org/resource/1994â95_Fulham_F.C.">http://dbpedia.org/resource/1994â95_Fulham_F.C.</a>
n351	<a href="http://dbpedia.org/resource/William_Smith_(abolitionist)">http://dbpedia.org/resource/William_Smith_(abolitionist)</a>
n756	<a href="http://dbpedia.org/resource/Discovery_World_(TV_channel)">http://dbpedia.org/resource/Discovery_World_(TV_channel)</a>
n774	<a href="http://dbpedia.org/resource/Hourglass_(Clannad_song)">http://dbpedia.org/resource/Hourglass_(Clannad_song)</a>
n497	<a href="http://dbpedia.org/resource/Joseph_Ward_(VC)">http://dbpedia.org/resource/Joseph_Ward_(VC)</a>
n187	<a href="http://dbpedia.org/resource/International_Federation_of_Shipmasters'">http://dbpedia.org/resource/International_Federation_of_Shipmasters'</a>
n9	<a href="http://dbpedia.org/resource/Beenz.">http://dbpedia.org/resource/Beenz.</a>
n957	<a href="http://dbpedia.org/resource/Michael_Andrews_(artist)">http://dbpedia.org/resource/Michael_Andrews_(artist)</a>
n561	<a href="http://dbpedia.org/resource/Academy_of_Medical_Sciences,">http://dbpedia.org/resource/Academy_of_Medical_Sciences,</a>

# SPARQL на примерах

```
CONSTRUCT {  
    ?city rdf:type <http://example.com/City> ;  
        <http://example.com/inCountry> ?country ;  
        <http://example.com/population> ?population .  
} WHERE {  
    ?city rdf:type yago:City108524735 ;  
        dbo:country dbr:Germany ;  
        dbo:country ?country ;  
        dbo:populationTotal ?population .  
}
```

```
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .  
@prefix ns1: <http://example.com/> .  
<http://dbpedia.org/resource/Freiburg,_Lower_Saxony> rdf:type ns1:City .  
@prefix dbr: <http://dbpedia.org/resource/> .  
<http://dbpedia.org/resource/Freiburg,_Lower_Saxony> ns1:inCountry dbr:Germany .  
@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> .  
<http://dbpedia.org/resource/Freiburg,_Lower_Saxony> ns1:population "1864"^^xsd:nonNegativeInteger .  
<http://dbpedia.org/resource/Horka,_Saxony> rdf:type ns1:City ;  
    ns1:inCountry dbr:Germany ;  
    ns1:population "1984"^^xsd:nonNegativeInteger .  
<http://dbpedia.org/resource/Sosa,_Germany> rdf:type ns1:City ;  
    ns1:inCountry dbr:Germany ;  
    ns1:population "2069"^^xsd:nonNegativeInteger .  
<http://dbpedia.org/resource/G\u00f6ttingen> rdf:type ns1:City ;  
    ns1:inCountry dbr:Germany ;  
    ns1:population "116052"^^xsd:nonNegativeInteger .  
<http://dbpedia.org/resource/Uhry_(K\u00f6nigsutter)> rdf:type ns1:City ;  
    ns1:inCountry dbr:Germany ;  
    ns1:population "300"^^xsd:nonNegativeInteger .  
dbr:Suurhusen rdf:type ns1:City ;  
    ns1:inCountry dbr:Germany ;  
    ns1:population "1200"^^xsd:nonNegativeInteger .  
dbr:Bramstedt rdf:type ns1:City ;  
    ns1:inCountry dbr:Germany ;  
    ns1:population "1892"^^xsd:nonNegativeInteger .  
dbr:Freital rdf:type ns1:City ;  
    ns1:inCountry dbr:Germany ;  
    ns1:population "39267"^^xsd:nonNegativeInteger .  
<http://dbpedia.org/resource/Grevesm\u00fchlen> rdf:type ns1:City ;  
    ns1:inCountry dbr:Germany ;  
    ns1:population "10945"^^xsd:nonNegativeInteger .
```

# Агрегатные функции

- Агрегатные функции были введены в SPARQL 1.1<sup>1</sup>
- Похожи на агрегатные функции из SQL: min, max, avg, sum, count и другие

<sup>1</sup> <http://www.w3.org/TR/sparql11-query/>

# Агрегатные функции

```
:John :age 32 .  
:John :gender :male .  
:Tim :age 20.  
:Tim :gender :male.  
:Jane :gender :female.  
:Jane :age 23.
```

```
SELECT avg(?age) WHERE {?person :age ?age}  
--> 25
```

```
SELECT ?gender min(?age) { ?person :age ?age. ?person :gender ?gender}  
GROUP BY ?gender
```

```
--> :male 20  
--> :female 23
```

# Запросы о структуре датасета

- Список всех классов

```
SELECT DISTINCT ?class WHERE { ?x a ?class }
```

- Список всех предикатов

```
SELECT DISTINCT ?pred WHERE {?x ?pred ?y}
```

- Все классы, к которым относиться ресурс

```
SELECT ?class WHERE { <...> a ?class }
```

# Логический вывод и SPARQL

- Логический вывод (Reasoning) не является функцией SPARQL
- Но частично он может быть симулирован с помощью SPARQL

# Property Paths<sup>1</sup>

- Специальный синтаксис для работы с предикатами
- Является...
  - “синтаксическим сахаром”
  - и способом навигации по графу

<sup>1</sup> <http://www.w3.org/TR/sparql11-query/#propertypaths>

# Property Paths

- Альтернативные предикаты

```
SELECT * WHERE { :book1 dc:title | rdfs:title ?nameofBook }
```

# Property Paths

- Последовательность предикатов

Найти имена всех, кого знает Alice.

```
SELECT ?name WHERE {  
    ?x foaf:mbox <mailto:alice@example> .  
    ?x foaf:knows/foaf:name ?name .  
}
```

# Property Paths

- Последовательность предикатов

Найти имена всех людей, кого знают люди, известные Alice.

```
SELECT ?name WHERE {  
    ?x foaf:mbox <mailto:alice@example> .  
    ?x foaf:knows/foaf:knows/foaf:name ?name .  
}
```

# Property Paths

## ■ Последовательность предикатов

Найти имена всех людей, кого знают люди, известные Alice. Без использования Property Paths:

```
SELECT ?x ?name
{
  ?x foaf:mbox <mailto:alice@example> .
  ?x foaf:knows ?a1 .
  ?a1 foaf:knows ?a2 .
  ?a2 foaf:name ?name .
}
```

# Property Paths

- Последовательность предикатов

Найти имена всех людей, которые связаны с Alice через одно или несколько “рукопожатий”.

```
SELECT * WHERE {  
?x foaf:mbox <mailto:alice@example> .  
?x foaf:knows+/foaf:name ?name .  
}
```

# Property Paths

- Пример симуляции reasoning'a

Найти все классы, к которым принадлежит ресурс.

```
SELECT * WHERE {  
  :thing rdf:type/rdfs:subClassOf* ?type  
}
```

$^{\wedge}$ elt	Инверсивный путь (от объекта к субъекту).
(elt)	Групповой путь, скобки иллюстрируют приоритет.
elt1 / elt2	Путь последовательности elt1, за которым следует elt2
elt1 $\wedge$ elt2	Сокращение для elt1 / $\wedge$ elt2, то есть elt1, за которым следует инверсия elt2.
elt1   elt2	Альтернативный путь для elt1 или elt2 (все возможные варианты).
elt*	Путь для нуля или большего числа вхождений elt.
elt+	Путь для одного или большего числа вхождений elt.
elt?	Путь для нуля или одного вхождения elt.
elt{ <i>n,m</i> }	Путь от <i>n</i> до <i>m</i> вхождений elt.
elt{ <i>n</i> }	Ровно <i>n</i> вхождений elt.
elt{ <i>n,</i> }	<i>n</i> и более вхождений elt.
elt{, <i>n</i> }	От 0 до <i>n</i> вхождений elt.

# Федеративный SPARQL

# Часть стандарта SPARQL 1.1

- Поддерживается всеми RDF хранилищами соответствующие стандарту SPARQL 1.1
- Существует специализированное ПО для федеративного SPARQL

W3C Recommendation



SPARQL 1.1 Federated Query  
W3C Recommendation 21 March 2013

**This version:**

<http://www.w3.org/TR/2013/REC-sparql11-federated-query-20130321/>

**Latest version:**

<http://www.w3.org/TR/sparql11-federated-query/>

**Previous version:**

<http://www.w3.org/TR/2012/PR-sparql11-federated-query-20121108/>

**Editors:**

Eric Prud'hommeaux, W3C [eric@w3.org](mailto:eric@w3.org)

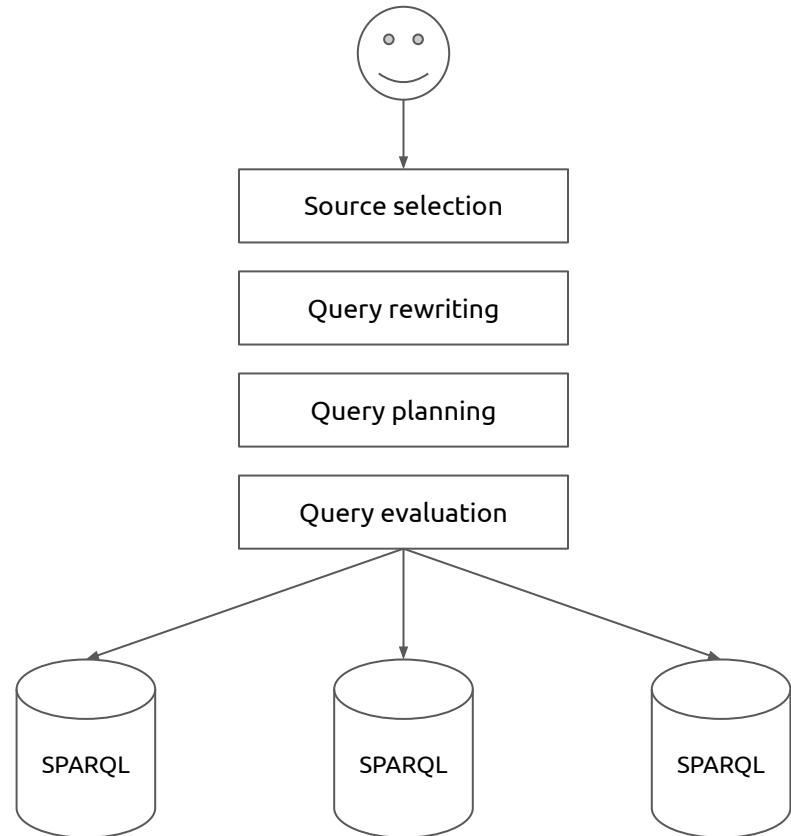
Carlos Buil-Aranda, Ontology Engineering Group, UPM, Spain; currently

**Contributors:**

<https://www.w3.org/TR/sparql11-federated-query>

# Алгоритм работы

- выбирает куда отправлять запрос,
- переписывает запрос под каждый источник,
- устанавливает порядок выполнения подзапросов,
- объединяет результаты.



# Шаг: Source selection

- каталог структурированных описаний
  - Service descriptions,
  - VoID.
- результаты sampling-запросов
  - 14% VoID,
  - 25% Service descriptions,
  - ASK запросы на BGP.

W3C Interest Group Note



Describing Linked Datasets with the VoID Vocabulary  
W3C Interest Group Note 03 March 2011

This version:  
<http://www.w3.org/TR/2011/NOTE-void-20110303/>

Latest version:  
<http://www.w3.org/TR/void/>

Authors:  
[Keith Alexander](#) (Talis)  
[Richard Cyganiak](#) (DERI, National University of Ireland, Galway)  
[Michael Hausenblas](#) (DERI, National University of Ireland, Galway)  
[Jun Zhao](#) (University of Oxford)

# Hack: SQL запрос внутри федеративного SPARQL

```
SELECT ?locationId (?orderDate AS ?date) ?numOrders ?numPeople (?numOrders / ?numPeople AS ?peopleToOrdersRate) {
  SERVICE <http://104.155.121.206:5000/sparql-to-sql> [
    [
      <urn:sparql-to-sql:queryTemplate> """
        SELECT location_id AS locationId, DATE(order_closed) AS orderDate, COUNT(order_number) AS numOrders
        FROM orders
        WHERE order_closed > :start_date AND order_closed < :end_date
        GROUP BY location_id, DATE(order_closed)
      """ ;
      <urn:sparql-to-sql:parameters> [
        <urn:param:start_date> "2019-01-01T00:00:00+03:00"^^xsd:dateTime ;
        <urn:param:end_date> "2019-02-01T23:59:59+03:00"^^xsd:dateTime
      ] ;
      <urn:sparql-to-sql:projection> ?locationId, ?orderDate, ?numOrders
    ]
  ]

  hint:Prior hint:runFirst true .

  ?obsUri a qb:Observation ;
    qb:dataSet wvri:peoplecountstats ;
    sdmx-dimension:refTime ?obsDate ;
    pcs:refPoS/schema:identifier ?locationId ;
    pcs:measure-peopleamount ?numPeople .

  FILTER(?obsDate = ?orderDate)
}
```

# Расширения RDF и SPARQL

# Стандарт RDB to RDF Mapping Language (R2RML)

- декларативный маппинг в формате Turtle
- таблица.столбец -> RDF трипл
- SQL запрос -> RDF трипл

W3C Recommendation



R2RML: RDB to RDF Mapping Language

W3C Recommendation 27 September 2012

**This version:**

<http://www.w3.org/TR/2012/REC-r2rml-20120927/>

**Latest version:**

<http://www.w3.org/TR/r2rml/>

**Previous version:**

<http://www.w3.org/TR/2012/PR-r2rml-20120814/>

**Editors:**

Souripriya Das, Oracle

Seema Sundara, Oracle

Richard Cyganiak, DERI, National University of Ireland, Galway

# RDF\* and SPARQL\*-аннотирование утверждений RDF

- Альтернатива RDF reification
- Непосредственно содержит триплет как субъект или объект
- <https://blog.liu.se/olafhartig/2019/01/10/position-statement-rdf-star-and-sparql-star/>
- <https://github.com/RDFstar/RDFstarTools>

```
<<:bob foaf:age 23>> ex:certainty 0.9 .
```

```
SELECT ?p ?a ?c WHERE {  
  <<?p foaf:age ?a>> ex:certainty ?c .  
}
```

<https://www.w3.org/TR/r2rml/>

# Стандарт SHACL

- декларативный язык для описания и валидации RDF данных,
- дополняет RDFS и OWL тем что позволяет описывать классы как сущности,
- демо: <https://shacl.org/playground>

## Shapes Constraint Language (SHACL)

W3C Recommendation 20 July 2017



**This version:**

<https://www.w3.org/TR/2017/REC-shacl-20170720/>

**Latest published version:**

<https://www.w3.org/TR/shacl/>

**Latest editor's draft:**

<https://w3c.github.io/data-shapes/shacl/>

**Implementation report:**

<https://w3c.github.io/data-shapes/data-shapes-test-suite/>

**Previous version:**

<https://www.w3.org/TR/2017/PR-shacl-20170608/>

**Editors:**

Holger Knublauch, [TopQuadrant, Inc.](#)

Dimitris Kontokostas, [University of Leipzig](#)

**Repository:**

[GitHub](#)

[Issues](#)

**Test Suite:**

[SHACL Test Suite](#)

<https://www.w3.org/TR/shacl/>

# RDF Mapping Language

- расширение R2RML с поддержкой дополнительных типов источников
- CSV, XML, и т.д.
- Web API, SPARQL

<https://rml.io/specs/rml/>

## RDF Mapping Language (RML)

Unofficial Draft 17 September 2014

### Editors:

Anastasia Dimou ([Ghent University - iMinds - Multimedia Lab](#))

Miel Vander Sande ([Ghent University - iMinds - Multimedia Lab](#))

Copyright © 2019, Ghent University - iMinds - Multimedia Lab

### Abstract

This document describes RML, a generic mapping language, based on and extending [[R2RML](#)]. The RDF Mapping language (RML) is a mapping language defined to express customized mapping rules from heterogeneous data structures and serializations to the RDF [[RDF-CONCEPTS](#)] data model.

# SHACL: Пример

Data Graph

```
ex:Alice
  a ex:Person ;
  ex:ssn "987-65-432A" .

ex:Bob
  a ex:Person ;
  ex:ssn "123-45-6789" ;
  ex:ssn "124-35-6789" .

ex:Calvin
  a ex:Person ;
  ex:birthDate "1971-07-07"^^xsd:date ;
  ex:worksFor ex:UntypedCompany .
```

Shapes Graph

```
ex:PersonShape
  a sh:NodeShape ;
  sh:targetClass ex:Person ;      # Applies to Person
  sh:property [
    sh:path ex:ssn ;            # constraint
    sh:maxCount 1 ;
    sh:datatype xsd:string ;
    sh:pattern "^\\d{3}-\\d{2}-\\d{4}$" ;
  ] ;
  sh:property [                  # _:b2
    sh:path ex:worksFor ;
    sh:class ex:Company ;
    sh:nodeKind sh:IRI ;
  ] ;
  sh:closed true ;
  sh:ignoredProperties ( rdf:type ) .
```

# Стандарт GeoSPARQL

- отдельный стандарт с расширениями для SPARQL,
- форматы для указания координат,
- доп. функции



About ▾ Standards ▾ Innovation ▾ N

## GeoSPARQL - A Geographic Query Language for RDF Data

### 1) Overview

### 2) Downloads

### 3) Related News

### 1) Overview

The OGC GeoSPARQL standard supports representing and querying geospatial data on the Semantic Web. GeoSPARQL defines a vocabulary for representing geospatial data in RDF, and it defines an extension to the SPARQL query language for processing geospatial data. In addition, GeoSPARQL is designed to accommodate systems based on qualitative spatial reasoning and systems based on quantitative spatial computations.

### 2) Downloads

Version	Document Title (click to download)	Document #	Type
1.0	<a href="#">OGC GeoSPARQL - A Geographic Query Language for RDF Data</a>	11-052r4	IS

<https://www.ogc.org/standards/geosparql>

# Стандарт RDF 1.1 N-Quads

- N-Quads - это последовательности терминов RDF, представляющих субъект, предикат, объект и метку графа RDF Triple,
- Граф в данном случае также является частью датасета.

W3C Recommendation



## RDF 1.1 N-Quads

A line-based syntax for RDF datasets

W3C Recommendation 25 February 2014

This version:

<http://www.w3.org/TR/2014/REC-n-quads-20140225/>

Latest published version:

<http://www.w3.org/TR/n-quads/>

Test suite:

<http://www.w3.org/TR/2014/NOTE-rdf11-testcases-20140225/>

Implementation report:

<http://www.w3.org/2013/N-QuadsReports/index.html>

Previous version:

<http://www.w3.org/TR/2014/PR-n-quads-20140109/>

Editor:

Gavin Carothers, [Lex Machina, Inc](#)

Please check the [errata](#) for any errors or issues reported since publication.

The English version of this specification is the only normative version. Non-normative [translations](#) may also be available.

Copyright © 2012-2014 W3C® (MIT, ERCIM, Keio, Beihang), All Rights Reserved. W3C [liability](#), [trademark](#) and [document use](#) rules apply.

## Abstract

N-Quads is a line-based, plain text format for encoding an RDF dataset.

<https://www.w3.org/TR/n-quads/>

# Краткий обзор RDF хранилищ

# Триплсторы

Список некоторых популярных триплсторов:

- OpenLink Virtuoso, <http://virtuoso.openlinksw.com/>
- Fuseki, <http://jena.apache.org/>
- Sesame, <http://rdf4j.org/>
- Stardog, <http://stardog.com/>
- Blazegraph, <http://blazegraph.com/>

# RDF хранилища с открытым исходным кодом

- Apache Fuseki
- Eclipse RDF4J
- Blazegraph
  - до пары миллиардов триплов
  - скорость записи падает с кол-вом триплов
- Halyard
  - Apache HBase
- Openlink Virtuoso Open Source
  - бесплатная версия

# Коммерческие RDF хранилища

*Сравнивать и оценивать любой класс/тип СУБД дело непростое, поэтому это только поверхностный обзор.*

Название	LPG	Full-text поиск	Вирт. графы	GeoSPARQL	Reasoning
Ontotext GraphDB	Нет	Да	Нет	Да	Да
Stardog	Нет	Да	Да	Да	Да
Amazon Neptune	Да	Нет	Нет	Нет	Нет
AllegroGraph	Нет	Да	Нет	Нет (?)	Да

В это обзоре не упомянуты: MarkLogic Database, AnzoGraph DB.

# Практическое задание 1

- Выполнить поиск для РФ и США в сервисах dbpedia и wikidata следующей информации:
  - Население страны;
  - Количество городов/районов/областей;
  - Общая площадь;

# Практическое задание 2

- Зарегистрироваться в сервисе <https://ontodia.org>
- Продолжение задания после 3\_2

# Практическое задание 3\_1

- Построить онтологическую модель любой предметной области, состоящей из не менее 8 классов, 6 отношений (Object Properties) и 10 атрибутов (Data Properties). Обязательно использовать одно или несколько свойств связей (инверсия, транзитивность и т.п.)
- Наполнить онтологическую модель экземплярами и определить связи
- Выполнить Ризонинг для построения новых связей на основе свойств связей.

# **Практическое задание 3\_2**

- Загрузить построенную онтологическую модель, наполненную экземплярами и связями в сервис `ontodia`;
- Проверить корректность модели в визуальном редакторе;
- Загрузить построенную модель в сервис `VOWL`.

# Практическое задание 4\_1

- Необходимо построить запросы и проверить их работу. (<http://dbpedia.org/sparql>). Для РФ и США:
  - Население(dbo:populationTotal);
  - Количество городов/районов/областей (dbo:PopulatedPlace);
  - Общая площадь (dbo:areaTotal)
  - Список городов с населением свыше 1 млн (опционально)

# Практическое задание 4\_2

- Необходимо построить запросы и проверить их работу. (<https://query.wikidata.org> ). Сначала приводится пример, а затем абсолютно аналогичное задание.
  - Список всех нефтяных месторождений
    - Список моделей бренда BMW
  - Изображения всех котов в wikidata
    - Изображения всех собак в wikidata

# Список всех нефтяных месторождений

```
SELECT ?item ?itemLabel
```

```
WHERE
```

```
{
```

```
?item wdt:P31 wd:Q211748.
```

```
SERVICE wikibase:label { bd:serviceParam wikibase:language  
"[AUTO_LANGUAGE],en". }
```

```
}
```

```
ORDER BY ?itemLabel
```

# **Список моделей под брендом BMW**

Структуру запроса можно взять из предыдущего слайда.  
Принципиальные отличия:

wdt:P1716 - это свойство brand.

wd:Q796364 - BMW

# Изображения всех котов

```
#defaultView:ImageGrid
```

```
SELECT ?item ?itemLabel ?pic
```

```
WHERE
```

```
{
```

```
?item wdt:P31 wd:Q146 .
```

```
?item wdt:P18 ?pic
```

```
SERVICE wikibase:label { bd:serviceParam wikibase:language  
"[AUTO_LANGUAGE],en" }
```

```
}
```

# Изображения всех собак

Структуру запроса можно взять из предыдущего слайда.  
Принципиальное отличие:

Собака в wikidata имеет URI **Q144**