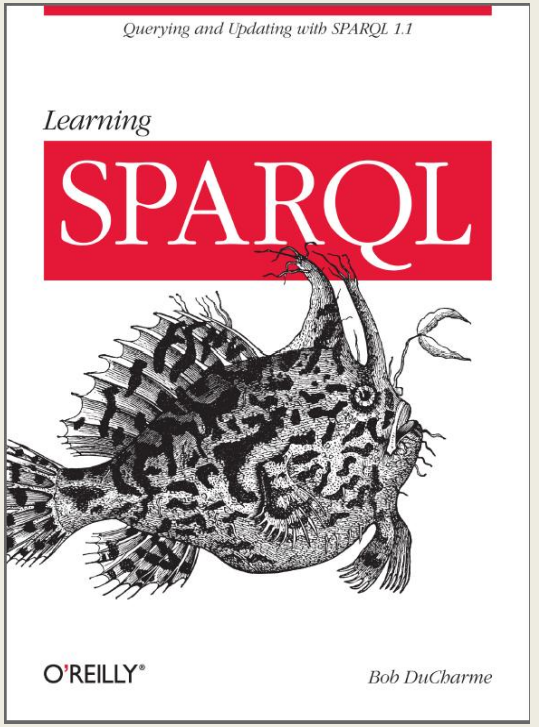
# ОСНОВЫ SPARQL

# Интеграция данных

# SPARQL

**SPARQL – SPARQL Protocol And RDF Query Language**
Описывается спецификациями комитета W3C.

**Язык запросов SPARQL для RDF хранилищ данных**




**Рекомендация W3C, 15 января 2008**
Текущая версия:
http://www.w3.org/TR/2008/REC-rdf-sparql-query-20080115/
Последняя версия:
http://www.w3.org/TR/rdf-sparql11-query/

**Хранение информации является важнейшей составляющей современных информационных технологий**

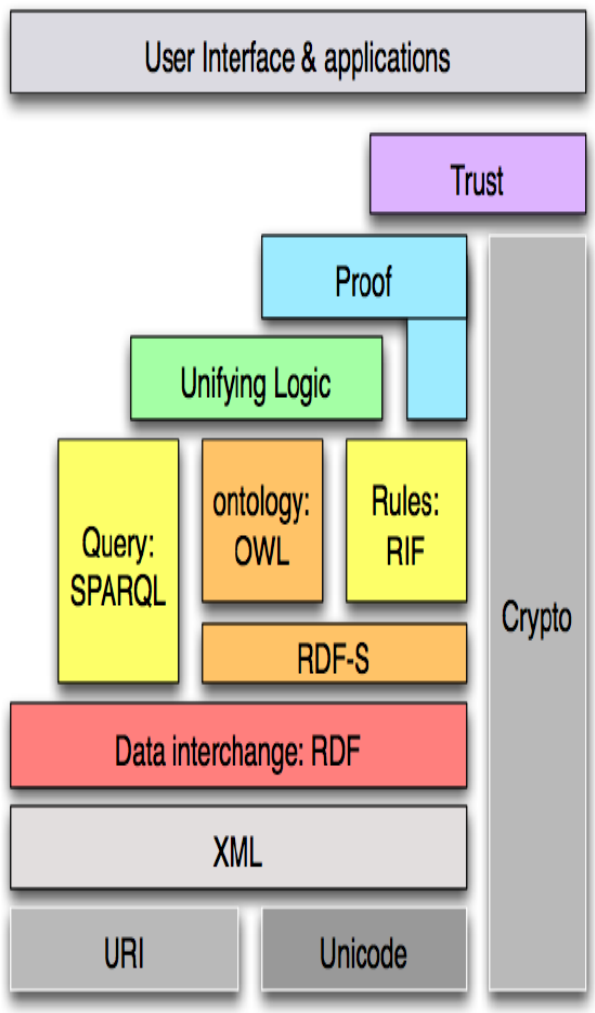
# SPARQL

**(65 стр., © Губин А.Н., Филиппов Ф.В.**
**© ФГОБУВПО СПб ГУТ**
**им.проф. М.А. Бонч-Бруевича**



**Хранение информации** является важнейшей составляющей **современных информационных технологий**

# SPARQL




Модификаторы содержания результатов SPARQL - запросов

1) **OPTIONAL** — обозначает необязательный шаблон (триплет).
2) **UNION** — позволяет объединять результаты различных шаблонов.
3) **REDUCED** — сокращает количество результатов.
4) **DISTINCT** — обеспечивает уникальность решений в ответе на запрос.
5) **ORDER BY** — позволяет отсортировать результаты.
6) **LIMIT** — задает максимальное количество выводимых результатов.
7) **FILTER** — позволяет выделить в результате интересующие данные.
8) **OFFSET** — опускает в результате первые n решений.

# SPARQL

W3C SPARQL

СПб ГУТ)))

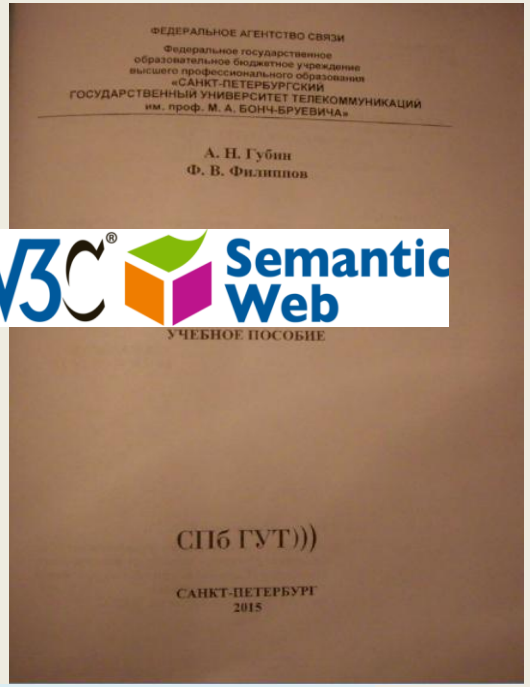
## Системы хранения данных

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

(65 стр., © Губин А.Н., Филиппов Ф.В.
© ФГОБУВПО СПб ГУТ
им.проф. М.А. Бонч-Бруевича








http://www.sut.ru/

ции является важнейшей составляющей
к информационных технологий

# SPARQL

**FILTER(condition)**

**Внутри круглых скобок помещается любое выражение логического типа**

**Пользователю предоставляются только те результаты, при которых логическое выражение принимает значение true.**

# SPARQL

## Область действия фильтров

Ограничение, выраженное с помощью использования ключевого слова FILTER, накладывает определенные рамки на решения. Действие ограничения распространяется на всю группу, в которой присутствует фильтр.

```
{ ?x foaf:name ?name .
 ?x foaf:mbox ?mbox .
FILTER regex(?name,
"Smith") }
```

```
{  FILTER regex(?name,
"Smith") ?x foaf:name ?name.
?x foaf:mbox ?mbox .  }
```

```
{  ?x foaf:name ?name .
FILTER regex(?name, "Smith")
?x foaf:mbox ?mbox . }
```

Все шаблоны приводят к одинаковым решениям:

# SPARQL

| Вид операции | Функции и операторы | Пример |
|---|---|---|
| **Logical & Comparisons** | !, &&, \|\|, =, !=, <, <=, >, >=, IN, NOT IN | ?hasPermit \|\| ?age < 25 |
| **Conditionals** *(SPARQL 1.1)* | EXISTS, NOT EXISTS, IF, COALESCE | NOT EXISTS { ?p foaf:mbox ?email } |
| **Math** | +, -, *, /, abs, round, ceil, floor, RAND | ?decimal * 10 > ?minPercent |
| **Strings** *(SPARQL 1.1)* | STRLEN, SUBSTR, UCASE, LCASE, STRSTARTS, CONCAT, STRENDS, CONTAINS, STRBEFORE, STRAFTER | STRLEN(?description) < 255 |

# SPARQL

| Вид операции | Функции и операторы | Пример |
|---|---|---|
| Date/time<br>*(SPARQL 1.1)* | now, year, month, day,<br>hours, minutes, seconds,<br>timezone, tz | month(now()) < 4 |
| SPARQL tests | isURI, isBlank,<br>isLiteral, isNumeric, bound | isURI(?person) \|\|<br>!bound(?person) |
| Constructors<br>*(SPARQL 1.1)* | URI, BNODE, STRDT,<br>STRLANG, UUID, STRUUID | STRLANG(?text, “en”)<br>= “hello”@en |
| Accessors | str, lang, datatype | lang(?title) = “en” |

# SPARQL

| Вид операции | Функции и операторы | Пример |
|---|---|---|
| Hashing *(1.1)* | MD5, SHA1, SHA256, SHA512 | BIND(SHA256(?email) AS ?hash) |
| Miscellaneous | isURI, isBlank, isLiteral, isNumeric, bound | regex(?ssn, "\\d{3}-\\d{2}-\\d{4}") |

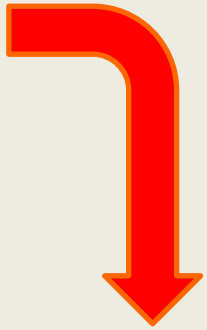
# SPARQL

В выражениях можно использовать операции отношения: равно (**"="**), **не равно ("!="), больше (">"), меньше ("<"), больше или равно (">="), меньше или равно ("<="), а также логические операции: И ("&&"), ИЛИ ("||") и НЕ ("!").**

Для числовых литералов определены также одноместные арифметические операции: плюс (**"+") и минус ("-"), а также двуместные арифметические операции: сложение ("+"), вычитание ("-"), умножение ("*") и деление ("/").**

# SPARQL

**В языке SPARQL определены встроенные функции следующих типов: (используются при конструировании фильтров)**

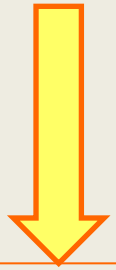


1. функции проверки;
2. функция преобразования;
3. функция определения типа данных;
4. языковые функции;
5. функции выполнения логических операций;
6. функция поиска с использованием регулярного выражения.

# SPARQL

К **функциям проверки относятся :**
**bound(),**
**isIRI(),**
**isURI(),**
**isBlank(),**
**isLiteral(),**
**RDFterm-equal(),**
**sameTerm().**

**Функция**
**bound(*переменная*)**



***проверяет, является ли переменная, заданная в качестве аргумента функции, связанной. Если это условие выполняется, функция возвращает true, иначе возвращает false.***

# SPARQL

Данные:

```
@prefix foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/> .
 @prefix dc:<http://purl.org/dc/elements/1.1/> .
 @prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> .

 _:a foaf:givenName "Alice".

_:b foaf:givenName "Bob" .
_:b dc:date "2005-04-04T04:04:04Z"^^xsd:dateTime .
```

```
SELECT ?givenName
WHERE
{
?x foaf:givenName ?givenName .
OPTIONAL
{ ?x dc:date ?date } .
 FILTER ( bound(?date) )
}
```

| givenName |
| --- |
| "Bob" |

# SPARQL

Данные:

```
@prefix foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/> .
 @prefix dc:<http://purl.org/dc/elements/1.1/> .
 @prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> .

 _:a foaf:givenName "Alice".

_:b foaf:givenName "Bob" .
_:b dc:date "2005-04-04T04:04:04Z"^^xsd:dateTime .
```

```
SELECT ?givenName
WHERE
{
?x foaf:givenName ?givenName .
OPTIONAL
{ ?x dc:date ?date } .
 FILTER ( !bound(?date) )
}
```

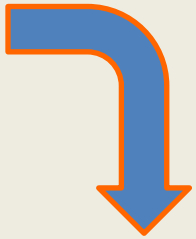
| givenName |
| --- |
| "Alice" |

Этот запрос выбирает людей с name, но без date:

# SPARQL

**Функции**

**isIRI(*аргумент*)**
**isURI(*аргумент*)**

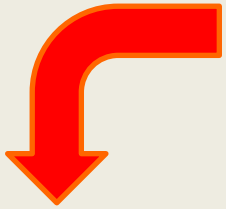


***Проверяют, является ли аргумент IRI(URI). Если это условие выполняется, функция возвращает true, иначе возвращает false.***
***В качестве аргумента могут быть заданы :***
***IRI(URI),***
***литерал,***
***переменная,***
***пустой узел.***

# SPARQL

```
@prefix foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/> .
_:a foaf:name "Alice".
_:a foaf:mbox <mailto:alice@work.example> .
_:b foaf:name "Bob" .
_:b foaf:mbox "bob@work.example" .
```

```
PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>
SELECT ?name ?mbox
WHERE
 {
?x foaf:name ?name ;
foaf:mbox ?mbox .
FILTER isIRI(?mbox)
}
```



| name | mbox |
|---|---|
| "Alice" | <mailto:alice@work.example> |

# SPARQL

**Функция**
**isBlank(*аргумент*)**

***проверяет, является ли аргумент пустым узлом.***

***Если это условие выполняется, функция возвращает true, иначе возвращает false.***

***В качестве аргумента могут быть заданы IRI(URI), литерал, переменная или пустой узел.***

# SPARQL

```
@prefix a: <http://www.w3.org/2000/10/annotation-ns#> .
@prefix dc: <http://purl.org/dc/elements/1.1/> .
@prefix foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/> .

_:a a:annotates <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/> .
_:a dc:creator "Alice B. Toeclips" .
_:b a:annotates <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/> .
_:b dc:creator _:c .
_:c foaf:given "Bob".
_:c foaf:family "Smith".
```

```
SELECT ?given ?family
WHERE
{
?annot a:annotates <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/> .
?annot dc:creator ?c .
OPTIONAL { ?c foaf:given ?given ; foaf:family ?family } .
FILTER isBlank(?c)
```

| given | family |
|---|---|
| "Bob" | "Smith" |

# SPARQL

Функция isLiteral(*аргумент)*

проверяет, является ли аргумент литералом.
Если это условие выполняется, функция возвращает true, иначе возвращает false.
В качестве аргумента могут быть заданы
IRI(URI),
литерал,
переменная,
пустой узел.

# SPARQL

```
@prefix foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/> .

 _:a foaf:name "Alice".
 _:a foaf:mbox <mailto:alice@work.example> .
_:b foaf:name "Bob" .
 _:b foaf:mbox "bob@work.example" .
```

```
SELECT ?name ?mbox
WHERE
{
?x foaf:name ?name ;
 foaf:mbox ?mbox .
 FILTER isLiteral(?mbox)
}
```

| name | mbox |
|---|---|
| "Bob" | "bob@work.example" |

# SPARQL

Функция str(аргумент)

возвращает строковое представление аргумента.
В качестве аргумента могут быть заданы
литерал,
переменная,
IRI(URI).

# SPARQL

```
@prefix foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>
. _:a foaf:name "Alice".
 _:a foaf:mbox <mailto:alice@work.example> .
 _:b foaf:name "Bob" .
 _:b foaf:mbox <mailto:bob@home.example> .
```

Этот запрос выбирает набор людей, которые используют свой адрес work.example в своем профиле foaf:

```
PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>
SELECT ?name ?mbox
 WHERE
 {
 ?x foaf:name ?name ;
  foaf:mbox ?mbox .
  FILTER regex(str(?mbox),
"@work.example")
}
```

| name | mbox |
|---|---|
| "Alice" | <mailto:alice@work.example> |

# SPARQL

Функция lang(аргумент)

Возвращает тег языка (language tag) для ltrl при наличии такового.
Если тег языка для ltrl отсутствует, возвращается ""

# SPARQL

```
@prefix foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/> .
_:a foaf:name "Robert"@EN.
 _:a foaf:name "Roberto"@ES.
 _:a foaf:mbox <mailto:bob@work.example> .
```

```
PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>
SELECT ?name ?mbox
 WHERE
 {
 ?x foaf:name ?name ;
 foaf:mbox ?mbox .
 FILTER ( lang(?name) = "ES" )
}
```

| name | mbox |
|---|---|
| "Roberto"@ES | <mailto:bob@work.example> |

# SPARQL

Функция **datatype(аргумент)**

Возвращает datatype IRI для typedLit; возвращает xsd:string, если параметр является простым (simple) литералом.

# SPARQL

```
@prefix foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/> .
@prefix eg: <http://biometrics.example/ns#> .
@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
. _:a foaf:name "Alice".
_:a eg:shoeSize "9.5"^^xsd:float .
 _:b foaf:name "Bob".
 _:b eg:shoeSize "42"^^xsd:integer .
```

Этот запрос находит foaf:name и foaf:shoeSize всех, у кого размер обуви (shoeSize) является целым числом:

```
PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX eg: <http://biometrics.example/ns#>
SELECT ?name ?shoeSize
 WHERE
{
?x foaf:name ?name ;
eg:shoeSize ?shoeSize .
FILTER ( datatype(?shoeSize) = xsd:integer )
 }
```

| name | shoeSize |
|---|---|
| "Bob" | 42 |

# SPARQL

Функция RDFterm-equal(*аргумент-1, аргумент-2)*

Возвращает *возвращает true, если оба аргумента являются эквивалентными, иначе возвращает false.*
*В качестве аргументов могут быть заданы*
*литерал,*
*переменная,*
*пустой узел,*
*IRI(URI).*
*Два литерала являются эквивалентными при выполнении следующих условий: они посимвольно равны; у обоих либо есть, либо нет меток языков; если метки языков есть, то они одинаковые; у обоих либо есть, либо нет типов данных.*
*Два пустых узла считаются эквивалентными, если они указывают на один и тот же узел.*
*Два IRI(URI) считаются эквивалентными, если они посимвольно равны.*

# SPARQL

```
@prefix foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/> .
_:a foaf:name "Alice".
_:a foaf:mbox <mailto:alice@work.example> .
_:b foaf:name "Ms A.".
_:b foaf:mbox <mailto:alice@work.example> .
```

```
PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>
SELECT ?name1 ?name2
WHERE
{
?x foaf:name ?name1 ;
foaf:mbox ?mbox1 .
 ?y foaf:name ?name2 ;
foaf:mbox ?mbox2 .
FILTER (?mbox1 = ?mbox2 && ?name1 != ?name2)
}
```

| name1 | name2 |
|---|---|
| "Alice" | "Ms A." |
| "Ms A." | "Alice" |

# SPARQL

Функция **datatype(аргумент)**

Возвращает datatype IRI для typedLit; возвращает xsd:string, если параметр является простым (simple) литералом.

# SPARQL

# SPARQL

*проверяет, является ли аргумент литералом. Если это условие выполняется, функция возвращает true, иначе возвращает false. В качестве аргумента могут быть заданы IRI(URI), литерал, переменная или пустой узел.*

Функция RDFterm-equal(*аргумент-1, аргумент-2) возвращает true, если оба аргумента являются эквивалентными, иначе возвращает false. В качестве аргументов могут быть заданы литерал, переменная, пустой узел или IRI(URI). Два литерала являются эквивалентными при выполнении следующих условий: они посимвольно равны; у обоих либо есть, либо нет меток языков; если метки языков есть, то они одинаковые; у обоих либо есть, либо нет типов данных. Два пустых узла считаются эквивалентными, если они указывают на один и тот же узел. Два IRI(URI) считаются эквивалентными, если они посимвольно равны.*

# SPARQL

Функция sameTerm(*аргумент-1, аргумент-2) возвращает true, если оба аргумента являются одним и тем же данным, иначе возвращает false. В качестве аргументов могут быть заданы литерал, переменная, пустой узел или IRI(URI).*
Функция преобразования str(*аргумент) возвращает строковое представление аргумента. В качестве аргумента могут быть заданы литерал, переменная или IRI(URI).*
Функция определения типа datatype(*аргумент) возвращает уточненный тип данных схемы XML для аргумента. Если аргумент задает простое (нетипизированное) данное, возвращается тип данных xsd:string. В качестве аргумента могут быть заданы простой или типизированный литерал, а также переменная.*

# SPARQL

К языковым функциям относятся функции lang() и langMatches().
Функция lang(аргумент) возвращает строку кода языка аргумента. Если код языка для аргумента не задан, возвращается пустая строка. В качестве аргумента могут быть заданы литерал или переменная.

# SPARQL

Функция langMatches(*метка-языка, диапазон-меток) возвращает true, если метка-языка входит в диапазон-меток, заданный во втором аргументе, иначе возвращает false. Аргумент диапазон-меток содержит либо список меток языков, отделенных друг от друга символом "-", либо символ "*".*
Логические функции logical-or() и logical-and()выполняют логические операции над аргументами.
Функция logical-or(*аргумент-1, аргумент-2) возвращает результат выполнения операции аргумент-1 || аргумент-2 (true или false). Оба аргумента должны иметь булевский тип.*
Функция logical-and(*аргумент-1, аргумент-2) возвращает результат выполнения операции аргумент-1 && аргумент-2 (true или false). Оба аргумента должны иметь булевский тип.*

# SPARQL

Функция поиска с использованием регулярного выражения regex(*строка, шаблон, флажки) вызывает функцию fn:matches()языка XPath 2.0 (см. 5.1.1.4.3.5). В аргументе строка задается строковый литерал или строковая переменная, а в аргументе шаблон – шаблон поиска в строке (в соответствии с правилами задания регулярных выражений). В необязательном аргументе задаются флажки "s", "m", "i" и "x" (один флажок или строка, содержащая комбинацию флажков). Функция возвращает true, если в строке найдено соответствие шаблону и false – в противном случае.*

# SPARQL

```
PREFIX dc: http://purl.org/dc/elements/1.1/
PREFIX : <http://www.libRegistry.org/ns/lib#>
SELECT ?bookAuthor ?bookTitle
WHERE {
?book dc:title ?bookTitle;
dc:creator ?bookAuthor .
FILTER (regex(str(?bookAuthor), "Defoe") ||
regex(str(?bookAuthor), "Дефо"))
}
```

| bookAuthor | bookTitle |
|---|---|
| "Дефо Даниэл"@ru | "Приключения Робинзона Крузо"@ru |
| "Defoe Daniel"@en | "Robinson Crusoe"@en |

# SPARQL

```
PREFIX dc: <http://purl.org/dc/elements/1.1/>
PREFIX : <http://www.libRegistry.org/ns/lib#>
SELECT ?bookAuthor ?bookTitle
WHERE {
?book dc:title ?bookTitle;
dc:creator ?bookAuthor .
FILTER (lang(?bookTitle) = "uk")
```

| bookAuthor | bookTitle |
|---|---|
| "Шевченко Тарас"@uk | "Кобзар"@uk |

# SPARQL

```
SELECT ?bookAuthor ?bookTitle ?bookPubDate
WHERE {
?book dc:title ?bookTitle;
dc:creator ?bookAuthor;
dc:publisher ?bookPublisher;
dc:date ?bookPubDate .
FILTER (?bookPublisher = "Эксмо"@ru &&
?bookPubDate > "2005-01-01"^^xsd:date)
}
```

| bookAuthor | bookTitle | bookPubDate |
|---|---|---|
| "Дефо Даниэл"@ru | "Приключения Робинзона Крузо"@ru | "2007-03-28"^^xsd:date |

# SPARQL

Проверка даты: Анализируемые даты должны находится между 1 января. 1-й (включительно), 2015 и 1 января. 2016 годов

```
FILTER("2015-01-01"^^xsd:dateTime <= ?dob
&& ?dob < "2016-01-01"^^xsd:dateTime).
```

# SPARQL

**FILTER on values in Labels**

```
SELECT ?human ?humanLabel
WHERE
{
?human wdt:P31 wd:Q15632617;  # fictional human
rdfs:label ?humanLabel.
FILTER(LANG(?humanLabel) = "en").
FILTER(STRSTARTS(?humanLabel, "Mr. ")).
}
```

# SPARQL

**FILTER NOT EXIST**

```
SELECT ?human ?humanLabel ?image
WHERE
{
?human wdt:P31 wd:Q15632617;  # fictional human
rdfs:label ?humanLabel.
FILTER(LANG(?humanLabel) = "en").
FILTER(STRSTARTS(?humanLabel, "Mr. ")).
FILTER NOT EXISTS{ ?human wdt:P18 ?image.}
}  # without images
```

# SPARQL

**MINUS**

```
SELECT ?human ?humanLabel ?image
WHERE
{  ?human wdt:P31 wd:Q15632617;  # fictional human
rdfs:label ?humanLabel.
FILTER(LANG(?humanLabel) = "en").
FILTER(STRSTARTS(?humanLabel, "Mr. ")).
MINUS{ ?human wdt:P18 ?image. }  # without images
}
```

# SPARQL

**СРАВНЕНИЕ ТЕКСТОВЫХ СТРОК**

```
SELECT ?workflow
WHERE
{
?workflow rdf:type mecontrib:Workflow ;
mebase:has-content-type ?ct .
 ?ct dcterms:title ?ct_title
FILTER regex(?ct_title,'^taverna','i')
}
```

Сравнивается значение **?ct_title** с текстовой строкой **'taverna'**. Знак **caret ( ^ )** используется, чтобы указать, что строка для **?ct_title** должен начинаться с' **taverna',** а не просто иметь его где-то внутри строки.

# SPARQL

**СРАВНЕНИЕ ТЕКСТОВЫХ СТРОК**

Анализируется значение **результата преобразования ресурса в** текстовую строку **на вхождение в эту строку** литерала **«Group»**

```
SELECT ?membership ?requester
WHERE
{
?membership rdf:type mebase:Membership ;
mebase:has-requester ?requester ;
mebase:has-accepter ?accepter ;
mebase:accepted-at ?accepted_at
FILTER regex(str(?requester),'Group','i')
}
```

# SPARQL

**ОПЕРАЦИИ С ЧИСЛАМИ**

```
SELECT DISTINCT ?workflow ?ct_title
WHERE
{
?workflow rdf:type mecontrib:Workflow ;
mebase:has-content-type ?ct .
?ct dcterms:title ?ct_title .
?rating rdf:type meannot:Rating ;
mebase:annotates ?workflow;
meannot:rating-score ?score
FILTER (?score >= 4)
}
```

Выдача всех рабочих процессов, которые имеют рейтинг, равный 4 или больше:

# SPARQL

**ФИЛЬТРАЦИЯ ПО НЕСКОЛЬКИМ КРИТЕРИЯМ**

```
SELECT DISTINCT ?workflow ?ct_title
WHERE
{
?workflow rdf:type mecontrib:Workflow ;
mebase:has-content-type ?ct .
?ct dcterms:title ?ct_title .
?rating rdf:type meannot:Rating ;
mebase:annotates ?workflow ;
 meannot:rating-score ?score
 FILTER (?score >= 4 &&
regex(?ct_title,'^Taverna 1'))
}
```

Выдача всех рабочих процессов, которые имеют рейтинг, равный 4 или больше и имеют наименование Taverna 1

# SPARQL

**ФИЛЬТРАЦИЯ ПО ДАТЕ ОБНОВЛЕНИЯ ДАННЫХ**

```
SELECT ?workflow ?added
WHERE
 {
?workflow rdf:type mecontrib:Workflow ;
dcterms:created ?added
FILTER ( ?added >= xsd:dateTime('2009-09-01T00:00:00Z') )
}
```

Выдача всех рабочих процессов,, которые были добавлены с начала сентября 2009 года: