

Национальный Центр Когнитивных разработок  
Университет ИТМО



Редакция 1.0

2020

год  
утверждения

КОГНИТИВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.  
УМНЫЙ ГОРОД

Онтология цифровой модели города:  
пространственно-сущностный подход моделирования

Концепция, термины, определения

г. Санкт-Петербург

Год выпуска:

2020

## Сведения о стандарте

**1 РАЗРАБОТАН** Власовым Виталием Владимировичем, научным сотрудником Национального Центра Когнитивных Разработок, Беглер Алёной Маратовной, научным сотрудником Национального Центра Когнитивных Разработок под руководством руководителя Института дизайна и урбанистики С.А. Митягина.

**2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** приказом директора НЦКР от № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ июля 2020 года

### **3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ**

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без упоминания НЦКР.

### **3 ОНЛАЙН ВЕРСИЯ**

Версия стандарта, опубликованная на официальном сайте, является актуальной версией стандарта. В случае различий в данном документе и онлайн-версии, следует использовать онлайн-версию.

# Содержание

1. Введение.....	4
2. Область применения .....	5
3. Термины и определения.....	6
4. Принципы разработки и моделирования .....	12
5. Базовая концептуальная модель.....	22
6. Классы модели .....	29
7. Информация о редакции и изменениях в стандарте.....	55
Приложение №1. Реализация стандарта для публикации информации о многоквартирных домах с использованием формата TTL .....	56
Приложение №2. Реализация стандарта для публикации информации о многоквартирных домах с использованием формата OWL .....	59
Приложение №3. Примеры записи адресов и административно- территориального деления в формате TTL.....	61
Приложение №4. Примеры SPARQL запросов .....	63
Приложение №5. Примеры кейсов .....	66
Приложение №6. Используемые сокращения и аббревиатуры .....	70
Приложение №7. Перечень графических изображений и таблиц .....	73
Приложение №8. Перечень сокращений и требований к именованию индивидов .....	74

## **1. Введение**

Стандарт предназначен для унификации терминологической базы процессов создания онтологий цифровых моделей городов. Цифровая модель города является основой организации комплексного управления городом и городской средой в условиях наличия взаимовлияющих городских процессов социального, экологического и экономического характера. Применение цифровой модели города обосновано при необходимости решения сложных надведомственных и междисциплинарных задач.

Настоящий стандарт устанавливает общие требования к структуре онтологии цифровой модели и используемой терминологии, а также использует наиболее продвинутую систему публикации открытых данных по так называемой «пяти-звездной» методологии Тима Бернерса-Ли.

## **2. Область применения**

Настоящий стандарт устанавливает применяемые в науке и производстве термины и определения основных понятий онтологии цифровой модели города.

Термины, установленные стандартом, обязательны для применения в документах создания и использования онтологии цифровой модели города.

Стандарт устанавливает один стандартизованный термин для каждого понятия. Применение синонимов в документах создания и использования онтологии цифровой модели города запрещается.

1. Для каждого понятия установлен один стандартизованный термин.

2. Для отдельных стандартизованных терминов приведены в качестве справочных краткие формы, которые разрешается применять в случаях, исключающих возможность их различного толкования.

3. Стандартизованные термины набраны полужирным шрифтом, далее даны их описания и/или определения (ключевые понятия в определениях выделены курсивом). Краткие формы представлены аббревиатурой. Синонимы описаны в разделе «Примечание» меньшим размером шрифта и носят справочный характер. Источники указываются по мере использования международных практик и ГОСТов и выделены курсивом. Если название термина (класса) состоит из нескольких слов, или требуется в тексте подчеркнуть что данный термин является классом онтологии, то он дополнительно заключается в двойные кавычки.

### 3. Термины и определения

#### 3.1. Открытые государственные данные (ОГД)

ОГД – это информация, созданная в пределах своих полномочий государственными органами, либо поступившая в указанные органы и организации, а также информационно-аналитическими организациями, участвующими в публикации собственных открытых данных на территории Российской Федерации, которая подлежит размещению в сети Интернет в формате, обеспечивающем ее автоматическую обработку в целях повторного использования без предварительного изменения человеком (*машиночитаемый формат*), и может свободно использоваться в любых соответствующих закону целях любыми лицами независимо от формы ее размещения (простая совокупность сведений, база данных и т.д.). Далее «открытые данные».

**Источник:** *Федеральный закон от 27.07.2006 N 149 "Об информации, информационных технологиях и о защите информации", ст. 7.*

**Примечание:** Концепция «открытых данных» (ОД) получила широкое распространение после изменений в закон в 2013 году, который также обязал органы власти публиковать информацию в формате машиночитаемых данных (преимущественно в таких форматах как Excel, CSV (comma-separated values - данные, разделенные запятой) и XML (eXtended Markup Language – расширенный язык разметки). Со временем к популярным форматам публикации открытых данных (преимущественно частными компаниями) добавился формат JSON (JavaScript Object Notation – объектное представление данных языка JS). Городские порталы публикуют большое количество общественно-значимой информации в формате открытых данных, что позволяет сторонним экспертам, программистам и частным компаниям создавать на основе этих данных новые полезные сервисы и приложения. Такой подход практикуется во всем мире и сделал особенно популярным мероприятия-хакатоны и конкурсы разработчиков. По оценке международного исследовательского агентства McKinsey рынок сервисов и приложений на основе открытых данных оценивается в 3 трл. долл.<sup>1</sup> Российское правительство и Администрации крупных городов проводили собственные мероприятия в этой сфере, реализуя государственную политику по вовлечению и участию горожан в принимаемых органами власти решений (государственный «Совет по реализации Открытого Правительства» при Правительстве РФ). Проекты по открытым данным продолжают реализовываться и успешно внедряются Минфином (электронный бюджет),

---

<sup>1</sup> <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/open-data-unlocking-innovation-and-performance-with-liquid-information#>

ФНС (налоговые базы), Росстатом, Счетной палатой и многими другими. Пионеры и лидеры в этой области в России: Федеральный портал «Открытых данных»<sup>2</sup>, Москва<sup>3</sup>, Санкт-Петербург<sup>4</sup>, Ульяновск, Казань и др. Популярными сторонними источниками данных стали: общественный открытый проект OpenStreetMap<sup>5</sup>, структурированные данные WikiData<sup>6</sup>, данные международных организаций Всемирного Банка<sup>7</sup> и ООН<sup>8</sup>.

В соответствии с международной практикой существует так называемый 5-звездный рейтинг публикации данных<sup>9</sup>, который изображен на рис. 3.1.1:

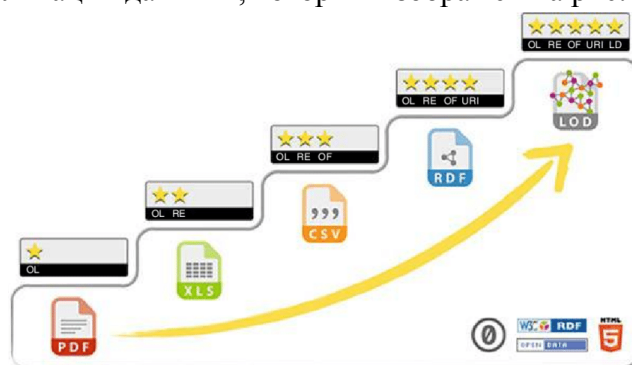


Рис.3.1.1 Рейтинг открытых данных «Пять звезд» Тима Бернерса-Ли

□ (1 звезда) дается данным, если они опубликованы в открытом доступе в любом виде для свободного использования.

□□ (2 звезды) - любые машиночитаемые форматы (к этой категории подойдут данные в формате Microsoft Excel).

□□□ (3 звезды) доступность данных в открытых, не проприетарных форматах (например, CSV, JSON). На этом уровне находится большинство современных государственных решений в РФ в области ОД.

□□□□ (4 звезды) если данные опубликованы в формате онтологии консорциума W3C (RDF и SPARQL) и имеют уникальные URI<sup>10</sup>.

□□□□□ (5 звезд) данные опубликованы в формате онтологий (Linked Open Data, LOD) или графов знаний (Knowledge Graph) и связаны между собой. На этом уровне находится предлагаемый стандарт.

<sup>2</sup> <https://data.gov.ru/>

<sup>3</sup> <https://data.mos.ru/>

<sup>4</sup> <http://data.gov.spb.ru/>

<sup>5</sup> <https://www.openstreetmap.org/>

<sup>6</sup> <https://www.wikidata.org/>

<sup>7</sup> <https://data.worldbank.org/>

<sup>8</sup> <http://data.un.org/>

<sup>9</sup> <https://5stardata.info/ru/>

<sup>10</sup> На данный момент в связи с широким распространением концепции «графов знаний» количество возможных альтернативных форматов увеличивается

### 3.2.Связанные данные (СД)

Концепция связанных данных (*Linked Data*, см. также Примечание) подразумевает применение методов публикации и связывания структурированных данных в Глобальной сети Интернет. Разработчиком данной концепции является Международный консорциум World Wide Web (W3C)<sup>11</sup>, который разрабатывает и поддерживает стандарты, используемые в Глобальной Сети Интернет. Следующие принципы закладываются авторами концепции<sup>12</sup>: 1) *использование HTTP URI ссылок для уникальной идентификации всех объектов и абстрактных понятий*, 2) *использование в качестве единой модели данных для публикации структурированных данных в сети Интернет основанный на концепции графов язык разметки Resource Description Framework (RDF), обеспечивая глобальную уникальную идентификацию сущностей (классов, ресурсов) и конкретных объектов (далее Индивидов)* 3) *ссылки (связи, отношения, атрибуты) на другие объекты осуществляются также посредством URI*, позволяя обнаруживать связанные вещи (в отличие от классического Web, где гиперссылки не типизированы), 4) *стандартизированный механизм доступа к данным обеспечивается посредством использования широко-распространенного протокола HTTP и иных подходящих интерфейсов программного доступа Web APIs*.

**Источник:** *Международный консорциум стандартизации в Интернете W3C* [<https://www.w3.org/TR/?tag=data>].

**Примечание:** Синонимами данного термина можно считать также такие понятия как Семантический Веб (Semantic Web) и графы знаний (Knowledge Graph).

### 3.3.Онтология

Определяет понятия (классы) и отношения между ними, используемые для машино-читаемого описания и представления предметной области

---

<sup>11</sup> <https://www.w3.org/>

<sup>12</sup> <https://www.w3.org/wiki/LinkedData>



знаний, которая позволяет её дальнейшее автоматизированное свободное повторное использование.

Онтология – это явная формальная спецификация разделяемой концептуализации предметной области<sup>13</sup>.

**Источник:** *Международный консорциум стандартизации в Интернете W3C* [<https://www.w3.org/2001/sw/SW-FAQ#whont>]. Tom Gruber, 1993.

**Примечание:** Под онтологией в данном стандарте также подразумевается конкретный формат представления данных. Графы знаний можно считать синонимом онтологии. Графы – также рассматриваются как способ структурирования данных в онтологии. В данном стандарте используется язык описания онтологий с помощью ключевых нотаций и стандартов W3C: OWL (RDFS) и N3 (TURTLE) для упрощенного представления онтологии.

Онтологии могут иметь широкий спектр применения (от структурирования знания экспертов, до создания правил логического вывода, помощь в интеграции данных, к выявлению новых отношений между понятиями и индивидами. Такие языки, как RDF-схемы и OWL, предоставляют языки для выражения онтологий в контексте связанных данных (но не обязательно ограничиваться ими).

### 3.4. Цифровая модель города (ЦМГ)

Вид информационной модели города, формируемой согласно принципам системного подхода в виде совокупности пространственно-организованных и взаимосвязанных материальных элементов городской среды, общественной жизнедеятельности, нормативного, инженерного, транспортного и прочего обеспечений.

**Источник:** *Цифровая модель города, стандарт НЦКР, 2019.*

**Примечание:** В структуре решений умного города цифровая модель города является составной слоя межотраслевых функциональных элементов в рамках средств информационно-аналитического обеспечения и прогнозирования развития города. Функциями цифровой модели города считаются совокупность действий, направленных на комплексное представление города в цифровой среде как целостной структуры,

---

<sup>13</sup> Gruber T. R. et al. A translation approach to portable ontology specifications // Knowledge acquisition. – 1993. – Т. 5. – №. 2. – С. 199-221.  
<https://pdfs.semanticscholar.org/e790/2a46a83aa52ff8e2a36578a25f720fa648a2.pdf>

агрегирующей информацию, данные, знания и восстанавливающие их модели для решения задач управления городом и управления взаимодействием города с человеком. Цифровая модель города предполагает функционирование как цифровой двойник, как цифровой экспериментальный стенд, как цифровой аватар города.

### **3.5. Концептуальная модель данных (КМД)**

Формирует описание предметной области на основе имеющихся в ней данных в формально-структурированном виде (набор классов и отношений между ними), включает документацию и описание примеров использования.

**Примечание:** Онтологии OWL (RDF) являются средством записи КМД

### **3.6. Логическая модель данных (ЛМД)**

Схема, позволяющая перевести понятия (классы) и отношения (связи) в классическую базу данных (например, реляционную или иную необходимую для реализации в Платформе/информационной системе).

**Примечание:** ЛМД могут быть записаны в форме ER-диаграмм

### **3.7. Пространство имен**

Формируется как база данных всех уникальных идентификаторов ресурсов (УИР, URI - Unified Resource Identification) классов, отношений, индивидов (экземпляров), каждый из которых имеет уникальный локатор ресурса (УЛР, URL - Unified Resource Locator), доступ к которому можно получить посредством протокола HTTP при наличии интернет-соединения в Глобальной Сети Интернет (или Локальной Сети).

**Примечание:** В зависимости от формата запроса (пользовательским браузером или сторонним приложением ботом) может быть представлен разный ответ веб-сервером: в форме RDF (для бота) или HTML-страницы (для пользователя). Подробнее см. Раздел Инфраструктура.

### **3.8. Триплет**

Утверждение, которое записывает знания (факты) в форме: «субъект» - «предикат» - «объект». Данные в онтологии хранятся в виде набора триплетов. Субъектом обычно является класс, предикатом – его отношения с объектом, который может быть литералом (строка, число, дата и пр.) или

другим классом.

**Источник:** *Международный консорциум стандартизации в Интернете W3C*  
[<https://www.w3.org/TR/n-triples/>].

**Примечание:** Синонимами являются понятия «тройка», «аксиома».

### 3.9. Класс

Цифровое абстрактное представление объекта реального мира, виртуальной среды, явления, процесса и пр., которое используется в качестве «узлов» в графе онтологии и в качестве ключевых понятий в КМД.

**Примечание:** Не принято в рамках одной КМД создавать два разных класса для описания одного и того же. Класс имеет собственный уникальный URI в пространстве имен онтологии и является так называемым “ресурсом” (по модели RDF). Используется для описания в так называемых «триплетах» в качестве объектов или субъектов. См. Принципы.

### 3.10. Отношения

Представляет собой одностороннюю направленную связь от «субъекта» к «объекту» в триплете (графе). В онтологиях отношения определяются независимо от классов и могут связываться с ними с помощью триплетов в произвольном, но не лишенном смысла порядке. Одно и то же свойство может быть связано с различными классами или их индивидами и не всегда заранее это может быть известно. Имеется два вида отношений:

- Объектные отношения – реализуют схему отношений вида:  
«класс» - «предикат» - «класс»
- Литеральные отношения – реализуют схему отношений вида:  
«класс» - «предикат» - «литерал»

**Примечание:** Синонимом являются понятия «предикат», «свойство», «связь», а также «атрибут», когда «объектом» является литерал (data properties).

### 3.11. Индивиды

Конкретные представители классов, записанные в форме триплета.

**Примечание:** Синонимом являются понятия «экземпляр класса», «конкретные представители класса».

### **3.12. Домены и диапазоны**

*Класс-домен (Domain, далее «домен») – это ограничение на классы, которые могут являться субъектом в триплете.*

*Диапазон (Range, класс-диапазон или литерал-диапазон, далее «диапазон») – это ограничение на классы или типы данных (литералы), которые могут являться объектом в триплете.*

### **3.13. Онтология цифровой модели города (ОЦМГ)**

Набор классов, отношений, индивидов, а также принципов именования, визуализации и разработки, составляющие машиночитаемую часть ЦМГ.

**Примечание:** Синонимом являются понятие «граф ЦМГ» (ГЦМГ), описано на конкретном стеке технологий Semantic Web.

### **3.14. Пользовательский доступ**

Способ доступа к ОЦМД человеком посредством специальной программы (веб-браузера), в рамках которого показывается человеко-читаемое описание сущности (класс, отношение, индивид) и ее значения.

**Примечание:** Режимы доступа: «открытый» для доступа к общедоступным данным и непосредственно онтологии или «закрытый» (доступ после регистрации в системе). Формат представления данных – HTML. Доступ должен быть предоставлен в инфраструктурном решении независимо от интерфейса системы в формате, описанном в разделе Инфраструктура.

### **3.15. Автоматизированный доступ**

Способ доступа к ОЦМД любой сторонней программой посредством специальной программного интерфейса (API) или напрямую (бот, парсер, скрипт, приложение и пр.). В рамках данного запроса предпочтительным является ответ MIME-тип application/rdf+xml, который возвращает RDF документ или результат выполнения запроса (публичная точка доступа SPARQL End-point). Подробнее см. раздел Инфраструктура.

## **4. Принципы разработки и моделирования**

### **4.1. Пространственно-сущностный подход**

Первоначальная и ключевая предпосылка ОЦМГ – это отображение

объектов (сущностей), которые могут быть представлены на карте (пространственная характеристика). Поэтому если объект отсутствует на карте, способ его внесения в модель возможен, но только через служебные классы. Все объекты вносятся в модель в соответствии с тем, каким образом они отображены на карте.

ОЦМГ исходит из предпосылки открытого мира – никакие подклассы не являются исчерпывающими кроме случаев, когда указано обратное. То есть, принимается, что модель не полна и должна расширяться по мере появления новой информации или потребностей интеграции новых массивов данных и новых сервисов. Перечень сервисов и потребностей в данных определяет разработчик Платформы.

Таким образом в Стандарте заложена следующая модель ее существования и развития (рис.4.1.1):

- **Пространственная** характеристика определяет местоположение объекта в реальном мире.
- **Сущностная** – возможность описания объекта в форме абстракции (сущности), имеющей возможность быть формализовано-описанной.
- **Открытость** – подразумевает возможность всестороннего открытого использования, и дальнейшего неограниченного развития.



Рис.4.1.1 Триединство принципов разработки развития ОЦМГ

## 4.2. Общие принципы именования

В связи с необходимостью унификации и публичной доступности сущностей (посредством URI) требования к именованию должны быть жестко формализованы. В разработке должно этому уделяться отдельное внимание.

- 4.2.1. Имена сущностей должны быть просты и понятны, не должны содержать сокращений, аббревиатур, общая длина имени сущности (количество символов) имеет меньшее значение, чем смысловая нагрузка выбранного термина.
- 4.2.2. Рекомендуется использовать стиль написания имен «*CamelCase*»: если имя сущности состоит из нескольких слов, то каждое следующее слово должно начинаться с заглавной буквы.
- 4.2.3. Не рекомендуется использовать цифры и нижнее подчеркивание («  ») – за исключением п.4.2.6.
- 4.2.4. Запрещено использовать все символы кроме букв и цифр (в том числе пробел («  »), знаки препинания, специальные символы и пр.).
- 4.2.5. Язык, используемый для имен, должен поддерживаться в UNICODE (допустимо использование кириллического написания) и кодироваться в URI без специальных символов. Однако рекомендуемым для имен классов, отношений и индивидов является использование букв латинского алфавита

для более удобной интеграции и использования (в том числе не носителями языка). Также следует иметь в виду, что имена, записанные на кириллице, будут перекодированы в URL посредством специальных символов и могут быть не читаемыми в определенных ситуациях и браузерах.

4.2.6. Импортированный (замещенные) классы и отношения из других онтологий должны заканчиваться символом нижнего подчеркивания («\_»).

4.2.7. Отношения верхнего уровня должны начинаться с ключевого слова «*top*».

4.2.8. Обычно отношения начинаются со слова «*has*», но могут и начинаться с другого глагола, который лучше отражает смысл отношения

### **4.3. Именованная классы**

Для написания имен классов используется простой *CamelCase* стиль и начинается с заглавной буквы. В имени класса сначала идет более уникальное, потом более общее слово - например, такие слова как “Name”, “Title”, “Description” и пр. следует использовать всегда в конце (*CadastrNumber*, *WorkType*).

### **4.4. Именованная отношений**

Используется смешанный (*mixedCase*) стиль: первая буква имени строчная, далее каждое новое слово в имени – с заглавной буквы. В имени отношения сначала обычно идет глагол-действия (например, «*has*»), далее идет более уникальное имя, потом более общее слово - например, такие слова как “Name”, “Title”, “Description” и пр. следует использовать всегда в конце (*hasModelName*, *hasSecondTitle*). Для отношений рекомендуется сразу продумать иерархию и возможности наследования. Одно и то же отношение может быть использовано в разных классах.

### **4.5. Именованная индивидов**

Для имен индивидов используйте таблицу из Приложения 8. Рекомендуется использовать имя класса (но чаще его аббревиатуру) вместе с порядковым номером, уникальным внутри системы или набора классов. “\_” используется как разделитель между ними. Например, для классов объектов капитального строительства (*CapitalConstruction*) необходимо использовать

аббр. СС. Таким образом имя индивида будет выглядеть так: *СС\_12345*, где 12345 – некоторый уникальный идентификатор в системе. Для определенных классов могут использоваться и другие принципы именования (например, классов справочников, куда чаще всего попадают уникальные значения и имена людей, юр. лиц и пр.). Для определенных индивидов, которые непосредственно задаются в описательной части онтологии, можно сформировать собственный подход к именованию так, чтобы было удобно для ручного ввода или большей понятности при использовании.

Необходимо использовать указание на ту или иную стратегию в схемах классов. Полный перечень стратегий и сокращений для имен индивидов представлены в Приложении 8.

Стратегии назначения имен и условные обозначения для схем описаны ниже<sup>14</sup>:

1. **Стратегия «Автоинкремента»:** *C\_{id}* – стратегия назначения имени, когда {id} заменяется на некоторый уникальный идентификатор (id), назначается скриптом обычно подряд (с первого номера), увеличивая на единицу (1) для следующего элемента автоматически.

Пример: индивид класс «Объекта кап. строительства» будет иметь имя *СС\_12345*.

2. **Стратегия «Уникального имени»:** *C\_(ont\_name)* – стратегия назначения имени, когда (ont\_name) выбирается заранее при создании онтологии и добавляется в исходную онтологию как часть общей системы.

Пример: индивид класс «Группа» будет иметь имя *G\_CitizensWithPrimarySchoolAge*.

3. **Стратегия «Первичного ключа»:** *C\_{pk}* – стратегия назначения имени, когда {pk} (primary key) берется из сторонней системы (базы данных), то есть идентификаторы уже существуют (в том время как в п.1 обычно

---

<sup>14</sup> С – аббр. класса, CLASS – полное имя класса, регистр имен всегда нижний, скобки приведены для удобства выделения изменяемой части и не могут быть использованы в индивидах. В {} скобках автоматически генерируемые имена, в () присваиваемые в ручном режиме.



назначаются при генерации индивидов).

Пример: индивид класса «Дорога» будет иметь имя R\_8612345, где это РК из другой базы данных.

4. **Стратегия «Автоинкремент и полное имя класса»:** **CLASS\_{id}** – стратегия назначения имени для классов, которые имеют короткое название и не представлены в большом количестве в качестве индивидов. Далее аналогично п.1.

Пример: индивид класса «ТСЖ» может иметь имя TSG\_12, где 12 – это его уникальный id в данном классе онтологии.

5. **Стратегия «Кодирование классификатора»:** **C\_{id\_gen}** – стратегия назначения имени, когда {id\_gen} генерируется по некоторому заранее известному алгоритму (например, совпадает с полным кодом классификатора).

Пример: индивид класса «Регион» будет иметь имя R\_300000000000, где 300000000000 это уникальный код из общероссийского классификатора ОКATO.

6. **Стратегия «Кодирование классификатора с полным именем класса»:** **CLASS\_{id\_gen}** – стратегия назначения имени для классов, которые имеют короткое название. Далее аналогично п.5.

Пример: индивид класса «ОКATO» будет иметь имя ОКATO\_30100200300, где 30100200300 это уникальный код из общероссийского классификатора ОКATO.

7. **Стратегия «Определенного отношением ключом»:** **C\_{dataProp\_name}** – стратегия назначения имени, когда {dataProp\_name} это значение литерального отношения name конкретного индивида, добавляемого к аббр. класса.

Пример: индивид класса «ООО» будет иметь имя ООО\_inn\_30100200300, где 30100200300 это ИНН организации (также записано в отношение

hasINN).

8. Стратегия «Определенного отношением ключом по правилам»:  $C_{\{dataProp\_name*\}}$  – стратегия назначения имени, когда  $\{dataProp\_name*\}$  оно формируется на основе литерального отношения name конкретного индивида более сложным образом (по описанным заранее правилам).

Пример: индивид класса «Группа» (группа лиц определенного возраста) будет иметь имя  $G\_age\_18more$ .

#### 4.6. Выбор между индивидом и новым классом

Общепринятая практика добавления новых классов заключается в том, что классами представляются все возможные объекты реального мира. Если эта абстракция есть в реальном мире, значит она должна быть представлена отдельным классом. Следует помнить, что при создании индивидов и добавления реальных отношений сослаться на класс невозможно (т.е. такая конструкция триплета недопустима: «индивид» - «предикат» - «класс», допустима только такая «индивид» - «предикат» - «индивид» или «индивид» - «предикат» - «литерал»).

В случае, когда кол-во видов определенного типа объекта реального мира ограничено, планируется часто использовать эти типы как часть заранее заданной системы типизации (классификации), а также создание индивидов для каждого из типов становится нагрузочным (один индивид – на один класс) – имеет смысл рассмотреть возможность выделения типов как индивидов определенного класса. Пример реализации – группы населения (см. 6.9).

#### 4.7. Структура онтологии – описательная часть

В описательной части онтологии находится определение классов, отношений и возможно добавление базовых индивидов. Описательная часть может быть сохранена в отдельном файле онтологии (например, с

расширением OWL). Или может быть объединена вместе с «экземплярной частью» в одном файле.

#### 4.8. Структура онтологии – экземплярная часть

В экземплярной части онтологии находятся индивиды. Эта часть может быть сохранена в отдельном файле онтологии (например, с расширением TTL). Или может быть объединена вместе с «описательной частью» в одном файле.

#### 4.9. Префикс онтологии

Для ОЦМГ в текущей редакции используется префикс следующего вида:

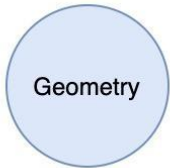
@prefix cg: <<http://www.w3id.org/citygraph-core#>> .

Сокращенное имя онтологии CG.

#### 4.10. Принципы визуализации

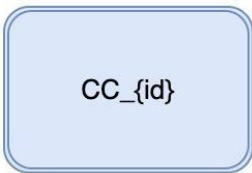



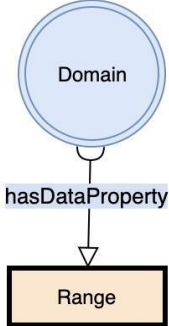

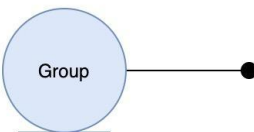
Для визуализации рекомендуется использовать любую доступную нотацию, обеспечивающей раздельное представление классов и индивидов, а также позволяющие продемонстрировать иерархию и отношения. Рекомендуется использовать нотацию VOWL<sup>15</sup>. В таблице 1 представлены схематические изображения классов и отношения для представления ОЦМГ в виде схемы.

Таблица 1. Условные обозначения

№	Вид связи или объект	Условное изображение	Описание
1	Класс		Для обозначения любых классов используется синий круг с тонкой обводкой и названием класса на англ. или русс. языках внутри

<sup>15</sup> <http://vowl.visualdataweb.org/>

2	Класс функциональных объектов		Классы, являющиеся подклассами (дочерние классы) FunctionalObject имеют специфическую форму				
3	Классы физических объектов		Классы, являющиеся подклассами PhysicalObject имеют двойную обводку				
4	Классы Агентов		Классы, являющиеся подклассами Agent имеют специфическую форму				
5	Классы Справочников		Классы справочников выделены цветом				
6	Класс с указанием родительского класса		Для схем с упрощенным описанием можно добавлять вышестоящий класс (на 1 уровень только)				
7	Класс, не имеющий родителей (кроме owl:Thing)		Обозначение для базовых (top) классов – имеют более жирную обводку				
8	Класс с перечислением data-properties	<table border="1" data-bbox="590 1565 809 1733"><thead><tr><th>DataProperties</th></tr></thead><tbody><tr><td>hasTitle^^xsd:string</td></tr><tr><td>hasCode^^xsd:string</td></tr><tr><td>hasAdministrativeCenter^^xsd:string</td></tr></tbody></table> 	DataProperties	hasTitle^^xsd:string	hasCode^^xsd:string	hasAdministrativeCenter^^xsd:string	При необходимости класс можно описать вместе с DataProperties (ObjectProperties всегда задаются отношениями)
DataProperties							
hasTitle^^xsd:string							
hasCode^^xsd:string							
hasAdministrativeCenter^^xsd:string							
9	Литерал		Литералы – это значения простых типов данных для DataProperties (числа, строки, булевы значения и так далее)				

10	Индивид		Скругленный прямоугольник (может иметь особенности формы, если наследуется от одного из базовых классов). Внутри указывается паттерна именования, например, CC_{id} (см. стратегии именования в прил.8)
11	Отношение (предикат)		Предикат, соединяющий субъект и объект (всегда в сторону объекта)
12	Реализация: имеет индивида(ов)		Ссылка на индивид от класса в сторону экземпляра
13	Наследование (subclassOf)		По сути subclassOf является предикатом, стрелка направлена в сторону более высокого уровня (что следует из названия)
14	Имеет ограничения (Domains, Ranges)		Если отношения имеют ограничения (домены и диапазоны), то они указываются в схеме (пустая стрелка идет в Диапазон, полукруглый конец в Домен)
15	Синонимия		Аналогично owl:SameAs – описывает один и тот же объект разными понятиями. Например, в случае работы со сторонними онтологиями.
16	Ограниченное количество индивидов		Если кол-во индивидов данного класса ограничено и они все записаны в онтологию (возможно как с отображением самих индивидов на схеме, так и без)

17	Множественное наследование		<p>Несколько классов являются родительскими по отношению к данному. Рекомендуется стрелки делать параллельно, итоговый класс не имеет спец. обводки (тонкая линия) и больше по размеру. В упрощенной схеме можно не указывать названия род. классов. Возможно объединение стрелок.</p>								
18	Наследование для отношений		<p>Применяется два варианта:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Упрощенный (с добавлением родительского отношения перед двоеточием)</li> <li>• Полный (все отношения, относящиеся к одному родителю нужно группировать в блок)</li> </ul>								
19	Онтологические свойства классов и отношений		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Транзитивность</li> <li>• Рефлексивность</li> <li>• Разобщенность</li> <li>• Инверсия</li> </ul>								
20	Табличная форма записи триплета	<table border="1"> <tr> <td>cg:Скамья_12345</td><td>rdf:type</td><td>cg:Bench</td><td>@en</td></tr> <tr> <td>cg:Скамья_12345</td><td>имеет тип</td><td>Скамья</td><td>@ru</td></tr> </table>	cg:Скамья_12345	rdf:type	cg:Bench	@en	cg:Скамья_12345	имеет тип	Скамья	@ru	<p>Могут быть указаны разные языки</p>
cg:Скамья_12345	rdf:type	cg:Bench	@en								
cg:Скамья_12345	имеет тип	Скамья	@ru								

## 5. Базовая концептуальная модель

Ключевой класс ОЦМГ – **Физический объект** (PhysicalObject). Данный класс предназначен для хранения городских объектов в той форме,

как они представлены на карте. Каждый объект в данном случае имеет геометрию (записана в класс *Геометрия*) – то есть его пространственные координаты. Геометрия может быть представлена в виде точки, линии, полигона или мультиполигона. Формируется следующий триплет: «Физический объект» - «имеет геометрию» - «Геометрия».

Добавление любой новой сущности начинается с создания экземпляра класса (индивида) Физического объекта. Этот класс обычно связан с Классом **Функциональных объектов** (FunctionalObject), в котором записываются основные городские функции объектов и городские сервисы. Формируется следующий триплет: «Физический объект» - «имеет функцию» - «Функциональный объект».

Физический объект обычно имеет управляющую организацию, или орган власти, который несет за него ответственность. Также у него может быть владелец – физическое или юридическое лицо. Эта связь описывается с помощью класса **Агентов** (Agent). Формируется следующий триплет: «Физический объект» - «имеет управляющую организацию» - «Агент».

Таким образом формируется базовая триада:

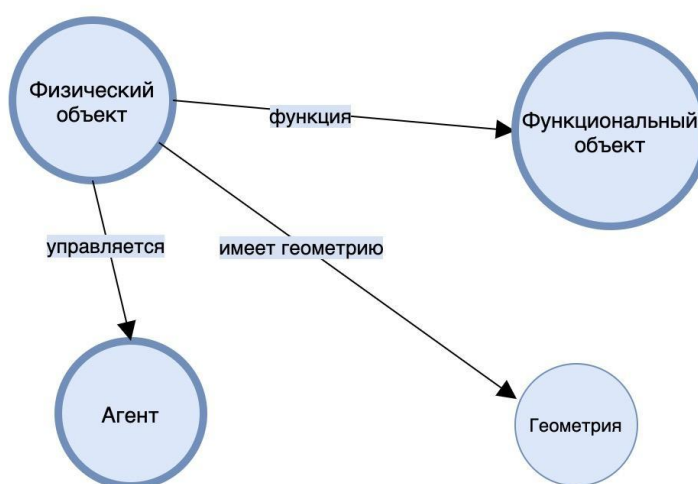


Рис.5.1 Триада ключевых сущностей

### 5.1.Классы Физических объектов (PhysicalObject, ФизО)

Класс городских сущностей, описывающие конкретные физические объекты (например, здание), которые должны быть связаны с функциями (например, “учебное заведение”), иметь геокоординаты и управляться Агентами (люди или организации). Данный перечень подклассов исчерпывающий и состоит из четырех классов. Класс ФизО как таковой не может быть использован непосредственно (то есть необходимо использовать один из подклассов).

Имеются подклассы:

- *Класс движимых объектов* – например, общественный транспорт, легковой, грузовой транспорт.
- *Класс площадных объектов* - например, земельный участок или здание, в случае если можно описать их контуры и это имеет значение для городской инфраструктуры .
- *Класс сетевых объектов* – например, улично-дорожная сеть или коммунальная система, т.е. все что может быть описано линиями и узлами.
- *Класс точечных объектов* – например, светофор или остановка, для объектов, в которых его площадь не имеет значения).

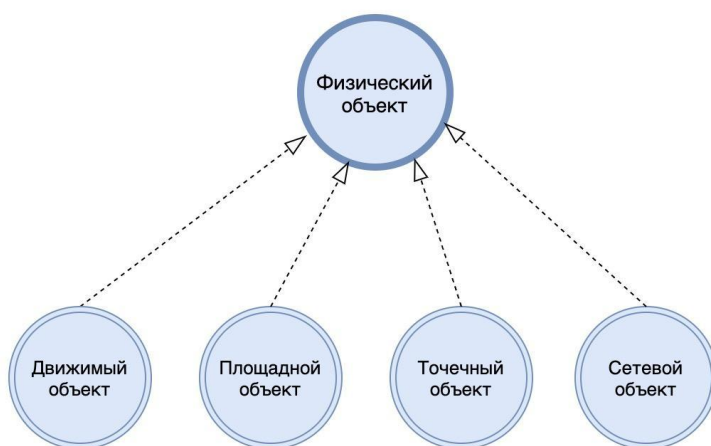


Рис.5.1.1 Физический объект и подклассы



## 5.2. Классы Функциональных объектов (FunctionalObject, ФунО)

Физический объект может иметь одну или несколько функций – данный разрез видения городского объекта представлен в классе Функционального объект, с которым физический объект связан отношением «имеет функцию» (*hasFunction*).

Предусмотрены следующие подклассы:

- Класс «Жилой объект» - описывает места проживания граждан.
- Класс «Природный объект» - описывает все природные объекты в городе.
- Класс «Промышленный объект» - описывает все промышленно-индустриальные объекты.
- Класс «Социальный объект» - описывает все городские сервисы, которые предоставляются населению в городе.
- Класс элементов транспортной инфраструктуры.
- Класс «Военный объект» – все военные не секретные объекты и заведения, информация о которых находится в открытом доступе и которые имеют значимость для городской жизни.

## 5.3. Классы Агентов

Данный класс представляет физические лица и организации (зарегистрированные юридические лица или не зарегистрированные), в также группы. Имеются подклассы:

- Класс «Группа» (например, группа населения).
- Класс «Организация» (в том числе, бюджетные и государственные организации, коммерческие и некоммерческие, органы власти всех уровней). Данный класс является расширением организационной онтологии<sup>16</sup>.
- Класс «Физическое лицо». Является расширением онтологии

---

<sup>16</sup> <https://www.w3.org/TR/vocab-org/>

FOAF<sup>17</sup>.

#### 5.4. Служебные классы и справочники

Данные классы обычно не имеют физического воплощения на карте или реальном мире, однако требуются для корректного описания всех реальных городских объектов. В их число входит:

- *Класс Геометрии* – содержит геокоординаты. Используется для работы с GeoSPARQL<sup>18</sup> и добавления объектов на карту.
- *Класс “Кадастровый реестр”* – для описания земельных участков.
- *Классы OKATO и OKTMO* – для описания административно-территориального деления.
- *Класс “Адрес”* – для хранения адресов из адресной системы РФ
- *Класс “Документ”* – для ссылок на законодательные и нормативные документы.

#### 5.5. Отношения

Ключевые отношения, которые могут быть использованы в онтологии описаны в табл. 2. Использование отношений не является обязательным. Текущий (актуальный и полный) список опубликован в официальной документации.

Таблица 2. Перечень основных отношений ОЦМГ

Название	Тип	Описание	Домен и диапазон
hasNestedObject	Объектный	<b>Имеет вложенные объекты.</b> Все физические объекты могут быть вложены друг в друга, таким образом можно организовывать любые конфигурации по вложенности	Домен: Физический объект Диапазон: Физический объект
hasFunction	Объектный	<b>Имеет функцию.</b>	Домен: Физический

<sup>17</sup> <http://xmlns.com/foaf/spec/>

<sup>18</sup> <https://www.ogc.org/standards/geosparql>

		Объекты этого класса ссылаются на конкретный функциональный объект. У объекта может быть несколько функций. Функции не ограничены в количестве связей с объектами. Иерархия вложенных функций (подфункций) определяется наследниками данного вида отношений.	объект Диапазон: Функциональный объект
hasAddress	Объектный	<b>Имеет адрес.</b> Любой объект может быть связан с адресом	Домен: Физический объект, Агент Диапазон: Адрес
hasGeometry	Объектный	<b>Имеет геометрию.</b> Все физические объекты могут быть представлены на карте и имеют координаты. Это реализуется через связь с классом геометрии.	Домен: Физический объект Диапазон: Геометрия
hasManagingOrganization	Объектный	<b>Имеет управляющую организацию.</b> У физического объекта может быть несколько агентов (организаций, которые им владеют или управляют). Данное отношение может иметь наследников, которые определяют специфические отношения владения.	Домен: Физический объект Диапазон: Агент (но преимущественно организации). Не могут быть Группы.
hasOwner	Объектный	<b>Имеет владельца.</b> У физического объекта может быть владелец-физическое лицо. Данное отношение может иметь наследников, которые определяют специфические отношения владения. Владельцев может быть несколько в разными ролями (роли также определяются с помощью добавления	Домен: Физический объект Диапазон: Физическое лицо

		подклассов.	
hasCadastralNumber	Объектный	<b>Имеет кадастровый номер.</b> Площадной объект может иметь кадастровый номер	Домен: Площадной объект Диапазон: Кадастровый номер
includedIn	Объектный	<b>Входит в.</b> Дополнительно к hasNestedObject позволяет указывать полное физическое включение (не может выходить за пределы), что данный индивид является частью другого в границах родительского класса.	Домен: Физический объект Диапазон: Физический объект
hasLand	Объектный	<b>Расположен на земельном участке.</b>	Домен: Физический объект Диапазон: Пространство
hasWorkType	Объектный	<b>Имеет вид работ.</b> Например, в капитальном ремонте.	Домен: Капитальный ремонт Диапазон: Тип работ
adjoin	Объектный	<b>Примыкание.</b> В сетевых объектах позволяет указать плотное примыкание двух объектов.	Домен: Сетевой объект Диапазон: Сетевой объект
hasDocument	Объектный	<b>Имеет документ.</b> Позволяет сохранить ссылку на законодательный акт или иной регулирующий документ.	Домен: Физический объект Диапазон: Document
hasArea	Литеральный	<b>Имеет площадь.</b> Свойство будет объединять семейство для обозначения разных площадей: общая, жилых помещений, нежилых помещений, помещений, входящих в состав общего имущества	Домен: Площадной объект Диапазон: Дробное число
hasValue	Литеральный	<b>Имеет литеральное значение.</b> Используется для указания литерального значения в классификаторе.	Домен: Все классы. Диапазон: Строка

hasDescription	Литеральный	<b>Имеет описание.</b> Полное текстовое описание сущности.	Домен: Все классы. Диапазон: Строка
hasCode	Литеральный	<b>Имеет код.</b> Используется для классификаторов, в которых элементы имеют уникальный идентификатор.	Домен: Все классы. Диапазон: Строка.
hasLivingObjectParameter	Литеральный	<b>Группа характеристик жилых домов.</b>	Домен: Жилой объект Диапазон: нет
hasBuildingParameter	Литеральный	<b>Группа характеристик сооружений.</b>	Домен: Сооружения Диапазон: нет
hasTransportParameter	Литеральный	<b>Группа характеристик транспортных объектов.</b>	Домен: Элемент транспортной инфраструктуры. Диапазон: нет
hasArchParameter	Литеральный	<b>Группа характеристик элементов благоустройства.</b>	Домен: Элемент благоустройства. Диапазон: нет
hasNetParameter	Литеральный	<b>Группа характеристик сетевых объектов.</b>	Домен: Сетевой объект. Диапазон: нет

## 6. Классы модели

### 6.1. Площадные и точечные объекты

Данные классы являются подклассами «Физических объектов». Все объекты городской среды, которые можно ограничить замкнутой линией (полигоном) или несколькими полигонами (мультиполигон) должны быть представлены Площадным объектом. Для площадного объекта параметр площади имеет существенное значение с точки зрения исполняемой их функций. Также к площадным объектам обычно не относятся объекты, чья площадь менее 2 квадратных метров. Ряд объектов определены стандартом как обязательно «площадные» или обязательно «точечные». Для точечных объектов обычно площадь не имеет значения (например, светофор). Однако учитывая основополагающие принципы разработки онтологий, один и тот же объект может быть одновременно площадным и точечным, если есть

необходимость использовать его в обоих вариантах. Некоторые особенности работы с площадными классами описаны ниже:

- Несколько полигонов (мультиполигонов) не обязательно должны примыкать друг к другу.
- Полигоны не могут быть вложенными (не предусмотрена возможность вычитания меньшего полигона из большего в случае совпадения границ). Вложенность объектов определяется через отношения.
- К Площадному объекту не относятся линейные объекты и дороги, а также некоторые другие элементы транспортной инфраструктуры. Эти объекты относятся к Сетевым объектам и на картах обычно также представлены линиями.

Перечень площадных классов представлен в табл. 3

Таблица 3. Перечень площадных классов

Название	Описание	Подклассы
Пространство (Space)	Относятся все пространства, естественного или искусственного происхождения, которые имеют официальный статус или нет, имеют привязку к земле. У пространств может быть правовой регламент. Обычно для пространств не важна характеристика “высоты” (то есть все что начинается от земли и не ограничено в высоту). <b>У пространства должна быть площадь.</b>	AdministrativeUnit Land Territory
Единица административного деления (AdministrativeUnit, АД)	Представление административно-территориального деления РФ на основе классификаторов ОКАТО (регионы, районы, города и пр.) и ОКТМО (муниципальные образования). <b>Должно быть название и связь с классификатором. Все городские объекты обычно связаны с АД через класс Адрес.</b>	Country - Страна Region - Регион District - Район Municipality - Муниципальное образование FederalOkrug - Федеральный округ
Земельные участки (Land)	Территории с определенным правовым статусом, обычно меньше чем элементы АД. Обычно имеется в одном из	Кадастровый участок (CadastralParcel)

	официальных регистров и имеет уникальный номер (например, кадастровый номер для кадастровых участков).	
Территории (Territory)	Иные территории, которые не представлены в законодательстве (без правового статуса).	Кварталы (Block)
Кварталы (Block)	Кварталы	Нет
Сооружения (Building)	Созданные человеком конструкции, имеющие высоту и находящиеся на земле. Обычно имеют правовой статус (отдельно определен класс самовольных построек). Обычно имеют имущественный характер.	TemporalBuilding - временные сооружения Garage - гаражи CapitalConstruction - объекты капитального строительства
Временные сооружения (TemporalBuilding)	Постройки некапитального характера, без фундамента, в конструктивных характеристиках которых предусмотрена возможность их разборки (демонтажа) и перемещения без несоразмерного ущерба их назначению, и права на которую не подлежат государственной регистрации.	Нет
Гараж (Garage)	Класс отражает все гаражные объекты - помещение для стоянки, а иногда и ремонта автомобилей, мотоциклов и других транспортных средств. Может быть как частью жилого дома (встроенно-пристроенные гаражи) так и отдельным строением. Парковочные места на общественных и частных парковках общего доступа не относятся к этому классу.	Нет
Объекты капитального строительства (CapitalConstruction)	Жилые и иные здания (функция “жилого” определяется функциональным объектом). ОКС имеют фундамент (или иную конструкцию, жестко связывающую его с землей).	Нет

Пример реализации описания многоквартирного дома отражено в Приложении 1 в формате TTL и Приложении 2 в формате OWL и частично на рис.

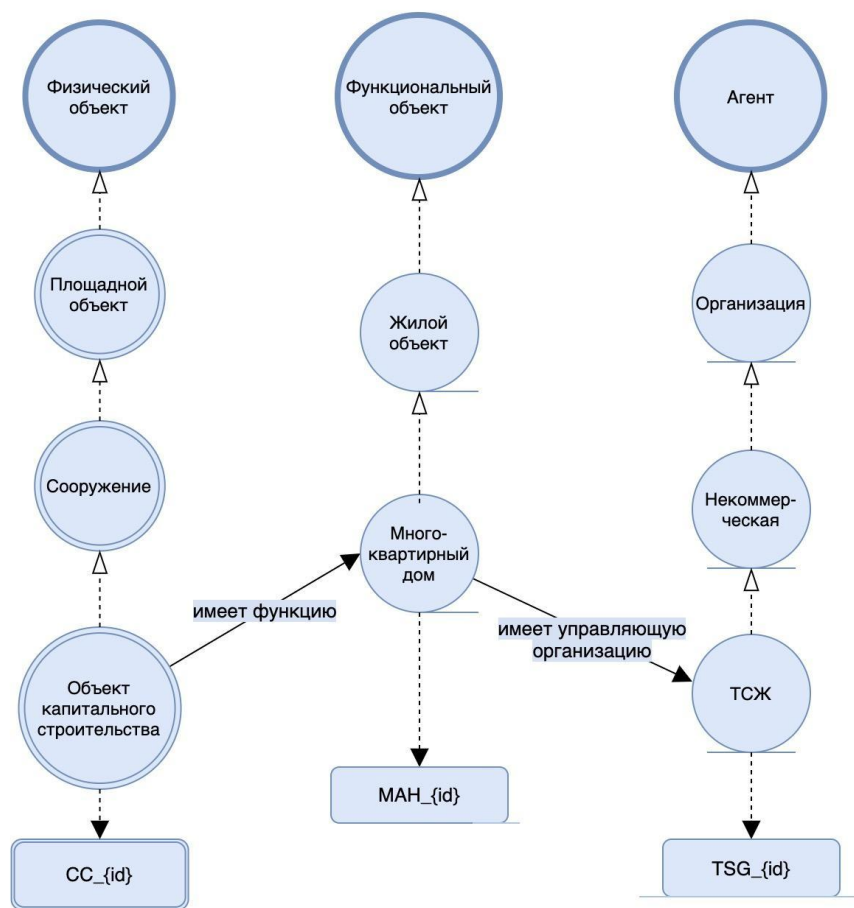


Рис.6.1.1 Иерархия классов и индивидов базовой триады ОЦМГ

## 6.2.Административно-территориальное деление

Класс единиц административно-территориального деления (АТД) РФ включает следующие подклассы:

- *Country* - Страна
- *Region* - Регион
- *District* - Район
- *Municipality* - Муниципальное образование
- *FederalOkrug* - Федеральный округ

Описанная схема представления АТД является достаточно универсальной и может быть использована для других стран. Она расширяема и позволяет учитывать специфику общероссийских



классификаторов ОКАТО<sup>19</sup> (Общероссийский классификатор объектов административно-территориального деления) и ОКТМО<sup>20</sup> (Общероссийский классификатор территорий муниципальных образований). В табл. 4 перечислены используемые подклассы.

Таблица 4. Подклассы АТД

Название	Описание	Подклассы
Страна	Соответствует международной классификации ООН	Нет. Представлен единственный индивид – Россия.
Регион	Субъекты РФ. Соответствует 1-му уровню классификатора ОКАТО	Republic - республика Kray - край Oblast - область FederalCity - город федерального значения AutonomousOblast - автономная область AutonomousOkrug - автономный округ, входящий в состав РФ
Район	Соответствует 2-му или 3-му уровню классификатора ОКАТО. Для 4-го уровня требуется дополнить соответствующими подклассами.	AutonomousOkrug_District - автономные округа, входящие в состав края или области Region_District - районы республики, края, области, автономной области, автономного округа, входящего в состав Российской Федерации, внутригородские районы, округа города федерального значения Region_City - города республиканского, краевого, областного значения Intracity_District - внутригородские районы, округа города республиканского, краевого, областного значения District_City - города районного значения VillageCouncil - сельсоветы
Муниципальное образование	Соответствует классификатору ОКТМО	MunicipalDistrict - муниципальные районы MunicipalOkrug - муниципальные округа, городские округа, городские округа с внутригородским делением

19

[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_35362/fe0fcde01af39800bd620af2a8e83bd5634875f4/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_35362/fe0fcde01af39800bd620af2a8e83bd5634875f4/)

20

[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_62771/5679990f179c217d112eee7fada7eb9d4c87cca6/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_62771/5679990f179c217d112eee7fada7eb9d4c87cca6/)

		IntracityMunicipality - внутригородские территории (внутригородские муниципальные образования) городов федерального значения UrbanSettlements - городские поселения IntracityAreas - внутригородские районы RuralSettlements - сельские поселения AutonomousOkrugMunicipality - автономные округа муниципалитетов InterSettlementTerritory - межселенная территория UrbanDistrict - городской округ
Федеральный округ	Федеральный округ	Подклассов нет, но в онтологии представлены индивиды: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Центральный Федеральный Округ</li> <li>• Северо-Западный Федеральный Округ</li> <li>• Южный Федеральный Округ</li> <li>• Северо-Кавказский Федеральный Округ</li> <li>• Приволжский Федеральный Округ</li> <li>• Уральский Федеральный Округ</li> <li>• Сибирский Федеральный Округ</li> <li>• Дальневосточный Федеральный Округ</li> </ul>

Классификатор ОКАТО и ОКТМО устроен по принципу кодирования четырех уровней. Пример:

- сельский населенный пункт хутор Николаенко , который имеет код ОКАТО 03205557002
- 03 (1 и 2 разряды) Кодирование объектов 1-го уровня классификации (Краснодарский край)
- 205 (3, 4, 5-й разряды) - Кодирование объектов 2-го уровня классификации (Апшеронский р-н)
- 557 (6, 7, 8-й разряды) - Кодирование объектов 3-го уровня классификации (поселок городского типа Нефтегорск)
- 002 (9, 10, 11-й разряды) Кодирование объектов 4-го уровня классификации. Может отсутствовать, но в данном примере это «сельский населенный пункт х Николаенко Апшеронского района Краснодарского края».

Для кодирования АТД необходимо использовать индивиды, представляющие вышеозначенную классификацию:

- Индивид District\_City описывает Нефтегорск (3-й уровень), в его состав входит

хутор Николаенко (тоже District\_City, но 4 уровень). Это все подклассы District.

- "Апшеронский район" – это индивид класса Region\_District (подкласс District), который в свою очередь входит в "Краснодарский край" (индивид класса Край, подкласса Region) ;
- каждый из них также имеет свой ОКАТО с именами индивидов ОКАТО\_03205557002, ОКАТО\_03205557000, ОКАТО\_03205000000, ОКАТО\_03000000000 соответственно. Полный код представлен в приложении 3.

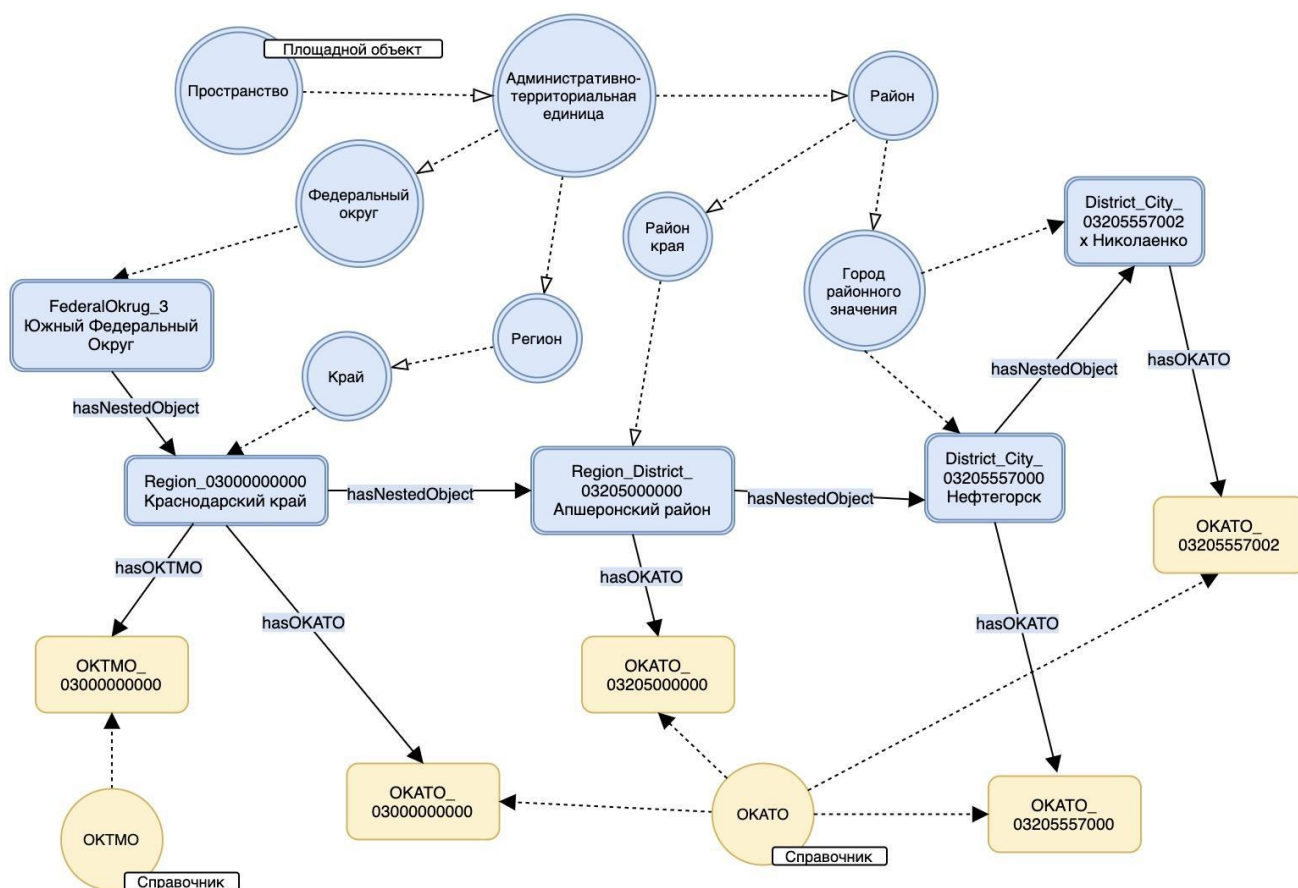


Рис.6.2.1 Иерархия классов и индивидов АТД

### 6.3.Адрес

Класс «Адрес» имеет подкласс «Улица». Физический объект связан с Адресом с помощью отношения hasAddressObj. Адрес связан с АТД с помощью отношения hasAdmUnit и с улицей (проспектом, переулком и пр.) с помощью отношения hasStreet. hasAddressObj это объектное отношение верхнего уровня, у которого есть два дочерних отношения (hasAdmUnit,

hasStreet). Также имеется литеральное отношение hasAddress, у которого дочерними являются hasHouseNumber, hasKorpus, hasLitera. Схематически эти отношения можно изобразить на схеме:

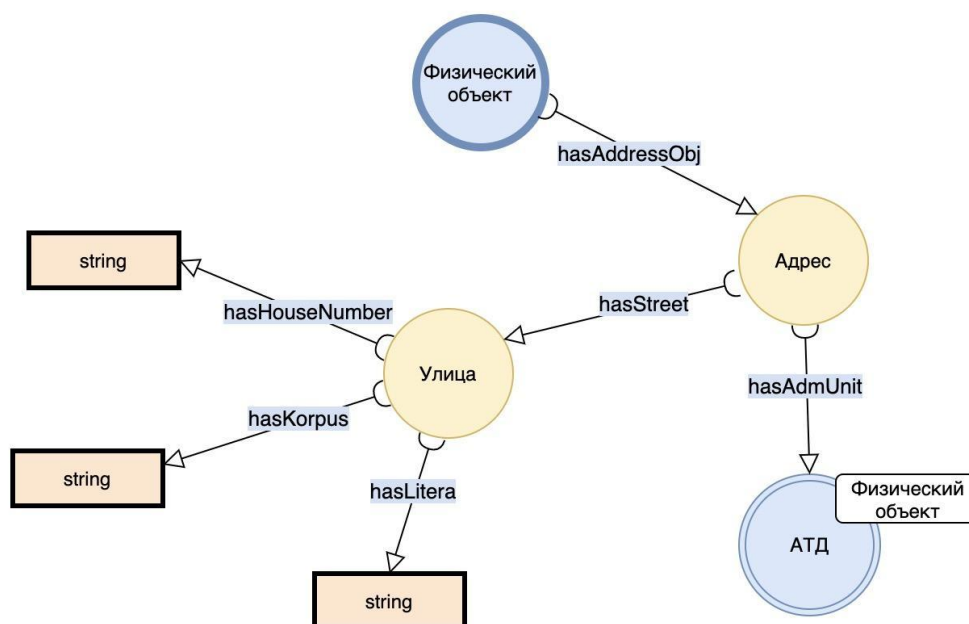


Рис.6.3.1 Представление адресов в онтологии

## 6.4.Кадастровый реестр

Большинство общероссийских реестров может быть записано по аналогии. « ) – это базовый класс для описания всех сущностей КР. Каждый элемент КР – это индивид класса «Кадастровый номер» (CadastrеNumber). Этот класс также имеет подклассы, которые также связаны с ним соответствующими отношениями.

Подклассы:

- Кадастровый округ (CadastralOkrug)
- Кадастровый район (CadastralDistrict)
- Кадастровый квартал (CadastralBlock)

Отношения:

- «Имеет кадастровый округ» (hasCadastralOkrug)
- «Имеет кадастровый район» (hasCadastralDistrict)
- «Имеет кадастровый квартал» (hasCadastralBlock)

Каждый из подклассов имеет литеральные отношения hasClassificationCode:

- hasCode - цифровое значение кода
- hasValue - содержит человеко-читаемое значение кода

Кадастровый участок (CadastralParcel) связан с кадастровым номером отношением «Имеет кадастровый номер» (hasCadastralNumber):

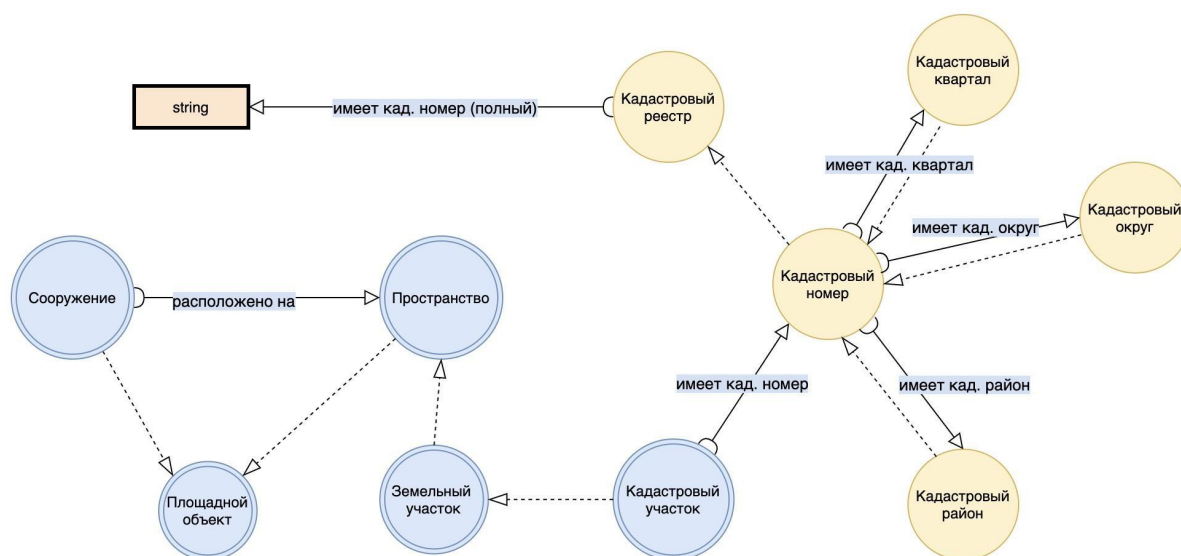


Рис.6.4.1 Представление кадастра в онтологии

## 6.5. Жилые объекты

Описание жилых объектов разделено между двумя индивидами: класса «Объект капитального строительства» (ОКС) и «Жилой объект». В табл.5 приведены отношения для ОКС, в табл. 6 – для многоквартирного дома. На рис. изображена схема отношений и задействованных классов с примерами имен ключевых индивидов. В приложении 1 и 2 приведена структура индивидов в формате TTL и OWL. В приложении 5 кейсы возможного выявления новых связей.

Таблица 5. Отношения для объектов капитального строительства

Тип	Название	Описание
Integer	hasHeight	Высота

DataTime	hasYearConstuction	Год постройки
Integer	hasStairsAmount	Количество лестниц
Integer	hasLiftAmount	Количество лифтов
String	hasAddress	Адрес
DataTime	hasYearRepair	Последний год ремонта
String	hasBuildingDescription	Описание сооружения
Integer	hasFloors	Количество этажей
Integer	hasMaxFloors	Количество этажей (максимально) - наследуемое от hasFloors свойство
Integer	hasMinFloors	Количество этажей (минимально)
MajorRenovation	hasMajorRenovation	Атрибут отправляет на индивид класса MajorRenovation и отображает данные о прошедшем в сооружении капитальном ремонте
Land	hasLand	Атрибут отправляет на индивид класса Land, таким образом соотнося сооружение и определенным земельным участком
CadastralNumber	hasCadastralNumber	Кадастровый номер
boolean	hasFailureStatus	Является ли сооружение аварийным

Таблица 6. Отношения для жилых объектов

Тип	Название	Описание
boolean	hasAutoBoilerRoom	Наличие автономной котельной
boolean	hasCentralHotWaterGas	Наличие горячего водоснабжения от газовых колонок
boolean	hasCentralHotWaterWoods	Наличие горячего водоснабжения от дровяных колонок
boolean	hasNotCentralGas	Наличие не центрального газоснабжения
boolean	hasStoveHeating	Наличие печного отопления

boolean	hasCentralGas	Наличие центрального газоснабжения
boolean	hasCentralHotWater	Наличие центрального горячего водоснабжения
boolean	hasCentralHeating	Наличие центрального отопления
boolean	hasCentralElectricity	Наличие центрального электроснабжения
Integer	hasInhabitableArea	Площадь жилых помещений
Integer	hasUninhabitableArea	Площадь нежилых помещений
Integer	hasCommunalFacilitiesArea	Площадь помещений, входящих в состав общего имущества
Integer	hasResidentNumber	Количество проживающих
BuildingSeries	hasBuildingSeries	Серия здания, отсылающая на объект одноимённого класса
PublicObject	hasPublicAmenity	Какими элементами благоустройства обладает жилой объект. Данный атрибут отсылает на объект другого класса (например класса “спортивный объект”)
Integer	hasAgeGroupPercentage	Процент жителей по возрасту
Integer	hasSocialGroupPercentage	Процент жителей по социальной группе
Integer	hasRooms	Группа атрибутов, каждый из которых отражает количество квартир с заданным количеством комнат (от 1 до 7)
Integer	hasRoomsCommunal	Группа атрибутов, каждый из которых отражает







	классе CityGML <sup>21</sup> .	<p>Railway - железная дорога.</p> <p>Pedestrian - Пешеходная зона.</p> <p>Square - Площадь.</p>
<p>Проезжая Часть (TrafficArea)</p>	<p>Класс Проезжая Часть отражает элементы дороги или дорожного сооружения, предназначенные для движения транспортных средств, а также сопутствующая ей инфраструктура передвижения людей на транспортных средствах и пешеходов. Обозначает отношение TransportationComplex к его частям, которые являются зонами движения. Элемент TrafficArea должен содержать ссылку на объект TrafficArea или содержать встроенный объект TrafficArea, но ни то, ни другое. Кроме механических транспортных средств, по проезжей части могут двигаться также велосипеды и мопеды (в случае отсутствия велосипедных дорожек), а также пешеходы (в случае отсутствия тротуаров и обочин или невозможности движения по ним). С проезжей частью может быть совмещён рельсовый путь для движения железнодорожного транспорта. При отсутствии обочин проезжая часть предназначена и для остановки/стоянки транспортных средств. За основу взят класс CityGML<sup>22</sup>.</p>	<p><b>Crosswalk</b> - Пешеходный переход — специальная область на проезжей части дороги, выделенная для перехода пешеходов на другую сторону улицы или дороги, либо искусственное сооружение над или под проезжей частью для тех же целей. Согласно правилам дорожного движения, пешеходный переход обычно обозначен специальными дорожными знаками или разметкой.</p> <p><b>Sidewalk</b> - Тротуар является элементом благоустройства улиц, дорог, предназначенный для движения пешеходов и примыкающий к проезжей части или к велосипедной дорожке либо отделенный от них газоном на основании ст. 1 ПДД Правил дорожного движения и п. 5 ст. 3 Федерального закона от 08.11.2007 № 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах».</p>
<p>Вспомогательная зона</p>	<p>За основу взят класс онтологии CityGML<sup>23</sup>. Это поверхности, на</p>	<p>FillingStation - Заправочная станция.</p>

<sup>21</sup> <http://www.opengis.net/citygml/transportation/2.0/TransportationComplex>

<sup>22</sup> <http://www.opengis.net/citygml/transportation/2.0/TrafficArea>

<sup>23</sup> <http://www.opengis.net/citygml/transportation/2.0/AuxiliaryTrafficArea>

(AuxiliaryTrafficArea)	<p>которых фактически нет движения, но которые принадлежат транспортной системе. Примерами являются бордюрные камни, дорожная разметка и полосы газона.</p>	<p>PetrolFillingStation - Бензозаправочная станция.</p> <p>AutogasFillingStation - Газозаправочная станция.</p> <p>ChargingStation - Электрозаправка.</p> <p>MetroEntranceHall - Наземный вестибюль станции метро.</p> <p>Stop - Остановка общественного транспорта.</p> <p>TrafficLight - Светофор</p>
------------------------	---	---

#### Дополнительные классы:

- Велосипедная дорожка (BikeRoad) — часть дороги общего пользования, или самостоятельные дороги (дорожки), предназначенные преимущественно для движения велосипедов.
- Пассажирское транспортное средство (PublicVehicle) - Класс представляет пассажирские транспортные средства - категория М согласно техническому регламенту Таможенного союза "О безопасности колёсных транспортных средств". В качестве физического объекта используется класс «Движимый объект».
- Дорожный знак (RoadSign)

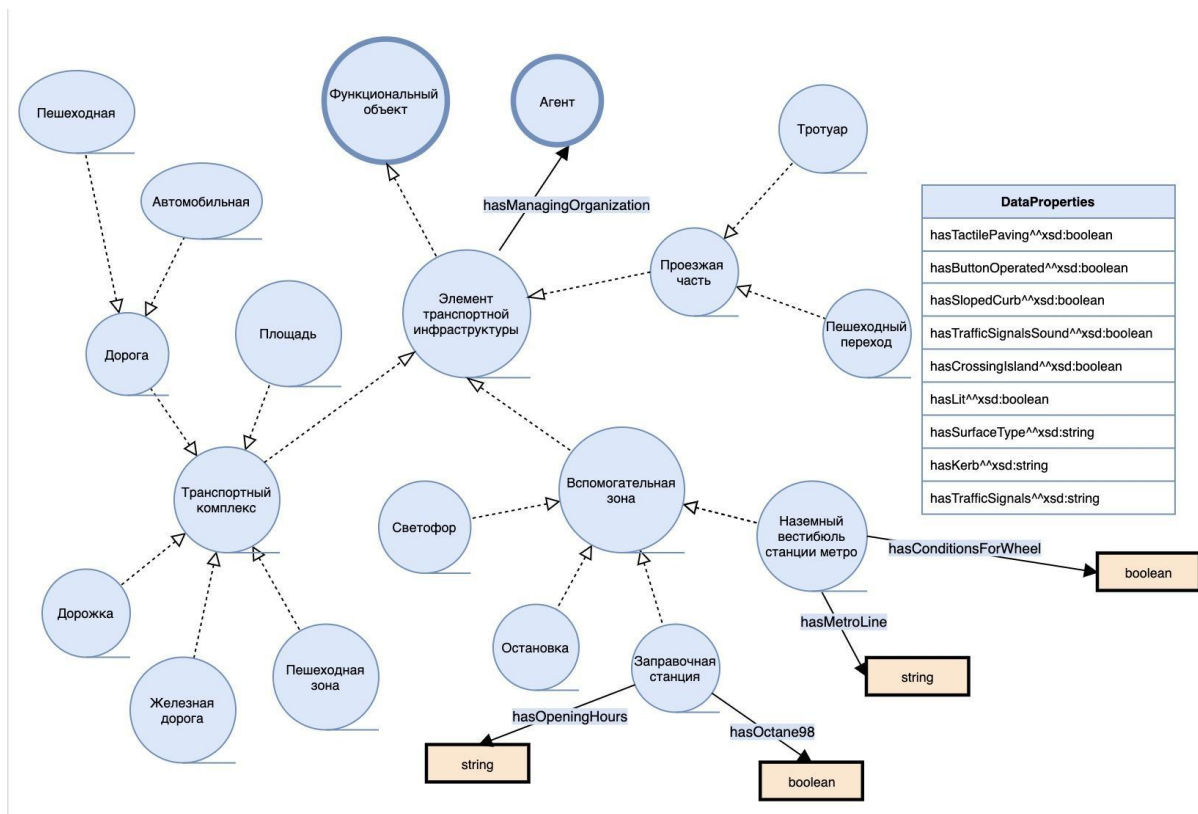


Рис.6.6.1 Элементы транспортной инфраструктуры в онтологии

## 6.7.Элементы благоустройства

Элементы благоустройства распределены по разным классам, так как обычно имеют разное назначение/функции (например, уличные спортивные сооружения, зеленые насаждения и просто уличная мебель являются элементами благоустройства). В виду разнородности данного вида элемента городского хозяйства, каждый индивид может быть представителем сразу нескольких классов (множественное наследование). Для точечных элементов благоустройства добавлен специальный класс «Элемент благоустройства» (ArchitectureElement) и все индивиды элементов благоустройства должны также наследоваться от него. В табл. 8 выделены основные элементы благоустройства (по группам) и описаны основные подходы реализации и классы, которые отвечают за их представление. На рис. 6.7.1 показан пример на основе «Скамьи».

Таблица 8. Элементы благоустройства

	Название	Описание	К какому классу относится
1	Озеленение	<i>Дерево</i>  <i>Куст</i>	Является подклассом «Зеленое насаждение» (Функциональный объект - Природный объект – Зеленый объект), а также подклассом Точечного объекта
		<i>Вертикальное озеленение</i> (представлено точечным объектом и имеет площадь вертикальной поверхности).	Находится в «Уличной мебели» (Функциональный объект – Социальный объект – Общественный объект)
		<i>Крышное озеленение</i> (площадной объект, имеет значение общей площади озеленения)	Является подклассом «Зеленое насаждение» и «Поверхности» (Площадной объект)
2	Покрытия	Покрытия поверхности обеспечивают условия безопасного и комфортного передвижения, а также - формируют архитектурно-художественный облик среды. Для целей благоустройства территории рекомендуется определять следующие виды покрытий: твердые (капитальные, например, из асфальтобетона); мягкие (некапитальные); газонные; комбинированные (например, плитка, утопленная в газон и т.п.).	Находятся с отдельном классе «Покрытия» («Компонент» в «Физическом объекте»). На данный момент в стадии разработки.
3	Сопряжения поверхностей	К элементам сопряжения поверхностей обычно относят различные виды бортовых камней, пандусы, ступени, лестницы.	Находятся с отдельном классе «Покрытия» («Компонент» в «Физическом объекте»). На данный момент в стадии разработки.
4	Ограждения	В целях благоустройства могут использоваться различные виды ограждений, которые различаются: по назначению (декоративные, защитные, их	В зависимости от назначения могут находиться в классе “Элементы транспортной инфраструктуры”,

		сочетание), высоте, виду материала, проницаемостью для взгляда (прозрачные, глухие), стационарностью (постоянные, временные, передвижные).	“Общественном объекте” и пр.
5	Малые архитектурные формы (МАФ)	К ним относятся:	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>● элементы монументально-декоративного оформления,</li> </ul>	Могут быть в разных классах.
		<ul style="list-style-type: none"> <li>● устройства для оформления мобильного и вертикального озеленения,</li> </ul>	Описано выше.
		<ul style="list-style-type: none"> <li>● водные устройства,</li> </ul>	Например, фонтаны и питьевые фонтаны находятся в «Уличной мебели»
		<ul style="list-style-type: none"> <li>● городская мебель,</li> </ul>	Находится в «Уличной мебели».
6	Игровое и спортивное оборудование	Игровое и спортивное оборудование на территории муниципального образования представлено игровыми, физкультурно-оздоровительными устройствами, сооружениями и (или) их комплексами.  Например, представлены:	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>● Детские игровые площадки как отдельный класс</li> </ul>	Находятся в «Общественном объекте»
		<ul style="list-style-type: none"> <li>● Спортивный площадки как отдельный класс</li> </ul>	Находятся в «Спортивном объекте»

		<ul style="list-style-type: none"> <li>● Скалодром, как подкласс спортивной площадки (для примера)</li> </ul>	Находятся в класса «Дворовая спортивная площадка»
7	Освещение	В различных градостроительных условиях рекомендуется предусматривать функциональное, архитектурное и информационное освещение с целью решения утилитарных, светопланировочных и светоконпозиционных задач, в т.ч. при необходимости светоцветового зонирования территорий муниципального образования и формирования системы светопространственных ансамблей.	Находятся в разных классах, в зависимости от функции.
8	Средства наружной рекламы и информации	В основном находятся в классе «Уличной мебели».	Например «Информационный щит» и «Рекламный щит».
9	Некапитальные нестационарные сооружения	Некапитальными нестационарными обычно являются сооружения, выполненные из легких конструкций, не предусматривающих устройство заглубленных фундаментов и подземных сооружений - это объекты мелкорозничной торговли, попутного бытового обслуживания и питания, остановочные павильоны, наземные туалетные кабины, боксовые гаражи, другие объекты некапитального характера.	Зачастую это подкласс «Временные сооружения», которые находятся в классе «Сооружений» (Площадной объект)
10	Площадки	Имеются следующие виды площадок: для игр детей, отдыха взрослых, занятий спортом,	В различных классах

		установки мусоросборников, выгула и дрессировки собак, стоянок автомобилей.	
--	--	---	--

На рис. 6.7.1 показан пример класса «Скамья», который имеет 3 индивида, добавленные в онтологию (спец. обозначение стрелки с круглым окончанием вправо). Также скамья имеет индивид с именем «B\_{id}». Скамья является подклассом сразу двух классов: «Элемент благоустройства» и «Уличная мебель». «B\_{id}» имеет отношение hasFunction с одним из индивидов класса Скамьи, указывая таким образом что это встроенная скамья.

Все **отношения** с элементами благоустройства обычно связаны с подклассами «Физических объектов» (класс «Элемент благоустройства»), а не «Функциональными объектами» (на них диапазон не распространяется, в отличие например от многоквартирных домов, в которых отношения поделены между классами «Сооружения» и «Жилого объекта» с помощью доменов и диапазонов). Это показано на примере рис. 6.7.2.

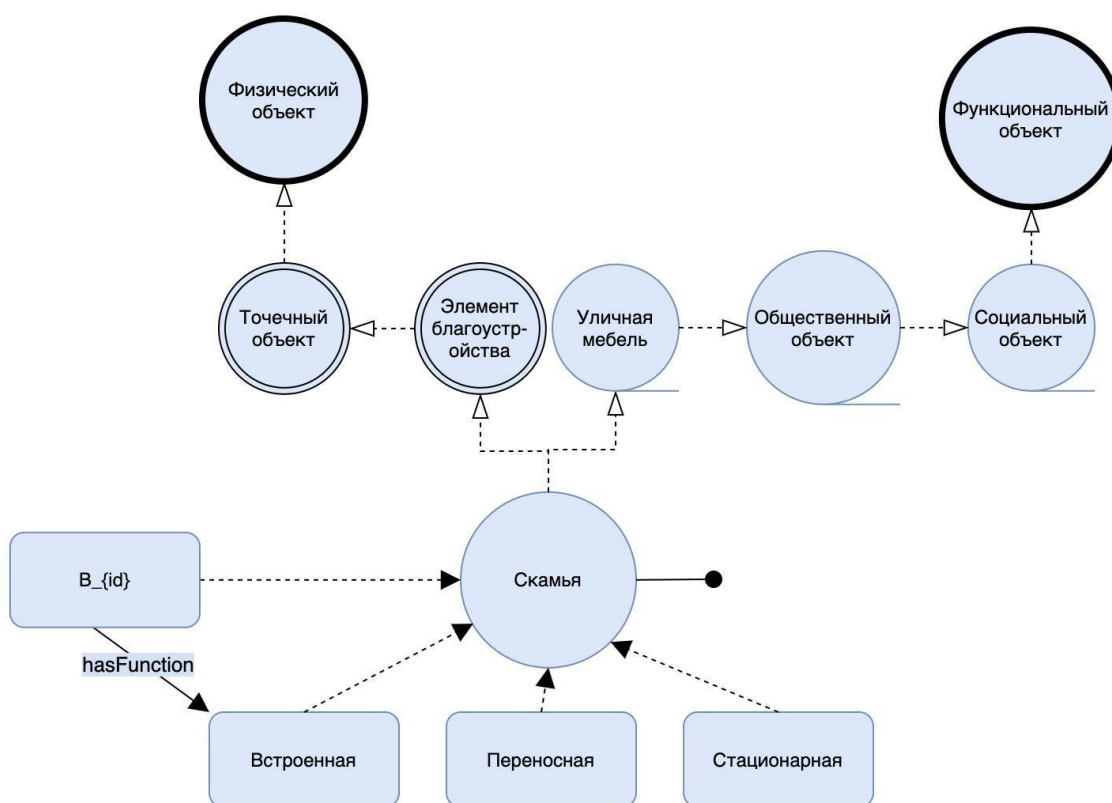


Рис.6.7.1. Пример множественного наследования в реализации индивидов «Элементов

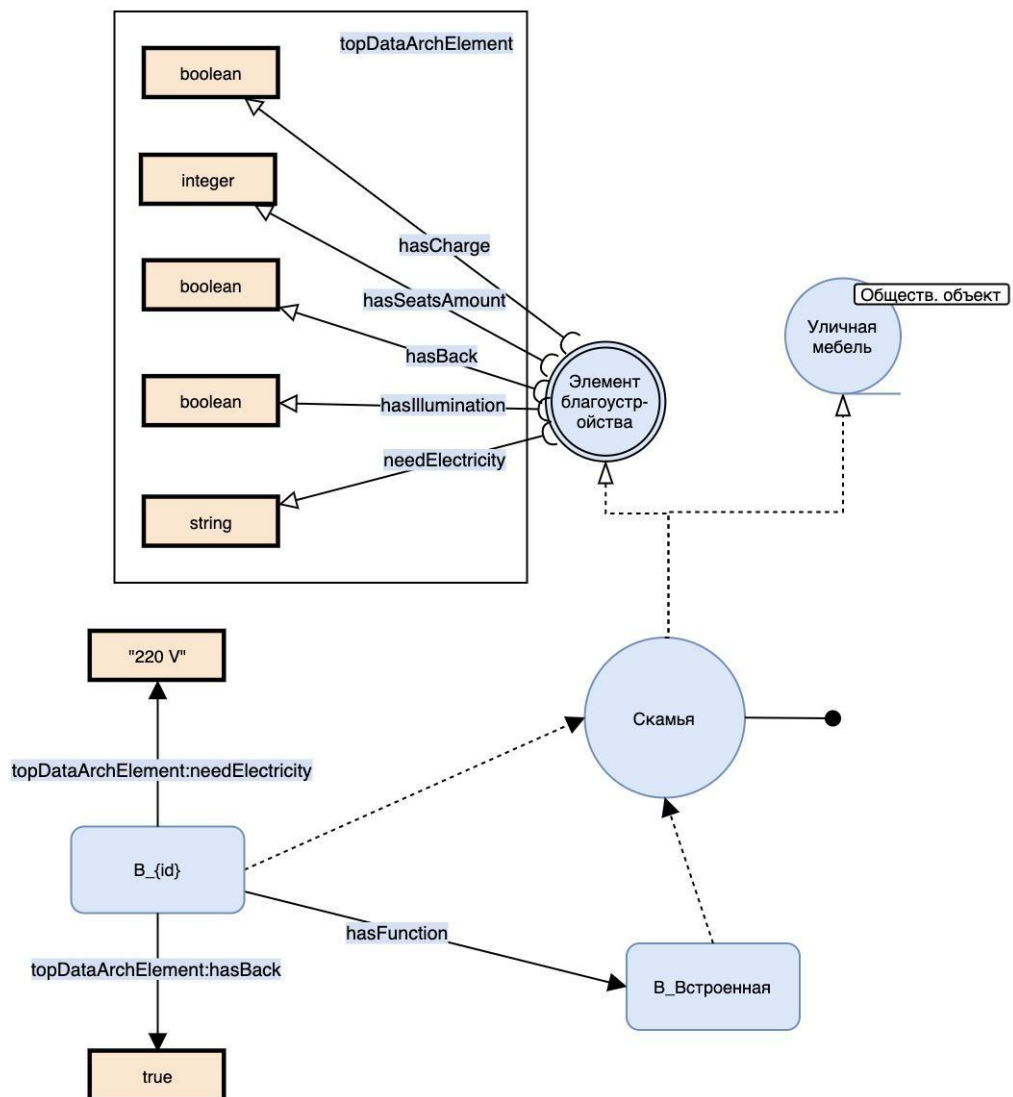


Рис.6.7.2. Применение отношений в индивидах «Элементов благоустройства»

## 6.8. Объекты природного характера

Выделение объектов природного характера происходило на основе законов ЗНОП (зеленые насаждения общего пользования) и ООПТ (особо охраняемых природных территориях)<sup>24</sup>. На выбор ключевых понятий (классов) повлияла также практика формирования так называемого «зеленого

<sup>24</sup> Федеральный закон от 14 марта 1995 г. N 33-ФЗ "Об особо охраняемых природных территориях"



пояса» города<sup>25</sup>, возможность оценки экологического влияния и формирования природно-экологического каркаса территории<sup>26</sup>. Иерархия классов содержит достаточно разнородные сущности, что позволяет описать различные категории природных объектов и их возможное использование. Принципы классификации объектов описаны в табл. 9, отношения в табл. 10. На рис.6.8.1 показан пример реализации.

Табл. 9. Принципы классификации объектов природного характера

	Классификация	Описание и примеры	Классы
1	По типу природного объекта (площадные)	Разделение на водные, зеленые объекты, почвы и воздух	<p>Класс «Почва»,</p> <p>Класс «Воздушное пространство»</p> <p>Класс «Водный объект» содержит:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Резервуар</li> <li>● Озеро</li> <li>● Пруд</li> <li>● Река</li> </ul> <p>Класс «Зеленый объект» содержит:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Лесной массив (виды лесов)</li> <li>● Парк</li> <li>● Сад</li> <li>● Сквер (и виды скверов)</li> <li>● Зеленое насаждение</li> <li>● Крышное озеленение</li> <li>● Бульвар</li> <li>● ЗНОП</li> </ul>
2	Отдельно стоящие объекты (точечные)	Дерево, куст, клумба (как элемент благоустройства)	Класс «Зеленое насаждение»
3	Отношение в законе к ЗНОП	Индивиды, относящиеся к ЗНОП, должны быть	

<sup>25</sup> [https://ru.wikipedia.org/wiki/Зелёная\\_зона](https://ru.wikipedia.org/wiki/Зелёная_зона)

<sup>26</sup> <http://terraplan.ru/arhiv/55-1-31-2011/938-630.html>

		экземплярами этого класса	
4	Отношение в законе к ООПТ	Индивиды, относящиеся к ООПТ должны быть экземплярами этого класса	

Табл. 10. Некоторые отношения, связанные с природными объектами

	Название	Тип	Описание
1	topDataNature	-	Верхнеуровневое литеральное отношение для всех природных объектов
2	hasCoastalProtectiveStrip	double	Прибрежная защитная полоса (для водных объектов)
3	hasWaterSafeZone	double	Водоохраняемая зона (для водных объектов)
4	hasLength	double	Длина
5	topEcologyParam	-	Верхнеуровневое литеральное отношение экологических характеристик
6	hasRadioactivePollution	double	Радиоактивное загрязнение
7	hasPM10value	double	Значение показателя PM10
8	hasPM25value	double	Значение показателя PM2.5

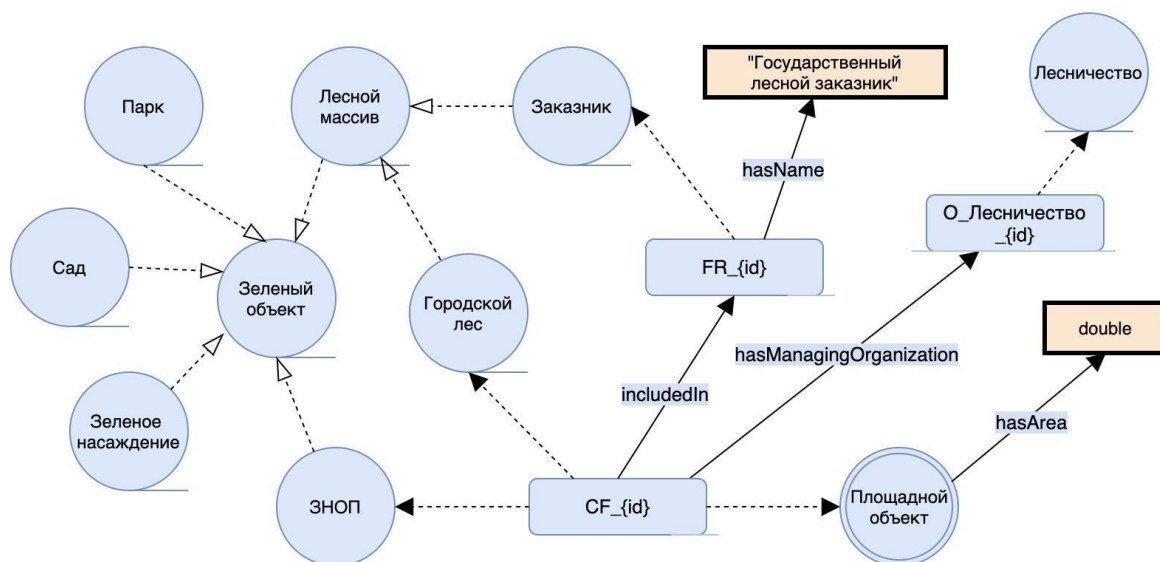


Рис.6.8.1. Классы, индивиды и отношения в «Природных объектах»

## 6.9.Объекты групп населения

В онтологию добавлены группы населения.

Население моложе трудоспособного возраста

(UnderWorkingAgePopulation):

- Дети до-детсадовского возраста (раннее детство от 1 до 3 лет)
- Дети дошкольного возраста (от 3 до 7 лет)
- Дети младшего школьного возраста (от 7 до 11 лет)
- Младенцы (от 0 до 1 года)
- Подростки младшего возраста (от 12 до 15 лет)
- Подростки старшего возраста (от 15 до 18 лет)

Население с ограниченными возможностями (DisabledPopulation):

- Лица с инвалидностью по зрению
- Лица с ограниченными возможностями передвижения

Население старше трудоспособного возраста

(UpwardWorkingAgePopulation):

- Молодые пенсионеры (65 - 75 лет)

- Пенсионеры старших возрастов (старше 75 лет)

#### Население трудоспособного возраста (WorkingAgePopulation):

- Беременные женщины
- Горожане с детьми до-детсадовского возраста (от 1 до 3 лет)
- Горожане с детьми дошкольного возраста (от 3 до 7 лет)
- Горожане с детьми младшего школьного возраста (от 7 до 11 лет)
- Горожане с младенцами (от 0 до 1 года)
- Горожане, временно пребывающие в городе
- Молодые работающие горожане (до 30 лет)
- Работающие горожане предпенсионного и пенсионного возраста (61-70 лет)
- Работающие горожане среднего возраста (от 31 до 40 лет)
- Работающие горожане старшего возраста (от 41 до 60 лет)
- Самозанятые горожане
- Студенты и учащиеся

#### Туристы (TouristPopulation):

- Неорганизованные туристы
- Приезжие к мероприятиям
- Приезжие по рабочим вопросам
- Туристы в составе организованных групп

#### Дополнительные группы горожан (OtherPopulationGroups)

- Автовладельцы
- Велосипедисты
- Верующие
- Владельцы домашних животных
- Горожане, ведущие здоровый образ жизни
- Горожане, ведущие раздельный сбор мусора
- Пользователи общественного транспорта
- Трудовые мигранты

## 6.10. Иные функциональные объекты

Табл. 11. Функциональные объекты, за исключением перечисленных в других разделах

	Название	Подклассы	Описание
1	Военный объект	<ul style="list-style-type: none"><li>• Военный учебный объект</li><li>• Казарма</li></ul>	Не секретные объекты, находящиеся на общедоступной карте города.
2	Жилой объект	<ul style="list-style-type: none"><li>• Высотное жилое строение</li><li>• Квартира</li><li>• Многоквартирный дом</li><li>• Таунхаус</li><li>• Частный дом</li></ul>	Объекты, которое состоят из комнат, а также помещений вспомогательного использования, предназначенных для удовлетворения гражданами бытовых и иных нужд, связанных с их проживанием в таком здании.
3	Промышленный объект	<ul style="list-style-type: none"><li>• Завод</li><li>• Энергетический объект</li></ul>	Объекты отражают предприятия, их цеха, участки, площадки, используемые для осуществления деятельности в сфере промышленности.
4	Социальный объект	<ul style="list-style-type: none"><li>• Коммерческий объект</li><li>• Культурный объект</li><li>• Медицинский объект</li><li>• Образовательный объект</li><li>• Общественный объект</li><li>• Религиозный объект</li><li>• Спортивный объект</li></ul>	Объекты инфраструктуры доступные для пользования всеми членами общества.
4.1	Коммерческий объект	<ul style="list-style-type: none"><li>• Гостиница</li><li>• Деловой центр</li><li>• Магазин</li><li>• Общепит</li><li>• Рынок</li><li>• Торговый центр</li></ul>	Объекты предназначенные для продажи товаров и услуг, а также осуществления иных видов коммерческой деятельности.
4.2	Культурный объект	<ul style="list-style-type: none"><li>• Боулинг</li><li>• Выставочный зал</li><li>• Кинотеатр</li></ul>	Заведения предназначенные для человеческого досуга.

		<ul style="list-style-type: none"> <li>● Клуб</li> <li>● Концертный зал</li> <li>● Музей</li> <li>● Памятник</li> <li>● Театр</li> </ul>	
4.3	Медицинский объект	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Аптека</li> <li>● Ветеринарная клиника</li> <li>● Медицинское учреждение</li> </ul>	Лечебно-профилактические и другие виды заведений, в которых оказываются медицинские услуги: диагностика, лечение, реабилитация после перенесенных болезней, продажа медицинских препаратов и сопутствующих товаров.
4.4	Образовательный объект	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Библиотека</li> <li>● Гимназия</li> <li>● Детский сад</li> <li>● Дом детско-юношеского творчества</li> <li>● Институт</li> <li>● Колледж</li> <li>● Спортивная секция</li> <li>● Творческий кружок</li> <li>● Университет</li> <li>● Училище</li> <li>● Школа</li> </ul>	Объекты предназначенные для осуществления образовательной деятельности - целенаправленного и организованного получения определённых знаний и/или навыков.
4.5	Общественный объект	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Административное здание</li> <li>● Баня</li> <li>● Вокзал</li> <li>● Детская площадка</li> <li>● Дома</li> <li>● Кладбище</li> <li>● Площадь</li> <li>● Пожарная станция</li> <li>● Почта</li> <li>● Уличная мебель</li> </ul>	Объекты инфраструктуры предназначенные для повседневного общего пользования.
4.6	Религиозный объект		Объекты предназначенные для осуществления деятельности связанные с различными религиозными культурами.

4.7	Спортивный объект	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Бассейн</li> <li>● Гребной клуб</li> <li>● Дворовая спортивная площадка</li> <li>● Детско-юношеская спортивная школа</li> <li>● Ледовая арена</li> <li>● Спортивная детско-юношеская школа олимпийского резерва</li> <li>● Спортивно-оздоровительный комплекс</li> <li>● Стадион</li> <li>● Теннисный клуб</li> </ul>	Объекты предназначенные для осуществления спортивной деятельности как то: тренировки, соревнования, спортивный досуг, спортивно-оздоровительные мероприятия и т.д.
-----	-------------------	--	--

## 7. Информация о редакции и изменениях в стандарте

Текущая редакция №1 от 01 июля 2020.

**Присутствие и описание классов.**

## Приложение №1. Реализация стандарта для публикации информации о многоквартирных домах с использованием формата TTL

Описания классов и отношений не включены в пример, только описания индивидов.

```
@prefix : <http://www.w3id.org/citygraph-core> .
@prefix cg: <http://www.w3id.org/citygraph-core#> .
@prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> .
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
@prefix xml: <http://www.w3.org/XML/1998/namespace> .
@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> .
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
@base <http://www.w3id.org/citygraph-core> .
```

```
<http://www.w3id.org/citygraph-core> rdf:type owl:Ontology .
```

*# Определение дома как индивида класса Объектов капитального строительства, включая ключевые параметры здания*

```
cg:CC_1 rdf:type owl:NamedIndividual ,
        cg:CapitalConstruction ;
cg:hasAddressObj cg:Addr_number_1 ;
cg:hasFunction cg:MAH_1 ;
cg:hasMajorRenovation cg:MR_1 ,
        cg:MR_30 ,
        cg:MR_31 ,
        cg:MR_32 ,
        cg:MR_33 ,
        cg:MR_34 ;
cg:hasManagingOrganization cg:GSK_246 ;
cg:hasAreaGeneral 9497.9 ;
cg:hasFailureStatus "false"^^xsd:boolean ;
cg:hasFloors 9 ;
cg:hasLiftAmount 4 ;
cg:hasStairsAmount 4 ;
cg:hasYearConstruct 1986 .
```

*# Определение параметров дома, как индивида Жилого дома (Многоквартирный дом)*

```
cg:MAH_1 rdf:type owl:NamedIndividual ,
```



```

cg:MultyAptHouse ;
cg:CentralHotWaterWoods "false"^^xsd:boolean ;
cg:hasApartmentsAmount 142 ;
cg:hasAutoBoilerRoom "false"^^xsd:boolean ;
cg:hasCentralElectricity "true"^^xsd:boolean ;
cg:hasCentralGas "false"^^xsd:boolean ;
cg:hasCentralHeating "true"^^xsd:boolean ;
cg:hasCentralHotWater "true"^^xsd:boolean ;
cg:hasCentralHotWaterGas "false"^^xsd:boolean ;
cg:hasCommunalApartmentsAmount 1 ;
cg:hasGarbageAmount 4 ;
cg:hasInhabitableArea 8399.2 ;
cg:hasNotCentralGas "false"^^xsd:boolean ;
cg:hasResidentNumber 402 ;
cg:hasRoomsCommunal_3 1 ;
cg:hasRooms_1 17 ;
cg:hasRooms_2 36 ;
cg:hasRooms_3 53 ;
cg:hasRooms_4 18 ;
cg:hasRooms_5 18 ;
cg:hasStoveHeating "false"^^xsd:boolean .

```

*# Определение параметров капитального ремонта как индивида класса «Капитальный ремонт», который включает ссылку на вид ремонта и год*

```

cg:MR_1 rdf:type owl:NamedIndividual ,
cg:MajorRenovation ;
cg:hasWorkType cg:WT_45 ;
cg:hasMajorRenovationDate 2014 .

```

*# Определение вида капитального ремонта*

```

cg:WT_45 rdf:type owl:NamedIndividual ,
cg:WorkType ;
cg:hasTitle "Капитальный ремонт лифтов с частичной заменой оборудования:
модернизация лифтов" .

```

*# Определение управляющей компании (как класса «ЖСК» в данном случае)*

```

cg:GSK_246 rdf:type owl:NamedIndividual ,
cg:GSK ;
cg:hasTitle "ЖСК 1236" .

```

*# Определение объекта адреса дома*

```
cg:Addr_number_1 rdf:type owl:NamedIndividual ,
    cg:Address ;
    cg:hasAdmUnit cg:Region_District_402700000000 ;
    cg:hasStreet cg:Street_703 ;
    cg:hasHouseNumber "31" ;
    cg:hasKorpus "1" ;
    cg:hasLitera "B" .
```

*# Определение улицы в адресной системе*

```
cg:Street_703 rdf:type owl:NamedIndividual ,
    cg:Street ;
    cg:hasTitle "Королева пр." .
```

*# Определение района города по системе OKATO*

```
cg:Region_District_402700000000 rdf:type owl:NamedIndividual ,
    cg:Region_District ;
    cg:hasOKATO cg:OKATO_402700000000 ;
    cg:includedIn cg:Region_400000000000 ;
    cg:hasTitle "Приморский" .
```

*# Определение элемента OKATO в классификаторе*

```
cg:OKATO_402700000000 rdf:type owl:NamedIndividual ,
    cg:OKATO ;
    cg:hasInitiationDate "31.12.1996" ;
    cg:hasLevel1 "40" ;
    cg:hasLevel2 "270" ;
    cg:hasLevel3 "000" ;
    cg:hasLevel4 "000" ;
    cg:hasStringValue "402700000000" .
```

*# Определение субъекта РФ по системе OKATO*

```
cg:Region_400000000000 rdf:type owl:NamedIndividual ,
    cg:Region ;
    cg:hasOKATO cg:OKATO_400000000000 ;
    cg:includedIn cg:FederalOkrug_2 ;
    cg:hasTitle "Город Санкт-Петербург город федерального значения" .
```

## Приложение №2. Реализация стандарта для публикации информации о многоквартирных домах с использованием формата OWL

Приводится в сокращенном виде.

```
<?xml version="1.0"?>
<Ontology xmlns="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xml:base="http://www.w3id.org/citygraph-core"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:xml="http://www.w3.org/XML/1998/namespace"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  ontologyIRI="http://www.w3id.org/citygraph-core">
```

...

*# Частичное определение индивида дома , ввиду значительного объема служебных тэгов*

```
<Declaration>
  <NamedIndividual IRI="#CC_1"/>
</Declaration>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#hasAddressObj"/>
  <NamedIndividual IRI="#CC_1"/>
  <NamedIndividual IRI="#Addr_number_1"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#hasFunction"/>
  <NamedIndividual IRI="#CC_1"/>
  <NamedIndividual IRI="#MAH_1"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#hasMajorRenovation"/>
  <NamedIndividual IRI="#CC_1"/>
  <NamedIndividual IRI="#MR_1"/>
</ObjectPropertyAssertion>
<ObjectPropertyAssertion>
  <ObjectProperty IRI="#hasManagingOrganization"/>
  <NamedIndividual IRI="#CC_1"/>
  <NamedIndividual IRI="#GSK_246"/>
</ObjectPropertyAssertion>
```

...

```

    <DataPropertyAssertion>
      <DataProperty IRI="#hasAreaGeneral"/>
      <NamedIndividual IRI="#CC_1"/>
      <Literal
datatypeIRI="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#decimal">9497.9</Literal>
    </DataPropertyAssertion>
    <DataPropertyAssertion>
      <DataProperty IRI="#hasFailureStatus"/>
      <NamedIndividual IRI="#CC_1"/>
      <Literal
datatypeIRI="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#boolean">>false</Literal>
    </DataPropertyAssertion>

```

...  
*# Частичное определение индивида функции жилого дома , ввиду значительного объема служебных тэгов*

```

    <Declaration>
      <NamedIndividual IRI="#MAH_1"/>
    </Declaration>
    <ClassAssertion>
      <Class IRI="#MultyAptHouse"/>
      <NamedIndividual IRI="#MAH_1"/>
    </ClassAssertion>
    <ObjectPropertyAssertion>
      <ObjectProperty IRI="#hasFunction"/>
      <NamedIndividual IRI="#CC_1"/>
      <NamedIndividual IRI="#MAH_1"/>
    </ObjectPropertyAssertion>
    <ObjectPropertyAssertion>
      <ObjectProperty IRI="#hasMajorRenovation"/>
      <NamedIndividual IRI="#CC_1"/>
      <NamedIndividual IRI="#MR_1"/>
    </ObjectPropertyAssertion>
    <ObjectPropertyAssertion>
      <ObjectProperty IRI="#hasManagingOrganization"/>
      <NamedIndividual IRI="#CC_1"/>
      <NamedIndividual IRI="#GSK_246"/>
    </ObjectPropertyAssertion>
    <DataPropertyAssertion>
      <DataProperty IRI="#CentralHotWaterWoods"/>
      <NamedIndividual IRI="#MAH_1"/>
      <Literal
datatypeIRI="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#boolean">>false</Literal>
    </DataPropertyAssertion>

```

```

    <DataPropertyAssertion>
      <DataProperty IRI="#hasApartmentsAmount"/>
      <NamedIndividual IRI="#MAH_1"/>
      <Literal
datatypeIRI="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">142</Literal>
    </DataPropertyAssertion>
  ...

```

*# Частичное определение индивида капитального ремонта*

```

    <Declaration>
      <NamedIndividual IRI="#MR_1"/>
    </Declaration>
    <ClassAssertion>
      <Class IRI="#MajorRenovation"/>
      <NamedIndividual IRI="#MR_1"/>
    </ClassAssertion>
    <ObjectPropertyAssertion>
      <ObjectProperty IRI="#hasMajorRenovation"/>
      <NamedIndividual IRI="#CC_1"/>
      <NamedIndividual IRI="#MR_1"/>
    </ObjectPropertyAssertion>
    <ObjectPropertyAssertion>
      <ObjectProperty IRI="#hasManagingOrganization"/>
      <NamedIndividual IRI="#CC_1"/>
      <NamedIndividual IRI="#GSK_246"/>
    </ObjectPropertyAssertion>
    <ObjectPropertyAssertion>
      <ObjectProperty IRI="#hasWorkType"/>
      <NamedIndividual IRI="#MR_1"/>
      <NamedIndividual IRI="#WT_45"/>
    </ObjectPropertyAssertion>
    <DataPropertyAssertion>
      <DataProperty IRI="#hasMajorRenovationDate"/>
      <NamedIndividual IRI="#MR_1"/>
      <Literal
datatypeIRI="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">2014</Literal>
    </DataPropertyAssertion>

```

### **Приложение №3. Примеры записи адресов и административно-территориального деления в формате TTL**

cg:District\_03205557002 rdf:type owl:NamedIndividual,  
     cg:District ;  
     cg:hasTitle "х Николаенко" ;  
     cg:hasAbbr "х" ;  
     cg:includedIn cg:District\_City\_03205557000 ;  
     cg:hasOKATO cg:OKATO\_03205557002 .

cg:District\_City\_03205557000 rdf:type owl:NamedIndividual,  
     cg:District\_City ;  
     cg:hasTitle "Нефтегорск" ;  
     cg:hasOKATO cg:OKATO\_03205557000 ;  
     cg:includedIn cg:Region\_District\_03205000000 ;  
     cg:hasNestedObject cg:District\_03205557001 ;  
     cg:hasNestedObject cg:District\_03205557002 ;  
     cg:hasNestedObject cg:District\_03205557003 .

cg:OKATO\_03205557002 rdf:type owl:NamedIndividual,  
     cg:OKATO ;  
     cg:hasLevel1 "03" ;  
     cg:hasLevel2 "205" ;  
     cg:hasLevel3 "557" ;  
     cg:hasLevel4 "002" ;  
     cg:hasStringValue "03205557002" ;  
     cg:hasInitiationDate "31.12.1996" .

cg:Region\_District\_03205000000 rdf:type owl:NamedIndividual,  
     cg:Region\_District ;  
     cg:hasTitle "Апшеронский район" ;  
     cg:hasAdministrativeCenter "г Апшеронск" ;  
     cg:hasOKATO cg:OKATO\_03205000000 ;  
     cg:includedIn cg:Region\_03000000000 .

cg:Region\_03000000000 rdf:type owl:NamedIndividual,  
     cg:Kray ;  
     cg:hasTitle "Краснодарский край" ;  
     cg:hasAdministrativeCenter "г Краснодар" ;  
     cg:hasOKATO cg:OKATO\_03000000000 ;  
     cg:includedIn cg:FederalOkrug\_3 ;  
     cg:hasOKTMO cg:OKTMO\_03000000000 .

cg:FederalOkrug\_3 rdf:type owl:NamedIndividual,  
     cg:FederalOkrug ;  
     cg:hasTitle "Южный Федеральный Округ" ;  
     cg:hasAdministrativeCenter "Ростов-На-Дону" ;

```

cg:hasNestedObject cg:Region_790000000000 ;
cg:hasNestedObject cg:Region_120000000000 ;
cg:hasNestedObject cg:Region_180000000000 ;
cg:hasNestedObject cg:Region_850000000000 ;
cg:hasNestedObject cg:Region_030000000000 ;
cg:hasNestedObject cg:Region_350000000000 ;
cg:hasNestedObject cg:Region_600000000000 ;
cg:hasNestedObject cg:Region_670000000000 .

```

## Приложение №4. Примеры SPARQL запросов

*Пример 1: Перечень всех зданий по адресам и управляющих компаний*

```

PREFIX cg: <http://www.w3id.org/citygraph-core#>
SELECT ?Street ?House ?Corpus ?Litera ?ManagingOrganization
WHERE
{
    ?x a cg:CapitalConstruction.
    OPTIONAL { ?x cg:hasAddressObj [cg:hasStreet [cg:hasTitle ?Street]]}.
    OPTIONAL { ?x cg:hasAddressObj [cg:hasHouseNumber ?House]}.
    OPTIONAL { ?x cg:hasAddressObj [cg:hasKorpus ?Corpus]}.
    OPTIONAL { ?x cg:hasAddressObj [cg:hasLitera ?Litera]}.
    OPTIONAL { ?x cg:hasManagingOrganization ?ManagingOrganization}.
}

```

*Пример 2: Количество проживающих в многоквартирных домах  
Санкт-Петербурга*

```

PREFIX cg: <http://www.w3id.org/cityont-core#>
SELECT (SUM(?Resident) AS ?sumResident)
WHERE
{
    ?x a cg:MultyAptHouse.
    ?x cg:hasResidentNumber ?Resident.
}

```

*Пример 3: Перечень домов по наибольшему количеству  
однокомнатных квартир*

```

PREFIX cg: <http://www.w3id.org/citygraph-core#>
SELECT ?Street ?House ?Corpus ?Litera ?Rooms
WHERE
{
    ?x a cg:CapitalConstruction.
    OPTIONAL {?x cg:hasAddressObj [cg:hasStreet [cg:hasTitle ?Street]]}.
    OPTIONAL {?x cg:hasAddressObj [cg:hasHouseNumber ?House]}.
    OPTIONAL {?x cg:hasAddressObj [cg:hasKorpus ?Corpus]}.
    OPTIONAL {?x cg:hasAddressObj [cg:hasLitera ?Litera]}.
    ?x cg:hasFunction [cg:hasRooms_1 ?Rooms].
}
ORDER BY DESC (?Rooms)
LIMIT 10

```

*Пример 4: Перечень домов на определенной улице, в которых последний капитальный ремонт проводился в определенном году (или ранее), и выводит дату последнего капитального ремонта в этих домах.*

```

PREFIX cg: <http://www.w3id.org/citygraph-core#>
SELECT ?Title (MAX(?MRDATE) AS ?Last_MR_Date)
WHERE
{
    ?x a cg:CapitalConstruction.
    ?x cg:hasAddressObj ?Title.
    ?x cg:hasAddressObj [cg:hasStreet [cg:hasTitle ?Street]] FILTER (?Street = "12-я Красноармейская ул.").
    ?x cg:hasMajorRenovation [cg:hasMajorRenovationDate ?MRDATE] FILTER (?MRDATE < 2011).
}
GROUP BY (?Title)

```

*Пример 5: Перечень всех домов с капитальным ремонтом за исключением тех, в которых капитальный ремонт делался до 2000 годов:*

```

PREFIX cg: <http://www.w3id.org/citygraph-core#>
SELECT ?Street ?h_number ?WorkTypeTitle ?year
WHERE
{
    ?x a cg:CapitalConstruction;
    cg:hasAddressObj [cg:hasStreet [cg:hasTitle ?Street]];
    cg:hasAddressObj [cg:hasHouseNumber ?h_number].
    ?x cg:hasMajorRenovation ?MR.
    ?WorkType cg:hasTitle ?WorkTypeTitle FILTER (?WorkTypeTitle = "Ремонт фасада").
    ?MR cg:hasWorkType ?WorkType ;

```



```

    cg:hasMajorRenovationDate ?year MINUS
  {
    ?MR cg:hasWorkType ?WorkType ;
    cg:hasMajorRenovationDate ?year FILTER (?year < 2000).
  }
}

```

*Пример 6: Поиск домов, в которых отсутствует лифт, но имел место капитальный ремонт лифтов (по документам). Ситуация стала возможной либо из-за некорректности исходной базы данных (не было информации о лифтах), либо некорректности вида работ.*

```

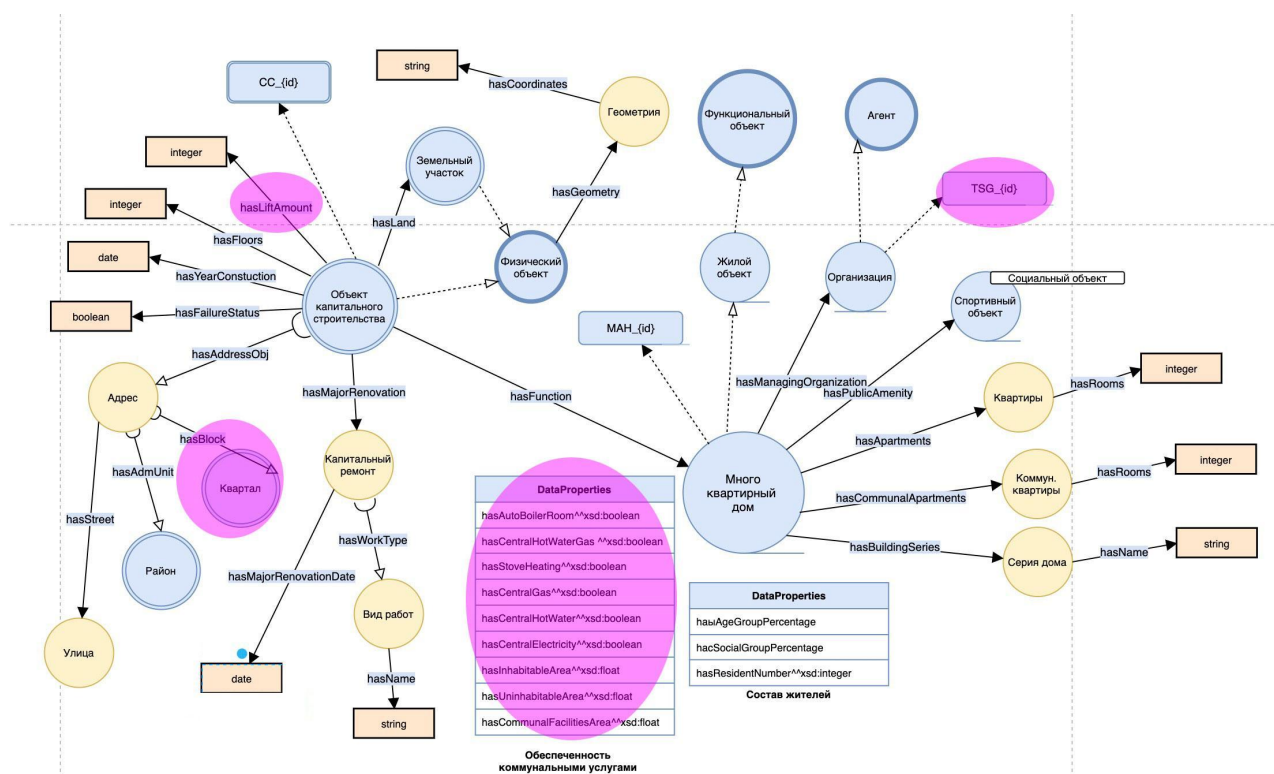
PREFIX cg: <http://www.w3id.org/citygraph-core#>
SELECT ?cc ?lifts ?y
WHERE {
  ?cc a cg:CapitalConstruction;
  cg:hasMajorRenovation [cg:hasWorkType [cg:hasTitle ?y]] filter contains( lcase(?y), "лифт").
  {
    SELECT ?cc ?lifts
    WHERE
      {
        {?cc a cg:CapitalConstruction FILTER NOT EXISTS {?cc cg:hasLiftAmount ?lifts} }
      }
  }
  UNION
    {?cc a cg:CapitalConstruction; cg:hasLiftAmount ?lifts FILTER (?lifts = 0)}
}
}
}

```

## Приложение №5. Примеры кейсов

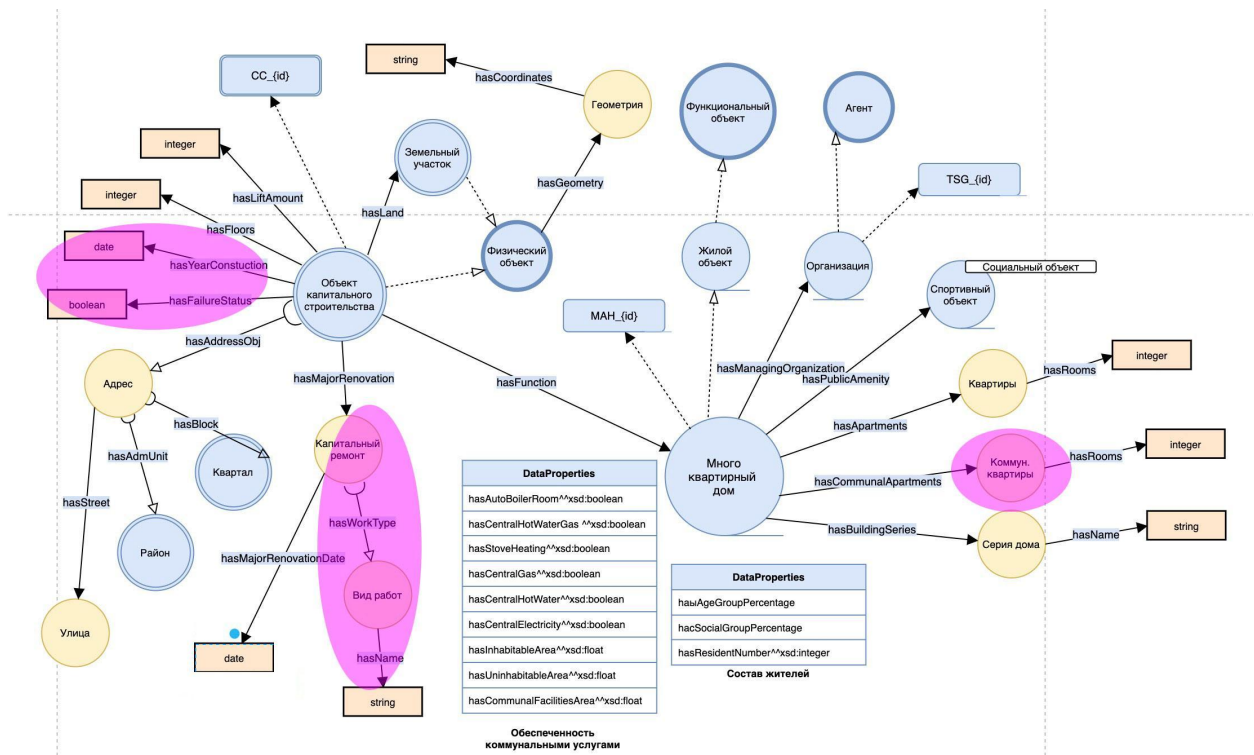
Формулируя запросы SPARQL или с помощью использования специальных программ логического вывода утверждений (ризонеров) можно выводить новые связи и искать не очевидные факты, в том числе комбинацией различных исходных параметров. На примере многоквартирного дома рассмотрены возможные варианты. Цветом дополнительно выделены задействованные в оценке отношения и классы.

1. Оценка обеспеченности коммунальными услугами дома, района или квартала:

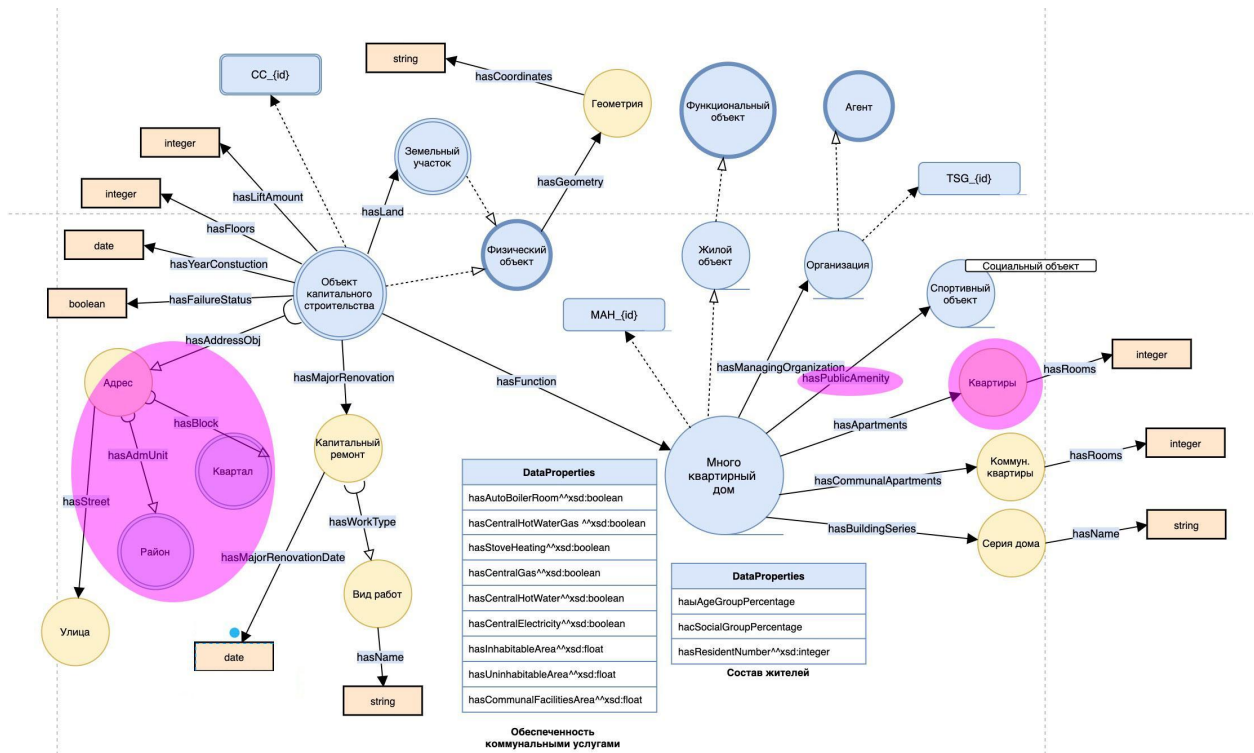


2. Выявление новых явлений и групп сущностей: например, выявление исторических и архитектурно-привлекательных кварталов:

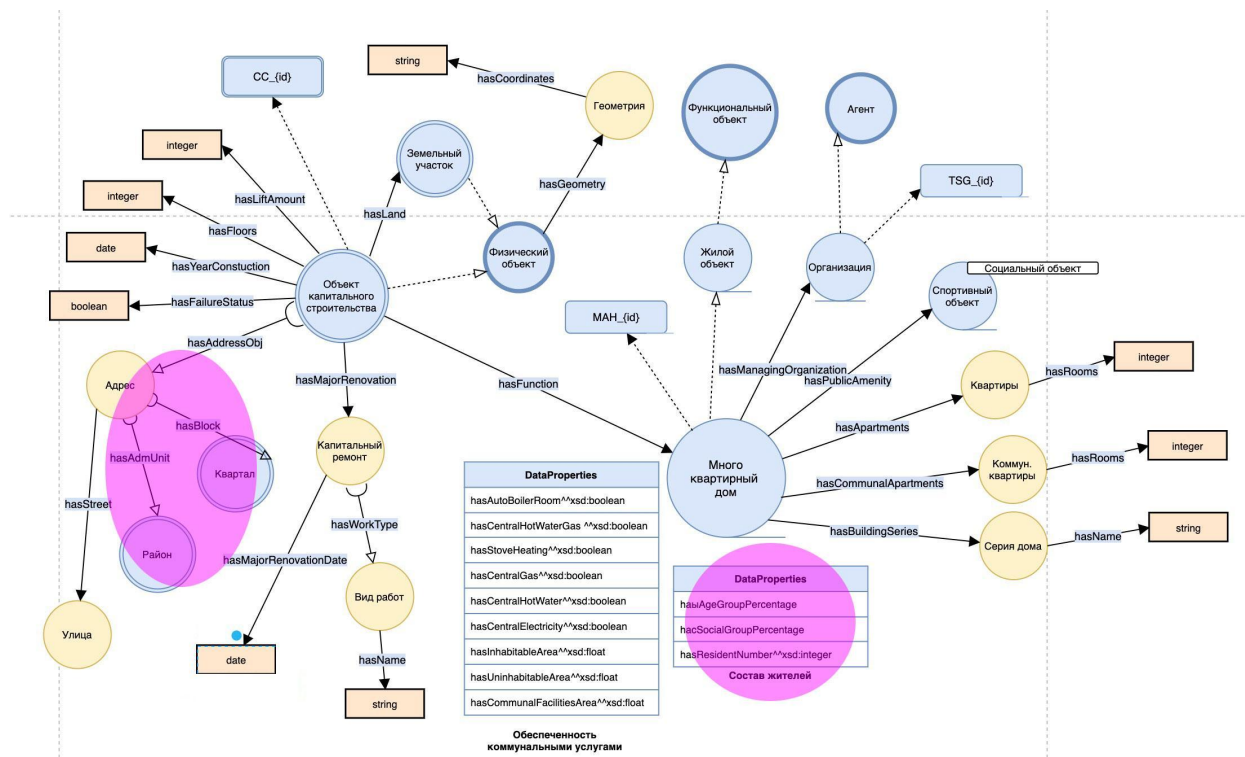




5. Расчет экономической привлекательности определенного вида квартир и сравнение по районам:



## 6. Состав жителей:



## Приложение №6. Используемые сокращения и аббревиатуры

	Сокращение
1	КМ – концептуальная модель
2	МД – модель данных
3	ЦМГ – цифровая модель города
4	БД – база данных
5	ИС – информационная система
6	ИОГВ – исполнительные органы государственной власти
7	МО – муниципальное образование
8	КВ – компетентностные вопросы
9	МАФ – малая архитектурная форма
10	ЗУ – земельный участок
11	ПЗЗ – правила землепользования и застройки
12	ОКС – объект капитального строительства
13	УДС – улично-дорожная сеть
14	ОЦМГ – онтология ЦМГ
15	АТД – административно-территориальное деление
16	ОД - открытые данные
17	ОГД - открытые государственные данные
18	КМД - концептуальная модель данных
19	ЛМД - логическая модель данных
20	УИР - уникальный идентификатор ресурса
21	УЛР - уникальный локатор ресурса
22	ГЦМГ - граф ЦМГ

23	ФизО - Физический объект
24	ФунО - Функциональный объект
25	ОКАТО - Общероссийский классификатор объектов административно-территориального деления
26	ОКТМО - Общероссийский классификатор территорий муниципальных образований
27	КР - Кадастровый реестр
28	ЗНОП - зелёные насаждения общего пользования
29	ООПТ - особо охраняемые природные территории
30	НЦКР - Национальный центр когнитивных разработок

### **Англоязычные сокращения**

1	SW – Semantic Web
2	LD – Linked Data
3	OWL – формат записи онтологий
4	TTL – формат записи онтологий в нотации Turtle
5	JSON – формат представления данных
6	JSON-LD – формат представления данных JSON в Linked Data
7	CSV – текстовые файлы, данные в которых разделены запятой
8	LOD - Linked Open Data
9	RDF - Resource Description Framework
10	RDFS - Resource Description Framework Schema
11 12	URL - Unified Resource Locator  URI - Unified Resource Identification

13	XML - eXtended Markup Language
14	HTTP - протокол передачи данных
15	API - Application Programming Interface
16	GeoSPARQL - стандарт для представления и запроса геопространственных связанных данных для семантической паутины от Open Geospatial Consortium.
17	W3C - World Wide Web Consortium
18	VOWL - Visual Notation for OWL Ontologies
19	Id - идентификатор
20	Pk - Primary Key



## **Приложение №7. Перечень графических изображений и таблиц**

### **Графические изображения:**

Рис.3.1.1 Рейтинг открытых данных «Пять звезд» Тима Бернерса-Ли

Рис.4.1.1 Триединство принципов разработки развития ОЦМГ

Рис.5.1 Триада ключевых сущностей

Рис.5.1.1 Физический объект и подклассы

Рис.6.1.1 Иерархия классов и индивидов базовой триады ОЦМГ

Рис.6.2.1 Иерархия классов и индивидов АТД

Рис.6.3.1 Представление адресов в онтологии

Рис.6.4.1 Представление кадастра в онтологии

Рис.6.5.1 Полное представление многоквартирных домов в онтологии  
а) классы, б) индивиды, в) литеральные отношения, г) объектные отношения

Рис.6.6.1 Элементы транспортной инфраструктуры в онтологии

Рис.6.7.1. Пример множественного наследования в реализации индивидов «Элементов благоустройства»

Рис.6.7.2. Применение отношений в индивидах «Элементов благоустройства»

Рис.6.8.1. Классы, индивиды и отношения в «Природных объектах»

### **Таблицы:**

Таблица 1. Условные обозначения

Таблица 2. Перечень основных отношений ОЦМГ

Таблица 3. Перечень площадных классов

Таблица 4. Подклассы АТД

Таблица 5. Отношения для объектов капитального строительства

Таблица 6. Отношения для жилых объектов

Таблица 7. Ключевые подклассы Элементов транспортной инфраструктуры.

Таблица 8. Элементы благоустройства

Таблица 9. Принципы классификации объектов природного характера

Таблица 10. Некоторые отношения, связанные с природными объектами

Таблица 11. Функциональные объекты, за исключением перечисленных в других разделах

## **Приложение №8. Перечень сокращений и требований к именованию индивидов**

	<b>Расшифровка</b>	<b>Сокращение и требования</b>
1	Address	A_{id}
2	AutogasFillingStation	AFS_{id}
3	Bench	Be_{id}
4	Block	Blk_{id}
5	BuildingSeries	BS_{id}
6	CadasterRegister	CR_{id}
7	CapitalConstruction	CC_{id}

8	CarVehicle	CV_{id}
9	Cemetery	C_{id}
10	ChargingStation	CS_{id}
11	CommercialOrganization	CO_{id}
12	Crosswalk	CW_{id}
13	District	D_{id}
14	Document	Doc_{id}
15	Eatery	Eat_{id}
16	Event	E_{id}
17	FederalOkrug	FO_{id}
18	FillingStation	FS_{id}
19	Garage	G_{id}
20	GovernmentAuthority	GA_{id}
21	Group	GR_{id}
22	HelthFacility	HF_{id}
23	Hospital	H_{id}
24	Land	L_{id}
25	LivingObject	LO_{id}
26	MajorRenovation	MR_{id}
27	MedicalObject	Med_{id}
28	Memorial	Mem_{id}
29	MetroEntranceHall	MEH_{id}
30	Municipality	MO_{id}
31	Museum	M_{id}

32	NonProfitOrganization	NPO_{id}
33	OKATO	OKATO_{id_gen}
34	OKTMO	OKTMO_{id_gen}
35	Organization	Сокращается тип организации OOO_{id}
36	OutpatientClinic	OC_{id}
37	Pedestrian	Ped_{id}
38	Person	P_{id}_{fio}
39	PetrolFillingStation	PFS_{id}
40	Playground	PG_{id}
41	Preschool	PS_{id}
42	PublicHome	PH_{id}
43	PublicVehicle	PV_{id}
44	Railway	RW_{id}
45	Region	Region_{id}
46	ReligiousObject	RO_{id}
47	RetailHub	RH_{id}
48	RetailStore	RS_{id}
49	Road	R_{id}
50	RoadSign	RS_{id}
51	School	S_{id}
52	Sidewalk	SW_{id}
53	SmallArchitecture	SA_{id}
54	SocialGroup	SG_{id}

55	Square	Sq_{id}
56	Stop	ST_{id}
57	Street	SR_{id}
58	StreetFurniture	SF_{id}
59	TemporalBuilding	TB_{id}
60	Terminal	Term_{id}
61	TrafficArea	TA_{id}
62	TrafficLight	TL_{id}
63	TransportationComplex	TC_{id}
64	WorkType	WT_{id}