

УДК 004.9

ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ИНЖИНИРИНГ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УМНОГО ГОРОДА

И.А. Данилов

Волгоградский государственный технический университет
Россия, 400005, Волгоград, пр. имени В.И. Ленина, 28
E-mail: danilov_ivan98@bk.ru

Н.П. Садовникова

Волгоградский государственный технический университет
Россия, 400005, Волгоград, пр. имени В.И. Ленина, 28
E-mail: npsn1@ya.ru

Н.М. Рашевский

Волгоградский государственный технический университет
Россия, 400005, Волгоград, пр. имени В.И. Ленина, 28
E-mail: rashevsky.n@gmail.com

Ключевые слова: онтологии, умный город, экспертные системы.

Аннотация: Умные города включают в себя несколько направлений развития. С течением времени, количество направлений увеличивается, соответственно увеличивается и количество различных взаимодействующих между собой элементов и систем умного города. Таким образом, возникает проблема систематизации больших объемов знаний, тесно связанных внутри одной системы, так и между различными системами. В данной работе представлена идея разработки метаонтологии с целью систематизации и структуризации существующих знаний об умном городе, его системах и связях между ними. Рассмотрены исследования по нескольким направлениям умного города, использующих онтологии для систематизации знаний предметной области. Предложен вариант развития метаонтологии по мере расширения концепции умного города, а также изменения каких-либо из его элементов или систем.

При проектировании умных городов следует обращать внимание на то, какие процессы будут протекать между различными подсистемами и элементами внутри них [1]. Поскольку концепция умного города активно развивается, включая в себя новые аспекты городской жизнедеятельности и направления исследований, ввиду расширения концепции, количество элементов системы увеличивается, так же, как и связи между элементами. На сегодняшний день количество информации, связанной с умными городами, увеличивается, а обработка этой информации становится все более трудной задачей [2]. В связи с этим формируется необходимость в формализации знаний об умном городе, а также представлении их, как знаний о системе, включающей в себя множество других подсистем, взаимодействующих между собой.

Для решения этой проблемы предлагается использовать онтологический инжиниринг. Согласно определению [3], онтологический инжиниринг – это процесс проектирования и создания онтологий. Онтология же, в свою очередь, это «попытка всеобъемлющей и детальной формализации определённой области знаний с помощью концептуальной схемы» [4].

При этом, для упрощения поиска связей между различными элементами умного города, рекомендуется разработать структуру систем умного города, которая позволит определить неявные связи между системами.

Поскольку разработка и проектирование онтологии требует углубленных знаний предметной области, а умный город включает в себя несколько различных направлений, требующих отдельного внимания при изучении, целесообразно будет разбить процесс разработки онтологии умного города на несколько простых онтологий.

Существует множество исследований различных направлений умного города с внедрением онтологического инжиниринга [5], с целью формализации знаний по теме исследования. Примерами таких работ могут быть Онтология Умных Городов и Управления в ЧС [6], Онтология Динамических Наводнений [7], Общая онтология энергопотребления в домашних хозяйствах [8], AIR_POLLUTION_Onto [9]. Все эти онтологии достаточно детализированы для решения поставленных в соответствующих исследованиях задач, но также их верхние уровни могут быть использованы в метаонтологии.

Разработка онтологии умного города будет заключаться в следующих шагах:

- 1) Разработать структуру умного города, определив элементы, из которых он состоит.
- 2) Для различных отраслей городского хозяйства, входящих в концепцию умного города следует разработать отдельную онтологию, которая будет охватывать все процессы, все явления и все связи данной отрасли.
- 3) После этого следует добавлять отдельные, разработанные ранее, онтологии к онтологии умного города и выстроить межсистемные связи.

Таким образом каждая отдельная онтология станет элементом метаонтологии умного города. Подобное решение позволит расширять модель и поддерживать совместное и повторное ее использование, а также накапливать знания о предметной области.

Пример структуры умного города можно увидеть на рис. 1.

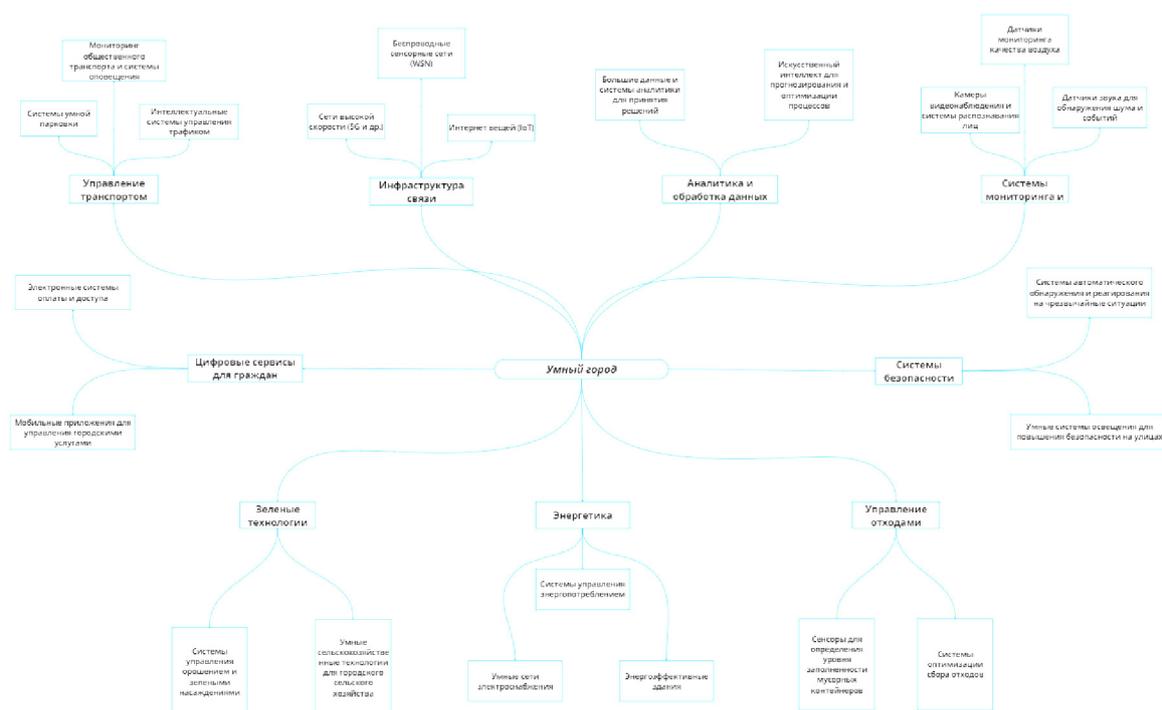


Рис. 1. Структура системы «Умный Город».

Структура состоит из девяти основных категорий, отвечающих за его функционирование и статус «умного»:

- инфраструктура связи;
- системы мониторинга и управления;
- управление транспортом [10];
- управление отходами;
- энергетика;
- зеленые технологии;
- цифровые сервисы для граждан;
- системы безопасности;
- аналитика и обработка данных.

Для каждой категории могут быть определены свои аппаратные и программные, и аппаратные, сценарии работы, требования к безопасности и пр. Структура нужна для определения межсистемных связей, поскольку внутрисистемные связи будут отображены в онтологии соответствующей системы.

Важно понимать, что данная структура актуальна для текущей итерации умных городов и может изменяться в соответствии с появлением новых требований и новых направлений развития умных городов. Онтологическая модель обеспечивает согласованность и интеграцию знаний о процессах проектирования систем умного города, позволяет добавлять новые категории и использовать существующие связи при модернизации описываемой системы.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда и Администрации Волгоградской области № 22-11-20024, <https://rscf.ru/project/22-11-20024/>. Авторы выражают благодарность коллегам по кафедре «Цифровые технологии в урбанистике, архитектуре и строительстве» ИАиС ВолГТУ, принимавшим участие в разработке проекта.

Список литературы

1. Парыгин Д.С. Управляемое данными развитие урбанизированных территорий. Волгоград, 2021. 124 с.
2. Danilov I., Shuklin A., Zelenskiy I., Gurtyakov A., Kulikov M. Spatial Data Analysis for Decision Support in Urban Infrastructure Development Planning // Communications in Computer and Information Science. 2023. Vol. 1909. P. 568-578.
3. Массель А.Г., Александрович С.А., Гаськова Д.А. Онтологический инжиниринг энергетических рисков в топливно-энергетическом комплексе // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2020. № 3 (19). С. 25-33.
4. Авдошин С.М., Шатилов М.П. Онтологический инжиниринг // Бизнес-информатика. 2007. № 2.
5. De Nicola A., Villani M.L. Smart city ontologies and their applications: a systematic literature review // Sustainability. 2021. Vol. 13, No. 10. P. 5578.
6. De Nicola A., Melchiori M., Villani M. L. Creative design of emergency management scenarios driven by semantics: An application to smart cities // Information Systems. 2019. Vol. 81. P. 21-48.
7. Kurte K., Potnis A., Durbha S. Semantics-enabled spatio-temporal modeling of earth observation data: An application to flood monitoring // Proceedings of the 2nd ACM SIGSPATIAL international workshop on advances on resilient and intelligent cities. 2019. P. 41-50.
8. Kott J., Kott M. Generic ontology of energy consumption households // Energies. 2019. Vol. 12, No. 19. P. 3712.
9. Oprea M.M. AIR_POLLUTION_Onto: an ontology for air pollution analysis and control // IFIP International Conference on Artificial Intelligence Applications and Innovations. Boston, MA, 2009. P. 135-143.
10. Алексиков С.В., Данилов И.А., Лескин А.И., Гофман Д.И. Организация ремонта городских дорог в условиях плотных транспортных потоков // Инженерный вестник Дона. 2022. № 4. 11 с.