

УДК 004.032.26

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УМНОГО ГОРОДА**Лишили Михаил Владимирович¹, Селянина Марина Викторовна²**

¹Кандидат технических наук, доцент;
ГБОУ ВО МО «Университет «Дубна»,
Институт системного анализа и управления;
141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, 19;
e-mail: m.lishilin@gmail.com.

²Инженер;
ГБОУ ВО МО «Университет «Дубна»,
Центр открытых образовательных технологий;
141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, 19;
e-mail: mary102030@mail.ru.

В статье рассмотрены проблемы развития и управления современного города, приведено описание концепции «умного города», перечислен ряд проблем, препятствующих созданию информационных систем, необходимых для реализации данной концепции. Для преодоления приведенных проблем предложена архитектурная модель, основанная на использовании сети когнитивных датчиков и искусственных нейронных сетей.

Ключевые слова: умный город, интернет вещей, когнитивные датчики, нейронные сети

PROMISING IT-TECHNOLOGIES OF A SMART CITY**Lishilin Mikhail¹, Selyanina Marina²**

¹Candidate of Science in Engineering, associate professor;
Dubna State University,
Institute of the system analysis and management;
141980, Dubna, Moscow reg., Universitetskaya str., 19;
e-mail: m.lishilin@gmail.com.

²Engineer;
Dubna State University,
The center of open educational technologies;
141980, Dubna, Moscow reg., Universitetskaya str., 19;
e-mail: mary102030@mail.ru.

In the article the problems of development and management of a modern city are considered, the description of the concept of "smart city" is given, a number of the problems interfering creation of the information systems necessary for realization of the given concept are listed. To overcome these problems, an architectural model based on the use of a network of cognitive sensors and artificial neural networks is proposed.

Keywords: smart city, internet of things, cognitive sensors, neural networks.

Введение

Задачи управления развитием современного города требуют учета большого количества взаимосвязанных факторов, регистрации и анализа, в том числе в режиме реального времени, множества событий, происходящих на территории города. Поток информации, учет которой необходим при принятии решений постоянно растет, в то же время растут и требования к качеству жизни населения, а, следовательно, и к качеству муниципального управления. Очевидно, что для муниципалитетов обеспечить соответствие этим требованиям используя традиционные инструменты управления городским хозяйством все более затруднительно. Сегодня разработка нового инструментария муниципального управления, основанного на информационных технологиях, становится одной из стратеги-

ческих задач развития государства. В соответствии с программой «Цифровая экономика Российской Федерации» [1] одной из основных предметных областей цифровой экономики является «умный город». Концепция умного города предполагает создание единой городской цифровой инфраструктуры на основе широкого спектра информационных технологий, среди которых можно выделить «интернет вещей», технологии обработки больших данных, геоинформационные системы и технологии интеллектуального анализа данных. По мнению экспертов, важными принципами работы умного города являются модульность (свободный обмен данными между различными подсистемами на основе единых стандартов) и «переиспользование» ресурсов, когда информация и ресурсы из одних городских сфер могут быть перераспределены и использованы для решения задач других сфер [2]. Основой для создания инфраструктуры умного города являются разнообразные датчики, интегрированные в различные физические устройства или «вещи», объединенные единой системой управления. Датчики могут быть интегрированы с электроникой для обнаружения определенных звуков, запахов или уровней колебаний. При помощи датчиков могут производиться как пассивные измерения, например, измерения погодных условий или уровня загрязнения воздуха, так и обработка данных и формирование сообщений, например, о том, что на парковке нет свободных мест или мусорный контейнер переполнен [3].

Технологии умного города

Среди конкретных проблем, с которыми сталкивается современный город можно назвать проблемы безопасности, экологии, гармоничного развития инфраструктуры, логистики и многие другие. По каждой из перечисленных проблем может быть предложено решение, основывающееся на информационных технологиях. Мониторинг угроз в сфере общественной безопасности может быть организован на основе информационной системы, распознающей характерные для определенных угроз звуки или нестандартное поведение людей. Система, реагирующая на угрозы экологической безопасности, может быть организована на основе датчиков, измеряющих уровень загрязнения воздуха, воды или почвы. Проблемы регулирования трафика могут помочь решить системы мониторинга загруженности дорог и доступности парковочных мест.

В настоящее время разрабатываются и проходят апробацию решения, направленные на отдельную область деятельности («умное освещение») или локализованные в небольшой области в пределах городов [4].

Для решения каждой из представленных проблем, оперативного реагирования на возникающие угрозы требуется обеспечить ряд условий:

1. выделение значимых для принятия решений факторов и показателей;
2. создание информационной системы, включающей:
 - подсистему мониторинга показателей, а также сбора и хранения данных мониторинга;
 - подсистему обработки и анализа данных для последующего принятия решений;
 - подсистему поддержки принятия решений. Необходимость в такой системе, способной к быстрому реагированию на сложившуюся ситуацию, особенно остра, когда речь идет об обеспечении безопасности, когда от скорости реакции на экологическую, террористическую или другую угрозу может зависеть жизнь и здоровье граждан.
3. Обеспечение способности системы адаптироваться к изменяющимся условиям или «обучаться», а также реагировать на нестандартные ситуации. Без выполнения данного условия обеспечить надежное и эффективное функционирование системы в динамично меняющихся условиях современного города практически невозможно.

Такая совокупность систем, обеспечивающих решение задач управления по отдельно взятым областям городского хозяйства в общем виде представлена на рис. 1.

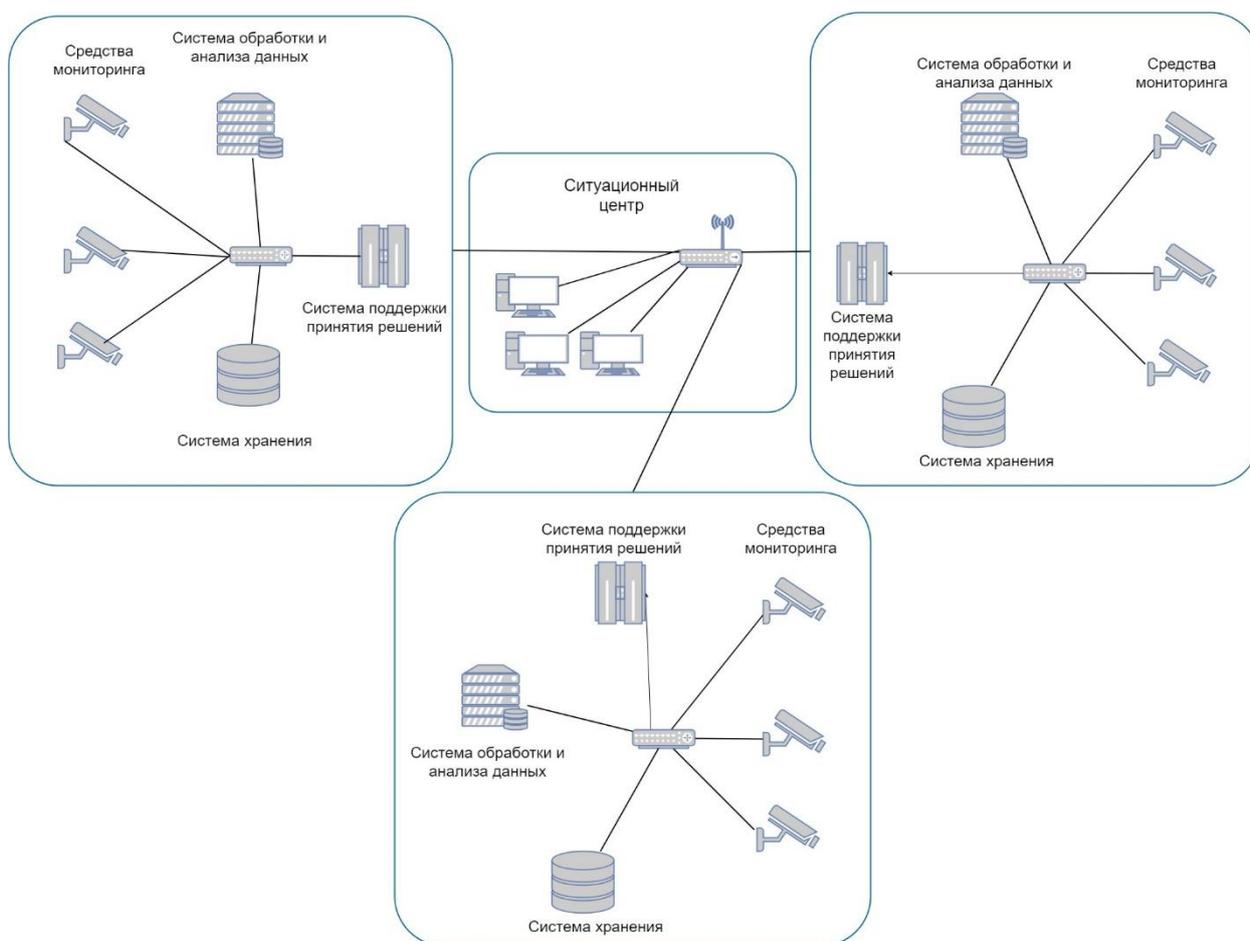


Рис. 1. Комплекс систем управления отраслями городского хозяйства

Каждая из систем должна обеспечивать мониторинг отдельно взятой области, выявлять отклонения от нормы, соответствующим образом сигнализировать о возникновении (или возможности возникновения) внештатной ситуации и обеспечивать необходимую поддержку принятия решения.

Очевидно, что ключевыми задачами, без решения которых невозможно обеспечить эффективное функционирования каждой из систем являются задачи распознавания внештатных ситуаций и прогнозирования. Наиболее хорошо при решении таких задач себя зарекомендовали технологии, основанные на применении искусственных нейронных сетей [5]. Применение нейросетевых технологий, являющихся одними из опорных технологий цифровой экономики, при создании информационной системы управления городским хозяйством позволяет обеспечить гибкость и обучаемость, а также необходимую оперативность при реагировании на внештатные ситуации.

Таким образом, система мониторинга (рис. 1) может формировать входной вектор для нейронной сети, на выходе из которой будет информация для принятия решений. В зависимости от типов датчиков и характера входного сигнала могут быть применены различные конфигурации, либо комбинации нейронных сетей. Например, сигнал с камеры может быть предварительно обработан нейронной сетью для распознавания и классификации внештатной ситуации, как это представлено на рис. 2.

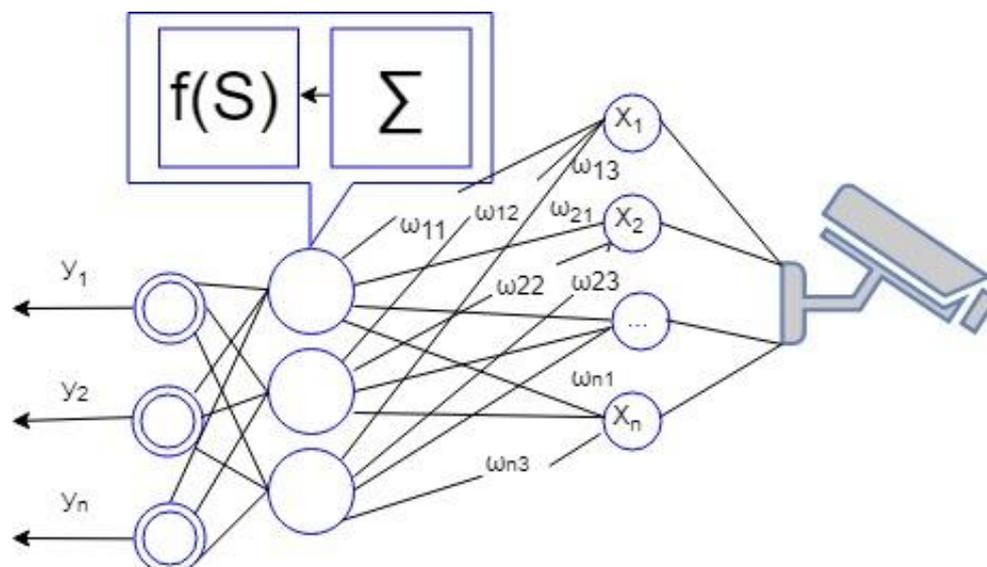


Рис. 2. Обработка сигнала с камеры. x_1-x_n – нейроны входного слоя, сумматор, S – состояние нейрона, $f(S)$ – активационная функция, y_1-y_n – выходные сигналы

Однако, хотя создание таких систем, специализированных на решении отдельных задач управления городом и позволяет улучшить качество управления, оно ведет к возникновению новых проблем. В первую очередь это увеличение сложности, вызванное ростом количества подсистем, и высокая стоимость разработки, внедрения и поддержки комплекса информационных систем. Также существенной проблемой может стать создание сети датчиков и маршрутизация в этой сети.

Справиться с проблемой сложности может единая система управления и балансировки ресурсов, в задачи которой также должен входить анализ и выявление скрытых взаимосвязей в информационных потоках, поступающих из подсистем различной специализации.

Особенностями архитектуры информационной системы умного города, основанной на описанных решениях, являются:

- обработка информации максимально близко к месту ее возникновения путем использования нейронных сетей для классификации и прогнозирования ситуаций;
- единая аналитическая система, использующая данные, полученные от специализированных подсистем, в задачи которой входит интеллектуальная обработка данных и предоставление информации в необходимых срезах и с необходимой степенью детализации для последующего принятия управленческих решений.

Перспективной технологией сбора данных являются сети на основе когнитивных датчиков. Отличие когнитивного датчика от обычного сенсорного устройства заключается в его способности не только фиксировать определенные параметры окружающей среды, но и поддерживать когнитивный цикл, состоящий из четырех основных этапов:

- *Sensing*: система должна постоянно получать знания об взаимодействующих объектах и о своем собственном внутреннем состоянии;
- *Analysis*: собранное исходное знание обрабатывается, чтобы получить точное и краткое понимание состояния;
- *Decision*: точная информация, предоставляемая фазой анализа, обрабатывается интеллектуальным устройством, которое выбирает следующую конфигурацию самоуправления в соответствии с заданной целью;
- *Action*: в системе реализуется конфигурация, определенная на фазе принятия решения [6].

Объединение датчиков в сеть осуществляется с использованием технологий когнитивного радио, которая может быть определена как система, которая обладает знаниями о своей среде, внутреннем состоянии, способна адаптироваться к изменениям условий функционирования. Когнитивное радио обладает способностью к саморегулированию на основе таких параметров, как загрузка канала, свободные каналы, тип передаваемых данных и типы модуляции, которые могут быть использованы [7].

Такой подход позволяет решить упомянутые проблемы высокой стоимости создания и развития сети датчиков и проблемы маршрутизации.

Архитектура информационной системы, основанной на изложенных принципах представлена на рис. 3.

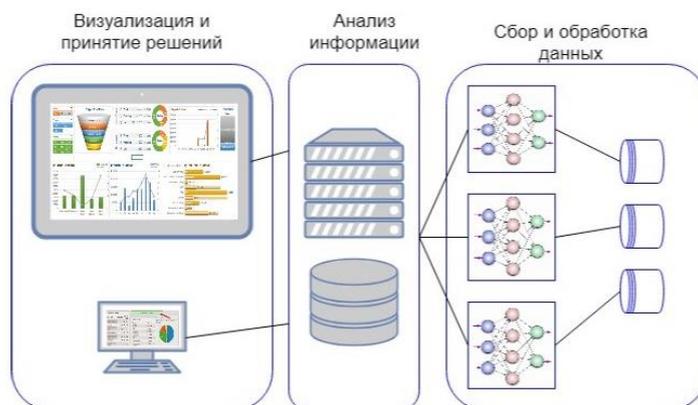


Рис. 3. Обобщенная архитектурная модель информационной системы умного города

Заключение

Реализация представленной модели информационной системы умного города является сложной и трудоемкой задачей, требующей существенных временных и финансовых затрат, а также совместной работы специалистов из большого количества предметных областей. Предложенный в статье архитектурный подход к формированию информационной системы умного города может позволить решить ряд проблем, связанных с высокой стоимостью и сложностью создания таких систем. Поэтапное развертывание сети когнитивных датчиков, обеспечивающих предварительную обработку данных и накопление знаний о различных аспектах жизни города поможет создать гибкую интеллектуальную систему, способную реагировать на инциденты в режиме реального времени. Таким образом, предложенная архитектурная модель информационной системы умного города может быть успешно реализована при решении стратегических задач, поставленных в программе «Цифровая экономика Российской Федерации».

Список литературы

1. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». — [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>.
2. Степанов И. «Умный город»: в поисках стимула // Интернет издание «Эксперт Сибирь», 2018. — №13. — 14 (511). — [Электронный ресурс]. URL: <http://expert.ru/siberia/2018/13/umnyj-gorod-v-poiskah-stimula>.
3. Musa S. Smart city roadmap. — [Электронный ресурс]. URL: http://www.academia.edu/21181336/Smart_City_Roadmap.
4. «Умные города» могут появиться в Коммунарке и Троицке. — [Электронный ресурс]. URL: http://moscowbig.ru/news/umnye_goroda_mogut_pojavitsja_v_kommunarke_i_troicke/2017-06-14-4468.
5. Матвеев М.Г. Модели и методы искусственного интеллекта. Применение в экономике / М.Г. Матвеев, А.С. Свиридов, Н.А. Алейникова. — М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2008. — С. 448.

6. С. Bambang DwiKuncoro. Cognitive Sensor Network: a promise of revolutionizing technology of sensor network. — [Электронный ресурс]. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/a99b/129f1d070ff8066401e8f377132eda1a1b78.pdf>.
7. Cognitive Radio Tutorial. — [Электронный ресурс]. URL: <https://www.radio-electronics.com/info/rf-technology-design/cognitive-radio-cr/technology-tutorial.php>.