

ПРИМЕНЕНИЕ ПАРАДИГМЫ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В КОНЦЕПЦИИ «УМНОГО ГОРОДА»

Т.М. Татарникова, И.И. Палкин

Российский государственный гидрометеорологический университет, tm-tatarn@yandex.ru

Определено понятие интернета вещей как современной парадигмы коммуникации «умных» объектов между собой и пользователями по интернету. Рассмотрены области применения интернета вещей. Дана характеристика основных услуг, которые могут быть предложены гражданам при реализации проекта «умный город», таких как управление отходами, контроль качества воздуха, мониторинг шума, мониторинг параметров окружающей среды и многие другие. Рассмотрена архитектура интернета вещей на уровне устройств, их функций и организации информационно-коммуникационного взаимодействия. Приведена классификация протоколов реализации взаимодействия устройств интернета вещей. Рассмотрены перспективы развития концепции «Умный город». Показано, что развитие технологии интернета вещей, поддерживающей концепцию «умного города», позволило запустить пилотные проекты во всех субъектах Российской Федерации и городах с численностью населения свыше 100 тысяч человек. Цель запуска пилотных проектов – устранить неопределенности, препятствующие массовому принятию парадигмы Интернета вещей.

Ключевые слова: интернет вещей, «умный город», услуги гражданам, архитектура интернета вещей, протоколы взаимодействия.

MATHEMATICAL MODEL OF GIS STRUCTURE SYNTHESIS OF A DYNAMIC OBJECT

T.M. Tatarnikova, I.I. Palkin

Russian State Hydrometeorological University

The article considers the spheres where the concept of the Internet of things as a paradigm of interaction between “smart” objects and between devices and their users via the Internet can be used. The authors outline the characteristics of the main services that can be offered to citizens within the “Smart City” project framework. The services include waste management, the environment parameters monitoring, etc. The Internet of things architecture at the levels of devices, their functions and the organization of information transfer is considered. The article also presents a classification of protocols for implementing the interaction between devices within the Internet of things. The development perspectives of “Smart City” concept are discussed. The authors show how the Internet of things technologies have facilitated implementation of a number of projects in all regions of the Russian Federation and in cities whose population is over 100 thousand people. The projects are intended to eliminate the uncertainties that impede public acceptance of the Internet of things.

Keywords: Internet of things, “smart city”, services to citizens, architecture of the Internet of things, interaction protocols.

Введение

«Интернет вещей» (Internet of Things, IoT) — это современная парадигма коммуникации, представляющая собой экосистему будущего, объекты которой оснащены микроконтроллерами, приемопередатчиками и протоколами для взаимодействия между собой и пользователями по интернету [7]. Объекты интернета вещей представляют собой широкий спектр устройств, таких как бытовая

техника, камеры наблюдения, мониторинговые датчики, исполнительные механизмы, дисплеи, транспортные средства и т. д. Приложения, управляющие этими устройствами, способствуют предоставлению новых услуг гражданам, компаниям и государственному сектору [12]. Парадигма IoT уже сегодня находит применение во многих областях, таких как домашняя и промышленная автоматизация, медицинская помощь, мобильное здравоохранение, помощь пожилым людям, интеллектуальное управление энергопотреблением, автомобильная промышленность, управление движением транспорта и многих других [10].

В то же время ввиду становления технологии IoT до сих пор не установлена лучшая практика ее реализации. Принятие парадигмы IoT затрудняется отсутствием четкой и общепринятой бизнес-модели, которая может привлечь инвестиции для ее внедрения.

В статье рассматривается применение парадигмы IoT к концепции «умный город». Хотя до сих пор нет формального и общепринятого определения «умного города», конечная цель данного проекта состоит в повышении качества услуг, предлагаемых гражданам. Эта цель может быть достигнута путем развертывания городского IoT — инфраструктуры связи, которая предоставляет унифицированные, простые и экономичные средства доступа к услугам, таким как транспорт и парковка, освещение, наблюдение и обслуживание общественных мест, сохранение культурного наследия, сбор мусора, безопасность больниц и школ.

Услуги «умного города»

Рынок «умного города» появился из синергетической взаимосвязи ключевых отраслей промышленности и секторов услуг, таких как «умное управление», «умная мобильность», «умное ЖКХ», «умный дом» и «умная среда». Однако аналитики считают, что этот рынок пока еще не развит из-за ряда технических и финансовых барьеров. С технической стороны наиболее актуальная проблема заключается в гетерогенности технологий, используемых в городских условиях. В этом отношении реализация IoT может стать основой для реализации единой инфокоммуникационной платформы города [15]. Что касается финансового аспекта, то в последнее время определена бизнес-модель, предполагающая, что сначала должны быть разработаны социально полезные услуги с быстрой окупаемостью инвестиций, такие как интеллектуальная парковка и умные здания, которые станут катализатором для разработки других дополнительных услуг.

Рассмотрим некоторые из услуг, которые представляют потенциальный интерес в контексте «умного города».

Мониторинг состояния зданий. Надлежащее обслуживание зданий города требует постоянного мониторинга их фактического состояния и выявления районов, наиболее подверженных воздействию внешних факторов. Городской IoT может предоставить распределенную базу данных измерений целостности конструкции здания, собранную соответствующими датчиками, расположенными в зданиях, такими как датчик вибрации и деформации, датчики контроля уровня загрязнения, а также датчики температуры и влажности воздуха для получения полной характеристики условий окружающей среды [5]. Эта база данных позволит

проводить целенаправленные и опережающие действия по обслуживанию и ремонту зданий. Базу данных можно сделать общедоступной, чтобы горожане знали о работах, проводимых по сохранению исторического наследия города.

Управление отходами. Управление отходами является первостепенной проблемой во многих современных городах, что обусловлено как стоимостью услуг, так и проблемой хранения мусора на свалках. Применение IoT технологий в этой области может привести к экономическим и экологическим преимуществам. Для реализации службы управления отходами на базе IoT потребуется подключение «умных мусорных контейнеров» к центру управления коллекторно-грузового автопарка.

Контроль качества воздуха. Городской IoT может обеспечить контроль качества воздуха в местах работы и отдыха людей, а также в парках или на трассах. Реализация такой услуги требует, чтобы по всему городу были установлены датчики измерений качества воздуха с доступностью результатов измерений ответственности [8], например, на карте города через соответствующее приложение.

Мониторинг шума. Шум можно рассматривать как форму акустического загрязнения. IoT может предложить услугу мониторинга шума для измерения количества шума, производимого в любое время в любом месте. Помимо построения пространственно-временной карты шумового загрязнения в этом районе, такая служба может также использоваться для обеспечения общественной безопасности с помощью алгоритмов обнаружения звука, которые могут распознавать, например, шумы, возникающие при дорожно-транспортных происшествиях или конфликтных столкновениях.

Перегрузка автотранспорта. Несмотря на то что системы мониторинга трафика на основе камер уже доступны и развернуты во многих городах, решения на базе IoT позволят обеспечить более плотный поток источников информации. Мониторинг дорожного движения может быть реализован с помощью сенсоров и GPS, установленных на современных автомобилях.

Городское энергопотребление. Городской IoT может предоставить услугу для мониторинга энергопотребления всего города, что позволяет городским властям получить полное представление о количестве энергии, необходимой для различных услуг — освещения улиц, транспорта, камер управления, обогрева/охлаждения общественных зданий и т.д. [6]. В свою очередь, данная услуга позволит идентифицировать основные источники энергопотребления, установить приоритеты и тем самым оптимизировать их работу. Для обеспечения такой услуги устройства мониторинга энергопотребления должны быть интегрированы с энергосистемой города.

Умная парковка. Услуга интеллектуальной парковки основана на дорожных датчиках и интеллектуальных дисплеях, которые направляют автомобилистов по лучшей дороге для парковки в городе. Преимущества, получаемые от этой услуги, многообразны: более быстрое определение места для парковки означает уменьшение объема выбросов углекислого газа от автомобиля, меньшую загруженность дорог и более счастливых граждан. Услуга интеллектуальной парковки может быть непосредственно интегрирована в городскую инфраструктуру IoT. Кроме того, используя технологии связи малого радиуса действия, такие как радиочастотные идентификаторы [4] или связь ближнего поля, можно реализовать

электронную систему верификации парковочных мест, зарезервированную для машин скорой помощи, полиции, которые могут на законных основаниях использовать парковочные места.

Умное освещение. Оптимизация эффективности уличного освещения является важной задачей. В частности, этот сервис может оптимизировать интенсивность освещения уличного фонаря в зависимости от времени суток, погодных условий и присутствия людей. Для реализации такого сервиса необходимо включить уличные фонари в инфраструктуру «умного города».

Мониторинг параметров окружающей среды. Другим важным применением технологий IoT является мониторинг параметров окружающей среды в общественных зданиях — школах, музеях, офисах и других учреждениях — с помощью различных типов датчиков и исполнительных механизмов, которые управляют освещением, температурой и влажностью воздуха. Контролируя эти параметры, можно повысить уровень комфорта людей.

Архитектура интернета вещей

Из анализа услуг, описанных выше, становится ясно, что большинство услуг «умного города» основаны на централизованной архитектуре. Разные устройства, развернутые в городской местности, генерируют данные измерений, которые затем доставляются через подходящую сетевую технологию в центр управления, где осуществляется хранение и обработка этих данных. Интернет вещей может работать как поверх сетей общего пользования, так и в изолированных инсталляциях. Управление устройствами (вещами) со стороны пользователей выполняется при помощи различных типов клиентских устройств и интерфейсов (графических, телефонных, SMS и др.) [3].

Архитектура IoT включает четыре функциональных уровня (рис. 1).

Уровень взаимодействия со средой (сенсоры и сенсорные сети) — это самый нижний уровень архитектуры IoT, который состоит из «умных» (смарт) объектов (вещей), интегрированных с сенсорными устройствами. Сенсоры реализуют соединение физического и виртуального (цифрового) миров, обеспечивая сбор и обработку информации в реальном масштабе времени [1]. Вещи соединяются с базовыми станциями (маршрутизаторами, шлюзами), образуя локальные вычислительные сети, такие как Ethernet, Wi-Fi, или персональную сеть WPAN.

Сетевой уровень обеспечивает транспорт данным, создаваемым вещами и их владельцам, на первом уровне IoT. Сетевая инфраструктура создается путем интеграции разнородных сетей в единую сетевую платформу [11].

Сервисный уровень содержит набор услуг, которые автоматизируют технологические операции в IoT: хранение данных, их анализ, обработку, обеспечение безопасного доступа к вещам, управление бизнес-процессами.

Уровень приложений включает различные готовые решения IoT в таких областях, как энергетика, транспорт, торговля, медицина, образование и других прикладных областях. Приложения могут быть «вертикальными», когда они являются «специфическими» для конкретной области, а также «горизонтальными», которые могут использоваться в различных сферах деятельности.

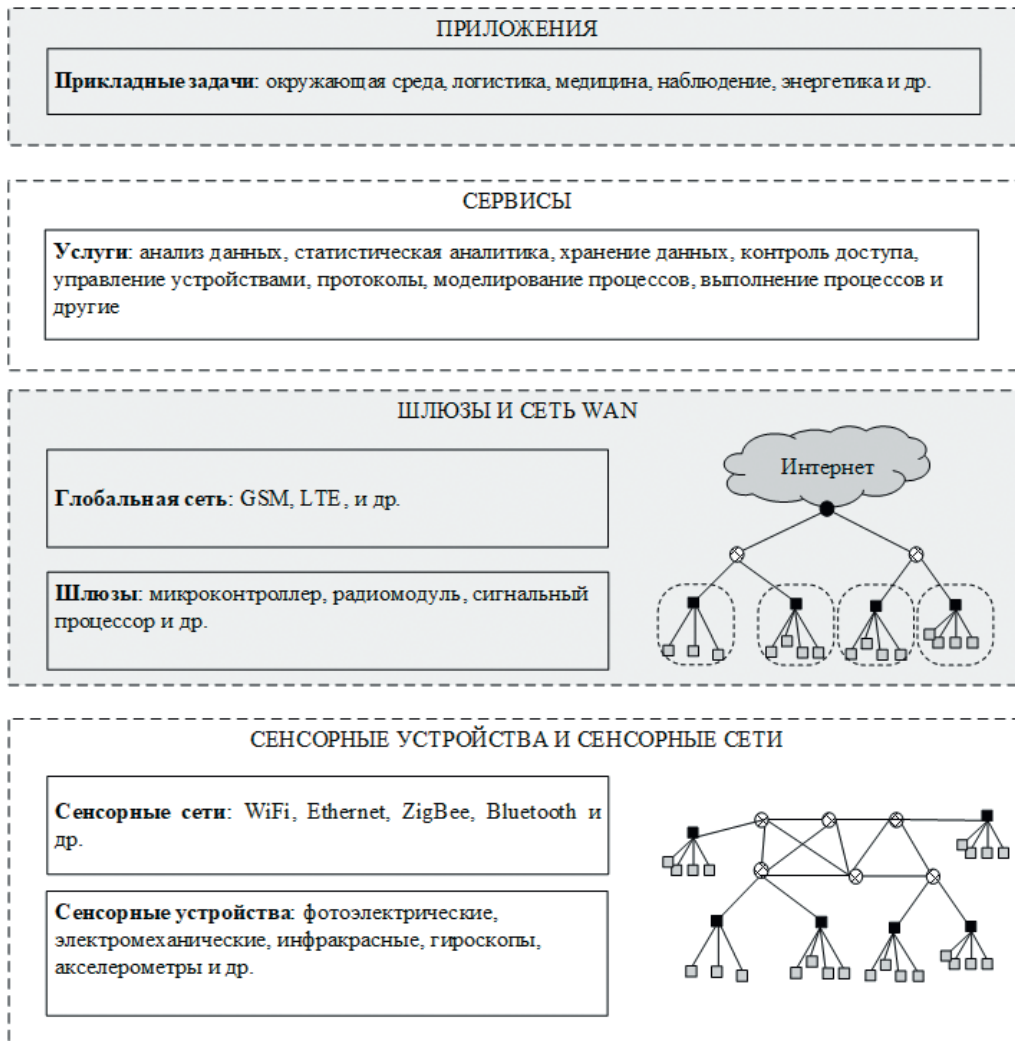


Рис. 1. Архитектура интернета вещей.

Fig. 1. The Internet of things architecture.

Протоколы интернета вещей

Для взаимодействия вещей и пользователей в IoT необходимы специальные протоколы. Рассмотрим их в соответствии с последовательными участками установления связи между элементами IoT [9]:

— устройства IoT (вещи) и пользовательское устройство (компьютер, планшет, мобильный телефон и т.д.) устанавливают друг с другом связь — назовем этот участок взаимодействия «Device-to-Device» (D2D);

— собранные данные передаются в серверную инфраструктуру (облако) — назовем этот участок взаимодействия «Device-to-Server» (D2S);

— серверная инфраструктура должна совместно использовать данные, имея возможность передавать их обратно устройствам, программам анализа или пользователям — назовем этот участок взаимодействия «Server-to-Server».

Известны следующие протоколы реализации взаимодействия объектов интернета вещей согласно выделенным участкам [13]:

— DDS: быстрая шина для интегрирования интеллектуальных устройств (D2D);

— CoAP: протокол для передачи информации о состоянии узла на сервер (D2S);

— MQTT: протокол для сбора данных устройств и передачи их серверам (D2S);

— XMPP: протокол для соединения устройств с пользователями, частный случай D2S-схемы, когда пользователи соединяются с серверами;

— STOMP: протокол для обмена сообщениями между устройством и сервером, реализованными на разных языках и платформах (D2S);

— AMQP: система организация очередей для соединения серверов между собой (S2S).

Известны десятки вариантов реализации перечисленных протоколов на практике. Объединяет их общая идея организации взаимодействия — схема «издай/подпишись», которая позволяет соединять тысячи устройств. Согласно этой схеме, генерируется шаблон публикации-подписки для отправки и приема данных, смены состояний и команд конечных устройств. Устройства-издатели создают тему «topic» (например, температура, местоположение, давление и т.д.) и публикуют шаблоны в виде реляционной модели данных (рис. 2). Устройствам, подписанным на эти темы, протокол доставляет созданные шаблоны и реализует связь между устройствами напрямую или через промежуточный сервер — брокер [14].

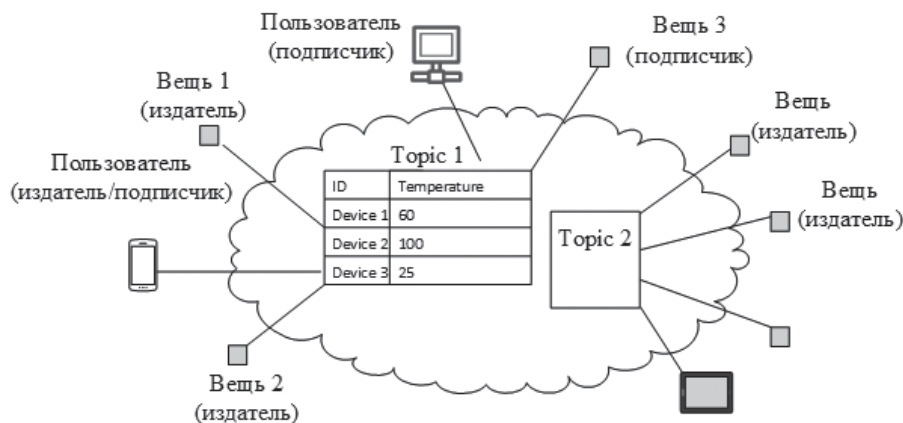


Рис. 2. Схема работы протокола интернета вещей.

Fig.2. The work protocol scheme of the Internet of things.

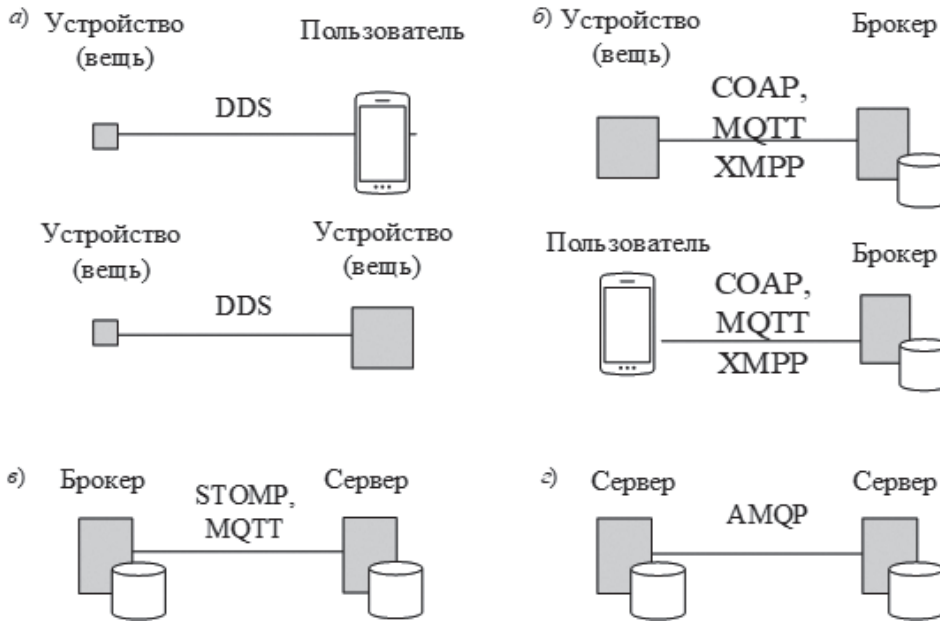


Рис. 3. Протоколы взаимодействия вещей и пользователей в IoT.

Fig. 3. Interaction protocols of things and users in IoT.

С помощью протокола реализуется многоадресная система между вещами и пользователями. Передача сообщений между взаимодействующими вещами и пользователями производится по методу «запрос — ответ». В табл. 1 приведены протоколы интернета вещей, а на рис. 3 — участки информационно-коммуникационного взаимодействия, где используется тот или иной протокол.

Таблица 1

Протоколы интернета вещей
Internet of things protocols

Протокол	Транспорт	Назначение	Особенность
DDS (рис. 3 а)	UDP	Для сетей, нуждающихся в распределении нагрузки	Реализует прямую связь между устройствами на базе реляционной модели данных
CoAP (рис. 3 б)	UDP	Для сетей с ограниченным ресурсом по энергопотреблению	Учитывает различные вопросы среды реализации в ограниченных сетях
MQTT (рис. 3 б и в)	TCP	Для загруженных сетей с большим числом устройств и брокером	Использование механизма очередей сообщений
XMPP (рис. 3 б)	TCP	Для адресации в небольшой персональной сети	Для идентификации устройств используются имена, по формату похожие на адреса электронной почты

Протокол	Транспорт	Назначение	Особенность
STOMP (рис. 3 в)	TCP	Для сети, в которой несколько разных протоколов, нуждающейся в простом протоколе передачи сообщений через брокера	Взаимодействие со многими языками программирования и платформами
AMQP (рис. 3 з)	TCP	Для реализации аналитических функций на базе серверов	Обслуживает очереди при передаче транзакционных сообщений между серверами

Перспективы развития концепции «умного города»

Стандарт проекта «Умный город», подготовленный Минстроем РФ, утвержден 04.03.2019. Стандарт включает набор базовых и дополнительных мероприятий, которые предстоит выполнять всем городам-участникам ведомственного проекта цифровизации городского хозяйства «Умный город» в срок до 2024 г. Как сообщается на сайте ведомства [2], в реализации проекта «Умный город» принимают участие все субъекты Российской Федерации и города с численностью населения свыше 100 тысяч человек.

Стандарт включает мероприятия по восьми направлениям [5]:

- городское управление,
- «умное» ЖКХ,
- инновации для городской среды,
- «умный» городской транспорт,
- интеллектуальные системы общественной и экологической безопасности,
- инфраструктура сетей связи,
- туризм,
- сервис.

Стандарт включает следующие базовые мероприятия и сроки их исполнения:

- внедрение цифровой платформы вовлечения граждан в решение вопросов городского развития «Активный горожанин» до 2020 г.;
- внедрение государственных информационных систем обеспечения градостроительной деятельности до 2021 г.;
- внедрение интеллектуальной транспортной модели муниципального образования, обеспечивающей анализ маршрутов движения общественного и частного транспорта, оценку уровня загруженности участков транспортной сети с целью оптимизации организации движения до 2024 г.;
- внедрение электронной модели территориальной схемы обращения с отходами до 2019 г.;
- внедрение единой диспетчерской службы города, обладающей электронной базой актуальных сведений о параметрах функционирования города, работа которой синхронизирована со всеми экстренными службами и организациями, отвечающими за работу городской инфраструктуры, обеспечивающей также выполнение сценариев реагирования на различные кризисные ситуации, до 2024 г.;

- внедрение систем интеллектуального учета коммунальных ресурсов до 2024 г.;
- проведение мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в государственных учреждениях субъекта Российской Федерации, муниципальных учреждениях, органах государственной власти субъектов Российской Федерации, органах местного самоуправления до 2024 г.;
- внедрение энергоэффективных технологий при организации наружного (уличного) освещения, замена имеющейся подсветки административных и иных муниципальных зданий на энергоэффективные аналоги с применением регулирования яркости освещения и автоматическим отключением в зависимости от времени суток и погодных условий до 2024 г.;
- внедрение автоматизированного контроля работы дорожной и коммунальной техники до 2024 г.;
- внедрение системы автоматической фотовидеофиксации нарушений правил дорожного движения до 2021 г.;
- внедрение системы отслеживания передвижения общественного транспорта в онлайн-режиме до 2020 г.;
- создание системы интеллектуального видеонаблюдения до 2024 г.;
- внедрение систем информирования граждан о возникновении чрезвычайных ситуаций до 2024 г.;
- автоматизация системы управления обращения с твердыми коммунальными отходами до 2023 г.

Заключение

Технология интернета вещей считается одной из самых перспективных технологий XXI века. Недорогие и «умные» устройства, объединенные в интернет вещей, предоставляют широкий набор услуг контроля и управления телами, домами, предприятиями, автомобилями и т. д. В статье приведен анализ решений, которые в настоящее время доступны для реализации городских IoT. Более того, поддерживающие технологии «умного города» достигли такого уровня зрелости, который позволил запустить пилотные проекты во всех субъектах Российской Федерации и городах с численностью населения свыше 100 тысяч человек. Пилотные проекты помогут устранить неопределенности, которые препятствуют массовому принятию парадигмы IoT.

Список литературы

1. Ачилова И.И., Глушак Е.В. Исследование беспроводных сенсорных сетей // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. № 5-1. С. 11—17.
2. Минстрой РФ. <http://www.minstroyrf.ru/press/v-rossii-poyavilsya-standart-umnogo-goroda/> (дата обращения 29.09.2019).
3. Татарникова Т.М., Елизаров М.А. Модель оценки временных характеристик при взаимодействии в сети Интернета вещей // Информационно-управляющие системы. 2017. № 2. С. 44—50. doi: 10.15217/issnl684-8853.2017.2.44.

4. *Татарникова Т.М., Елизаров М.А.* Процедура разрешения коллизий в RFID-системе // Известия вузов Приборостроение. 2017. Т. 60, № 2. С. 150—157. doi: 10.17586/0021-3454-2017-60-2-150-157.
5. Стандарт «Умный город»: Базовые и дополнительные требования к умным городам. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319635/ (дата обращения 29.09.2019).
6. *Финогеев А.Г., Дильман В.Б., Маслов В.А., Финогеев А.А.* Оперативный дистанционный мониторинг в системе городского теплоснабжения на основе беспроводных сенсорных сетей // Известия вузов. Поволжский регион. Технические науки. 2010. № 3. С. 27—36.
7. *Atzor L. Iera A., Morabito G.* The Internet of Things: a survey // Computer Networks. 2010. No. 54 (15). P. 2787—2805.
8. *Baranov A., Somov A., Spirjakin D., Akbari S., Passerone R.* “Perpetual” operation of CO wireless sensor node with hybrid power supply // Sensors and Actuators A: Physical. 2016. V. 238. P. 112—121.
9. *Dziubenko I.N., Tatarnikova T.M.* Algorithm for Solving Optimal Sensor Devices Placement Problem in Areas with Natural Obstacles // Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF). 2018. С. 8604325. doi: 10.1109/WECONF.2018.8604325.
10. *Hersent O., Boswarthick D., Elloumi O.* The Internet of Things: Key Applications and Protocols // Wiley Publ. 2012. 370 p.
11. IEEE Std 802.11-2007, Revision of IEEE Std 802.11-1999. IEEE Standard for Information Technology-Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area network — Specific requirements. Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications. IEEE Computer Society, June 2007.
12. *Kellmeyer D.* The Silent Intelligence: The Internet of Things // Publisher: DND Ventures LLC, 2013. 454 p.
13. *Liu B., Dousse O., Nain Ph., Towsley D.* Dynamic Coverage of Mobile Sensor Networks // IEEE Trans. On Parallel and Distributed Systems, Feb. 2013. Vol. 24, No 2. P. 301—311.
14. Recommendation Y.2069: Framework of the WEB of Things. – Geneva: ITU-T, July 2012. <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2069-201207-1> (дата обращения 26.01.2017).
15. *Wang Y.C., Wu F.J., Tseng Y.C.* Mobility Management Algorithms and Applications for Mobile Sensor Networks// Wireless Communications and Mobile Computing. 2012. Vol.12, issue 1. P. 7-21.

References

1. *Achilova I.I., Glushak Ye.V.* Research of wireless sensor networks. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. International Journal of Applied and Fundamental Research. 2018, 5-1: 11—17. [In Russian].
2. *Minstroy RF.* <http://www.minstroyrf.ru/press/v-rossii-poyavilsya-standart-umnogo-goroda/> (accessed September 29, 2019). [In Russian].
3. *Tatarnikova T.M., Elizarov M.A.* A model for assessing the temporal characteristics in the interaction on the Internet of things. *Informatsionno-Upravliaiushchie Sistemy*. Information management systems. 2017, 2: 44-50. doi: 10.15217/issn1684-8853.2017.2.44. [In Russian].
4. *Tatarnikova T.M., Elizarov M.A.* Collision Resolution Procedure in RFID System. *Izvestiya vuzov Priborostroyeniye*. University proceedings Instrument making. 2017, 60(2): 150—157. doi: 10.17586/0021-3454-2017-60-2-150-157. [In Russian].
5. *Standart «Umnyy gorod»: Bazovyye i dopolnitel'nyye trebovaniya k umnym gorodam.* http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319635/ (accessed September 29, 2019). [In Russian].
6. *Finogeev A.G., Dilman V.B., Maslov V.A., Finogeev A.A.* Operational remote monitoring in the urban heat supply system based on wireless sensor networks. *Izvestiya vuzov. Povolzhskiy region. Tekhnicheskkiye nauki*. 2010, 3: 27—36. [In Russian].
7. *Atzor L. Iera A., Morabito G.* The Internet of Things: a survey. *Computer Networks*. 2010, 54 (15): 2787—2805.
8. *Baranov A., Somov A., Spirjakin D., Akbari S., Passerone R.* “Perpetual” operation of CO wireless sensor node with hybrid power supply. *Sensors and Actuators A: Physical*. 2016, 238: 112—121.
9. *Dziubenko I.N., Tatarnikova T.M.* Algorithm for Solving Optimal Sensor Devices Placement Problem in Areas with Natural Obstacles. *Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF)*. 2018: 8604325. doi: 10.1109/WECONF.2018.8604325

10. *Hersent O., Boswarthick D., Elloumi O.* The Internet of Things: Key Applications and Protocols. Willey Publ, 2012. 370 p.
11. IEEE Std 802.11-2007, Revision of IEEE Std 802.11-1999. IEEE Standard for Information Technology-Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area network — Specific requirements. Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications. IEEE Computer Society, June 2007.
12. *Kellmerit D.* The Silent Intelligence: The Internet of Things. Publisher: DND Ventures LLC, 2013. 454 p.
13. *Liu B., Dousse O., Nain Ph., Towsley D.* Dynamic Coverage of Mobile Sensor Networks // IEEE Trans. On Parallel and Distributed Systems, Feb. 2013, 24(2): 301—311.
14. Recommendation Y.2069: Framework of the WEB of Things. – Geneva: ITU-T, July 2012. <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2069-201207-I> (accessed 26.01.2017).
15. *Wang Y.C., Wu F.J., Tseng Y.C.* Mobility Management Algorithms and Applications for Mobile Sensor Networks. Wireless Communications and Mobile Computing. 2012, 12(1): 7-21.

Статья поступила 29.09.2019

Принята 26.11.2019

Сведения об авторах

Татарникова Татьяна Михайловна, д-р техн. наук, доцент, заведующая кафедрой информационных технологий и систем безопасности, Российский государственный гидрометеорологический университет, tm-tatarn@yandex.ru

Палкин Иван Иванович, канд. воен. наук, доцент, первый проректор, Российский государственный гидрометеорологический университет, ivanpalkin@mail.ru

Information about authors

Tatarnikova Tatiana Mikhailovna, PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Information Technology and Security Systems, Russian State Hydrometeorological University

Palkin Ivan Ivanovich, PhD in Military Sciences, docent, First Vice-Rector, Associate Professor, Russian State Hydrometeorological University