

# ИДЕНТИФИКАЦИЯ УСТРОЙСТВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИЙ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

В. А. Тельтевская<sup>1</sup>, В. В. Зеленов<sup>1</sup>, Н. И. Шустов<sup>1</sup>, В. А. Кулик<sup>1\*</sup>,  
Р. В. Киричек<sup>1</sup>, М. А. Маколкина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация

\* Адрес для переписки: vslav.kulik@gmail.com

## Аннотация

Идентификация устройств Интернета Вещей является одним из ключевых направлений в работе 11 и 20 исследовательских комиссий МСЭ-Т. Одним из наиболее важных вопросов является взаимодействие с пользователем во время процедуры идентификации. В качестве одного из возможных решений, уже зарекомендовавшим себя в задачах инвентаризации и в системах помощи принятия решений, являются технологии дополненной реальности. **Предмет исследования.** В данной статье описывается архитектура модельной сети программно-аппаратного комплекса для идентификации устройств Интернета Вещей человеком с помощью технологии дополненной реальности. На базе данной архитектуры была разработана модельная сеть и затем проведено ее тестирование. **Метод.** В качестве метода исследования была выбран эмпирический метод исследования. **Основные результаты.** В ходе работы была спроектирована и реализована модельная сеть идентификации, а также проведен ряд экспериментов для оценки значений параметров качества обслуживания. **Практическая значимость.** Полученные результаты тестирования позволяют определить качество обслуживания для данного вида услуг и позволяют в дальнейшем провести натурный эксперимент по оценке качества восприятия процедуры идентификации, с помощью технологий дополненной реальности. Также предлагается разработка программно-аппаратного комплекса тестирования процедуры идентификации «умных» устройств, с помощью технологий дополненной реальности.

## Ключевые слова

Интернет Вещей, дополненная реальность, идентификация, DOA, DOI.

## Информация о статье

УДК 004.056

Язык статьи – русский.

Поступила в редакцию 26.10.17, принята к печати 01.12.17.

**Ссылка для цитирования:** Гребенщикова А. А., Атея А. А., Мутханна А. С. А., Киричек Р. В. Идентификация устройств Интернета Вещей с помощью технологий дополненной реальности // Информационные технологии и телекоммуникации. 2017. Том 5. № 4. С. 64–70.

# IDENTIFICATION OF THE INTERNET OF THINGS DEVICES WITH AUGMENTED REALITY TECHNOLOGIES

V. Teltevsкая<sup>1</sup>, V. Zelenov<sup>1</sup>, N. Shustov<sup>1</sup>, V. Kulik<sup>1\*</sup>,  
R. Kirichek<sup>1</sup>, M. Makolkina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> SPbSUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation

\* Corresponding author: vslav.kulik@gmail.com

**Abstract**—Identification of Internet of Things devices is one of the priority areas in the work of ITU-T study groups 11 and 20. One of the most important issues is the interaction with the user during the identification procedure. Augmented reality technologies are one of the possible solutions that have already proven themselves in inventory problems and in decision help systems. **Research subject.** This article describes the architecture of the model network hardware – software complex for the identification of Internet of Things devices by man using augmented reality technology. Based on this architecture was developed to model the network, and then conducted her testing. **Method.** As a method of research was chosen as the empirical research method. **Core results.** In the course of the work, a model identification network was designed and implemented, as well as a number of experiments were conducted to assess the values of service quality parameters. **Practical relevance.** The obtained test results allow to determine the quality of service for this type of service and allow further to conduct a full-scale experiment to assess the quality of perception of the identification procedure, using augmented reality technologies. It is also proposed to develop a software and hardware complex for testing the identification procedure of "smart" devices using augmented reality technologies.

**Keywords**—The Internet of Things, augmented reality, identification, DOA, DOI.

## Article info

Article in Russian.

Received 26.10.17, accepted 01.12.17.

**For citation:** Teltevsкая V., Zelenov V., Shustov N., Kulik V., Kirichek R., Makolkina M.: Identification of the Internet of Things devices with augmented reality technologies // Telecom IT. 2017. Vol. 5. Iss. 4. pp. 64–70 (in Russian).

## Введение

На сегодняшний день количество устройств в сети Интернет непрерывно растет, что влечет за собой некоторые проблемы в области телекоммуникаций [1]. Интернет Вещей (ИВ) развивается все быстрее, из-за растущего трафика возникает необходимость улучшать сети связи, чтобы поддерживать их работоспособность для обеспечения заданного качества обслуживания (QoS, *Quality of Service*) [2]. Однако, проблемы не ограничиваются только физическими возможностями сетей, но затрагивают и сферу безопасности [3, 4, 5]. Одним из направлений повышения безопасности Интернета Вещей является внедрение систем DOA (*Digital Object Architecture*), в том числе идентификации – DOI (*Digital Object Identifier*). С помощью этой системы пользователь может однозначно иден-

тифицировать объект (устройство ИВ), получив по идентификатору всю информацию в сети об этом объекте [6, 7, 8, 9, 10]. В рамках данной работы для идентификации используются очки дополненной реальности (ДР).

### Архитектура сети идентификации

Сеть идентификации устройств ИВ была реализована на базе лаборатории Интернета Вещей СПбГУТ (рис.) [11, 12]. Сеть состоит из устройств Интернета Вещей, устройства дополненной реальности, брокера MQTT и серверов DOA.

Устройство идентификации – устройство дополненной реальности представлено очками ДР Epson BT-300. Технология дополненной реальности используется для отображения слоя цифровой информации в прозрачных очках, тем самым дополняя окружающий мир виртуальными данными.

Устройства ИВ – объекты идентификации.

Устройства ИВ и ДР взаимодействуют друг с другом с помощью протокола MQTT. MQTT – протокол передачи данных прикладного уровня, основанный на модели «подписчик – издатель». Для организации взаимодействия устройств ИВ и устройства ДР, которые выступают в качестве клиентов MQTT, используется MQTT брокер.

Сервера DOA – GHR (глобальный реестр) и LHR (локальный реестр). Устройство идентификации отправляет запрос на получение информации об объекте с помощью имеющегося идентификатора DOI на эти серверы [3].

Для взаимодействия элементов сети было разработано программное обеспечение.

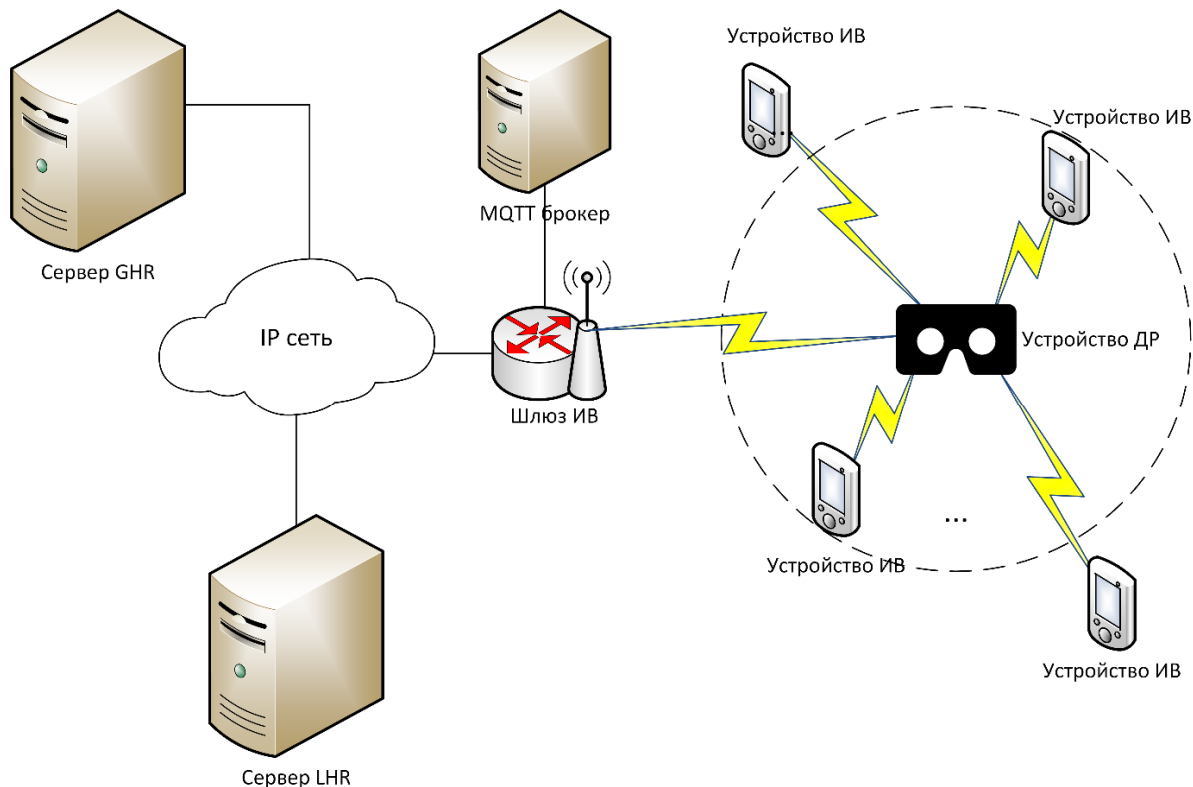


Рисунок. Архитектура сети идентификации устройств ИВ

## **Разработанный программно-аппаратный комплекс**

Принцип работы созданного программно-аппаратного комплекса состоит в следующем. Находясь в одной локальной сети, устройство ДР обнаруживает все устройства ИВ. На очках дополненной реальности и устройствах ИВ установлено специально разработанное программное обеспечение, и для взаимодействия используется протокол MQTT.

После обнаружения всех локальных устройств, необходимо измерить расстояние от устройства ДР до устройств ИВ с целью выяснить, какие из них находятся на расстоянии ближе двух метров. От устройства идентификации до устройств ИВ отправлялись специальные запросы. Используя методы определения RSSI (показатель уровня принимаемого сигнала) и Timestamp (метка времени), в ответ на запросы устройства отправляли значения этих параметров.

После получения этих данных о каждом устройстве приложение на очках ДР рассчитывает расстояние, и, если устройство ИВ оказывается ближе двух метров от пользователя, ему посылается MQTT запрос, чтобы узнать его основные параметры. Для этого запрос отправляется на специальный топик MQTT брокера, на который подписано данное устройство.

Получив основную информацию, приложение составляет список близлежащих устройств, чтобы пользователь мог выбрать интересующее его устройство для получения о нем полной информации.

Пользователь выбирает элемент с именем устройства из списка. Следом на это устройство идентификации отправляет MQTT запрос идентификатора DOI, снова на соответствующий топик. Устройство в ответ отправляет свой идентификатор. Затем очки ДР отправляют запросы на внешние серверы GHR (глобальный реестр) и LHR (локальный реестр) системы DOA. При получении информации об устройстве очки ДР отображают ее для пользователя.

Для проведения эксперимента на устройстве дополненной реальности при отправке запросов и получении ответов осуществлялся перехват пакетов. Информация о перехваченном трафике использовалась для измерения параметров качества обслуживания, таких как задержки, джиттер и параметр Херста.

### **Проведение эксперимента**

При взаимодействии клиента и брокера MQTT, происходил перехват пакетов на устройстве дополненной реальности, на нем было установлено специально разработанное клиентское программное обеспечение для проведения тестов. Так как устройства Интернета Вещей взаимодействовали с брокером MQTT через устройство идентификации – очки ДР, то перехват пакетов осуществлялся по следующему сценарию. Приложение на устройстве ДР отправляет запрос на определенный топик на брокере, подписанное на топик устройство ИВ получает сообщение и генерирует ответ, который отправляет обратно на брокер. Именно этот пакет перехватывается на очках ДР, а сам ответ отправляется обратно с брокера на очки. Из перехваченных пакетов замерялись параметры QoS – время задержки, джиттер, а также параметр Херста.

Было проведено 10 экспериментов, по 1 000 измерений в каждом, средние результаты сведены в таблицу.

Таблица.

Результаты эксперимента по измерению параметров QoS

Параметр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Сред.
Задержка, мс	7,02	7,49	7,38	7,35	7,35	7,89	8,17	8,01	7,09	7,88	7,56
Джиттер, мс	3,98	2,22	3,23	3,68	2,75	2,90	3,07	3,18	3,09	2,82	3,09
Коэффициент Хёрста	0,51	0,57	0,55	0,55	0,55	0,56	0,59	0,55	0,54	0,58	0,56

### Заключение

Согласно результатам эксперимента, задержка при запросе информации от устройства ИВ, с помощью устройства ДР, через брокер MQTT показывает низкие значения. Джиттер находится в пределах нормальных показателей (1–20 мс). Коэффициент Хёрста показывает, что трафик является самоподобным, близким к значению случайного распределения (0,50). Использование протокола MQTT показывает удовлетворительные результаты сетевого взаимодействия в задачах идентификации устройств ИВ, но вносит излишнюю сложность в архитектуру системы идентификации устройств ИВ, за счет используемой архитектуры сетевого взаимодействия подписчик-издатель. В дальнейшем для тестирования процедуры идентификации устройств ИВ предлагается использовать протоколы, основанные на архитектуре клиент-сервер, такие как CoAP и OData.

В дальнейшем планируется провести подобный эксперимент на базе протокола CoAP и с использованием системы идентификации цифровых объектов DOA.

### Литература

1. Кучерявый А. Е. Интернет Вещей // Электросвязь. 2013. № 1. С. 21–24.
2. Кучерявый А. Е., Прокопьев А. В., Кучерявый Е. А. Самоорганизующиеся сети. СПб.: Любавич, 2011. 312 с.
3. Данилов К. Н., Киричек Р. В., Кулик В. А. Методы обнаружения Интернет Вещей в глобальной сети // Информационные технологии и телекоммуникации. 2015. № 4 (12). С. 48–56.
4. Киричек Р. В., Кулик В. А., Владыко А. Г., Богданов И. А., Кучерявый А. Е. Ложные облака для Интернета Вещей. Методы защиты // Информационные технологии и телекоммуникации. 2015. № 3 (11). С. 27–39.
5. Kirichek R., Kulik V., Koucheryavy A. False clouds for Internet of Things and methods of protection // 18th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT). 2016. pp. 201–205.
6. Кулик В. А., Киричек Р. В., Кучерявый А. Е. Методы аутентификации устройств Интернета вещей для локальных и домашних сетей // 71-я Всероссийская научно-техническая конференция, посвященная Дню радио. 2016. С. 206–207.
7. Владимиров С. С., Киричек Р. В. Методика идентификации устройств Интернета вещей на основе принудительной деградации участка флеш-памяти // Электросвязь. 2017. № 2. С. 32–35.
8. Москаленко Т. А., Бородин А. С., Киричек Р. В. Подходы к исследованию методов идентификации устройств и виртуальных сущностей Интернета вещей на базе архитектуры цифровых объектов // 72-я Всероссийская научно-техническая конференция, посвященная Дню радио. 2017. С. 178–179.

9. Мартянова А. И., Кулик В. А., Бородин А. С., Киричек Р. В. Обзор и сравнительный анализ методов идентификации устройств Интернета Вещей // 72-я Всероссийская научно-техническая конференция, посвященная Дню радио. 2017. С. 219–221.

10. Данилов К. Н., Кулик В. А., Киричек Р. В. Исследование методов идентификации и аутентификации устройств Интернета Вещей // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. № 3 (4). С. 49–57.

11. Киричек Р. В., Владыко А. Г., Захаров М. В., Кучерявый А. Е. Модельные сети для Интернета вещей и программируемых сетей // Информационные технологии и телекоммуникации. 2015. № 3 (11). С. 17–26.

12. Маколкина М. А., Окунева Д. В., Кулик В. А., Тельтевская В. А., Щербак А. С., Киричек Р. В. Исследование взаимодействия приложений дополненной реальности с облачными сервисами 1С // Электросвязь. 2017. № 12. С. 49–53.

## References

1. Koucheryavy A. Internet of Things // *Electrosvyaz'*. 2013. No. 1. pp. 21–24.
2. Koucheryavy A., Prokopiev A., Koucheryavy Y. Self-Organizing Networks. SPb.: Lyubavich, 2011. 312 p.
3. Danilov K., Kirichek R., Kulik V. Methods for Detection of Internet of Things in the Global Network // *Telecom IT*. 2015. Vol. 4 (12). pp. 48–56.
4. Kirichek R., Kulik V., Vladyko A., Bogdanov I., Koucheryavy A. False Clouds for Internet of Things. Methods of protection // *Telecom IT*. 2015. Vol. 3 (11). pp. 27–39.
5. Kirichek R., Kulik V., Koucheryavy A. False Clouds for Internet of Things and Methods of Protection // 18th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT). 2016. pp. 201–205.
6. Kulik V., Kirichek R., Koucheryavy A. Authentication Methods of IoT Devices for Local and Home Networking // 71 All-Russian science conference dedicated to the Day of Radio. 2016. pp. 206–207.
7. Vladimirov S., Kirichek R. The IoT Devices Identification Procedure based on Forced Degrading of Flash-Memory Sector // *Electrosvyaz'*. 2017. No. 2. pp. 32–35.
8. Moskalenko T., Borodin A., Kirichek R. Approaches to the Study of Methods of Identification Devices and Virtual Entities of the IoT based on Digital Object Architecture // 72 All-Russian science conference dedicated to the Day of Radio. 2017. pp. 178–179.
9. Martyanova A., Kulik V., Borodin A., Kirichek R. Overview and Comparative Analysis of Methods for Identifying Devices of Internet of Things // 72 All-Russian science conference dedicated to the Day of Radio. 2017. С. 219–221.
10. Danilov K., Kulik V., Kirichek R.: Review and analysis of methods of identification and authentication of the Internet of Things devices // *Telecom IT*. 2016. Vol. 4. Iss. 3. pp. 49–57.
11. Kirichek R., Vladyko A., Zakharov M., Koucheryavy A. Model Networks for Internet of Things and SDN // *Telecom IT*. 2015. Vol. 3 (11). pp. 17–26.
12. Makolkina M., Okuneva D., Kulik V., Teltevskaia V., Scherbak A., Kirichek R. Research of Interaction between Augmented Reality Applications and 1С Cloud Services // *Electrosvyaz'*. 2017. No. 12. pp. 49–53.

**Тельтевская  
Валерия Александровна**

– магистрант, СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232,  
Российская Федерация, shkljaevaalina@rambler.ru

**Зеленов Василий Васильевич**

– студент, СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232,  
Российская Федерация, ze\_vs@outlook.com

**Шустов Никита Игоревич**

– студент, СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232,  
Российская Федерация, niiiksh@outlook.com

**Кулик Вячеслав Андреевич**

– аспирант, СПбГУТ, Санкт-Петербург,  
193232, Российская Федерация,  
vslav.kulik@gmail.com

- Киричек Руслан Валентинович*** – кандидат технических наук, доцент, СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация, kirichek@sut.ru
- Маколкина Мария Александровна*** – кандидат технических наук, доцент, СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация, makolkina@list.ru
- Teltevskaya Valeriya*** – Undergraduate, SPbSUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation, shkljaevaalina@rambler.ru
- Zelenov Vasily*** – Student, SPbSUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation, ze\_vs@outlook.com
- Shustov Nikita*** – Student, SPbSUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation, niiiksh@outlook.com
- Kulik Vyacheslav*** – Postgraduate, SPbSUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation, vslav.kulik@gmail.com
- Kirichek Ruslan*** – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, SPbSUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation, kirichek@sut.ru
- Makolkina Mariya*** – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, SPbSUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation, makolkina@list.ru