

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ШЛЮЗА УМНОГО ДОМА НА БАЗЕ ОБЛАЧНОЙ ПЛАТФОРМЫ ALLJOYN

А. А. Хакимов¹, А. С. Мутханна¹, В. А. Кулик¹,
Р. В. Киричек¹

¹СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация
 Адрес для переписки: ruslan.stk@gmail.com

Информация о статье

УДК 004.7

Язык статьи – русский.

Поступила в редакцию 19.02.16, принята к печати 21.03.16.

Ссылка для цитирования: Хакимов А. А., Мутханна А. С., Кулик В. А., Киричек Р. В.: Анализ производительности шлюза умного дома на базе облачной платформы ALLJoyn // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. Том 4. № 2. С. 77–85.

Аннотация

Предмет исследования. Статья посвящена анализу производительности шлюза умного дома на базе облачной платформы ALLJoyn. **Метод.** В качестве метода исследования был выбран натурный эксперимент. В роли шлюза используется аппаратная платформа RaspberryPi, на базе которой функционирует приложение для удаленного управления актуаторами и сенсорами на основе программной платформы AllJoyn, использующее приложение WhatsApp, основанное на протоколе XMPP. **Основные результаты.** В результате исследования были получены показатели зависимости используемой шлюзом памяти ОЗУ от количества сенсорных узлов. **Практическая значимость.** Приведены рекомендации по архитектуре построения комплекса умного дома и решения по снижению уровня вычислительной нагрузки на шлюз.

Ключевые слова

AllJoyn, Интернет Вещей, XMPP, сенсорные сети, шлюз, веб-вещей.



ANALYZING OF THE SMART HOME GATEWAY PERFORMANCE BASED ON CLOUD PLATFORM ALLJOYN

A. Khakimov¹, A. S. Muthanna¹, V. Kulik¹,
R. Kirichek¹

¹SPbSUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation
Corresponding author: ruslan.stk@gmail.com

Article info

Article in Russian.

Received 19.02.16, accepted 21.03.16.

For citation: Khakimov A., Muthanna A. S., Kulik V., Kirichek R.: Analyzing of the Smart Home Gateway Performance Based on Cloud Platform ALLJoyn // Telecom IT. 2016. Vol. 4. Iss. 2. pp. 77–85 (in Russian).

Abstract

Research subject. The paper analyzes the performance of the gateway smart home-based cloud platform ALLJOYN. **Method.** In the full-scale experiment has been chosen as the research method. In the role of gateway used hardware platform Raspberry Pi, which operates on the basis of an application for remote control of actuators and sensors based software platform AllJoyn using WhatsApp application based on XMPP protocol. **Core results.** The research used performance based RAM memory of the gateway have been obtained on the number of sensor nodes. **Practical relevance.** The paper presents recommendations for the construction of the complex architecture of the smart home solutions and to reduce the processing load on the gateway level.

Keywords

AllJoyn, Internet of Things, XMPP, sensor networks, gateway, Web of Things.

Введение

На текущий момент, основным направлением развития современных инфокоммуникационных систем является модернизация и расширение возможностей глобальной сети связи общего пользования (ССОП). Вычислительные возможности встраиваемых устройств связи увеличиваются, при уменьшении их габаритов. Последние достижения в рамках концепции беспроводных сенсорных сетей (БСС) [1, 2] и процесса интеграции протокола IP, с различными типами технологий канального и физического уровня изменили структуру ССОП¹ [2, 3, 4]. Предполагается, что в ближайшее время триллионы вычислительных устройств будут подключены к ССОП, что позволит говорить об интеграции концепции Интернета Вещей (ИВ) в глобальную инфокоммуникационную инфраструктуру [5]. Устройствами ИВ являются множество разнотипных реальных и виртуальных вещей, к которым относятся такие объекты, как смартфоны, планшеты, телевизоры, цифровые камеры,

¹ Routing Over Low power and Lossy networks IETF WG. URL: <http://tools.ietf.org/wg/roll>



маршрутизаторы, встраиваемые устройства беспроводной связи и др. Также устройствами ИВ могут считаться сенсоры и исполнительные устройства, функционирующие в рамках умного дома, через специальные устройства, исполняющими роль шлюза для устройств ИВ.

Одним из основных преимуществ использования протоколов IPv4, IPv6 на базе сетей ИВ, в случае применения технологий существующих в World Wide Web (WWW) для разработки устройств ИВ, является применение классических архитектур предоставления веб-услуг без необходимости использования шлюзов. Такая архитектура предоставления услуг в сетях ИВ называется Web-вещей (WoT-Web of Things)² [5].

В данной статье исследуется возможность и методы разработки платформы управления устройствами ИВ, расположенными на определенной территории, объединенными в единую сеть и подключенными к ССОП, через шлюз ИВ, с помощью программной платформы AllJoyn и облачного сервиса WhatsApp.

Программная платформа AllJoyn

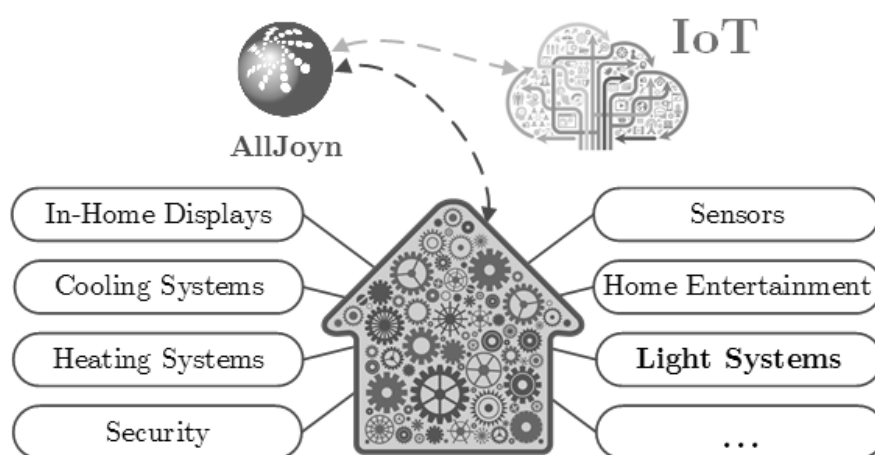


Рис. 1. Структура программной платформы AllJoyn

AllJoyn – программная платформа (ПП) с открытым исходным кодом, предназначенная для взаимодействия приложений, устройств и пользователей через беспроводные сети WiFi и Bluetooth (и другие типы сетей), вне зависимости от типа устройства. Основной заслугой данной платформы является специальный уровень абстракции, позволяющий устройствам и приложениям предлагать себя в качестве провайдера определенных услуг и находить другие устройства и приложения без использования какого-либо дополнительного оборудования и специальных серверов (рис. 1).

² Y.2069. Термины и определения для Интернета Вещей // Рекомендация МСЭ-T // 07.2012



Структурная схема натурального эксперимента

На рис. 2 представлена схема программно-аппаратного комплекса управления устройствами ИВ, на базе аппаратной платформы (АП) Raspberry Pi 3 Model B.

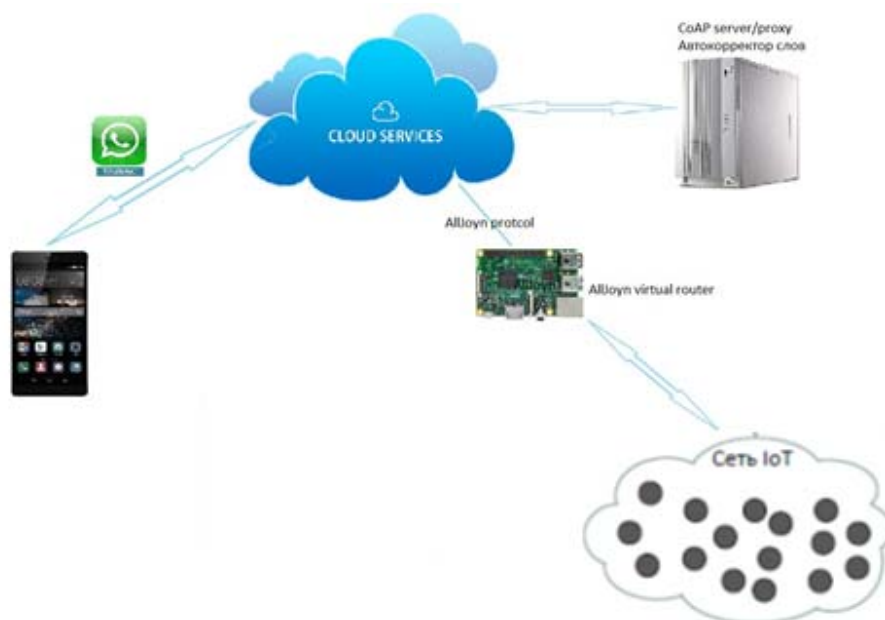


Рис. 2. Структурная схема программно-аппаратного комплекса управления устройствами ИВ

Данный программно-аппаратный комплекс состоит из:

- аппаратная платформа Raspberry Pi;
- мобильный терминал с поддержкой клиентского приложения WhatsApp;
- удалённый сервер обработки информации с устройств ИВ.

Программное обеспечение, используемое для создания данного программно-аппаратного комплекса:

- приложение SendXMPP;
- приложение YowSup2;
- программная платформа AllJoyn;
- клиентское приложение WhatsApp.

Данный эксперимент проводился на базе объединенных модельных сетей лаборатории Интернета Вещей и лаборатории программно-конфигурируемых сетей связи и DWDM-систем Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. М. А. Бонч-Бруевича (СПбГУТ) [6, 7, 8]. Данные модельные сети разработаны на основе рекомендации МСЭ-Т Q.3900³.

Из графика зависимости используемой оперативной памяти контролера от числа сенсоров в БСС (рис. 3) видно, что при увеличении количества сенсоров

³ Q.3900. Методы тестирования и архитектура модельных сетей для тестирования технических средств СПП, используемых в сетях электросвязи общего пользования // Рекомендация МСЭ-Т // 09.2006



в БСС показатель используемой оперативной памяти (ОП) пропорционально увеличивается. Из графика видно, что АП имеет возможность одновременной обработки ограниченного количества узлов БСС. Около 200 Мбайт памяти АП используются для работы встроенной операционной системы и обработки служебных сообщений, тогда как остальная часть памяти используется приложением для маршрутизации из приложения Yowsup в ZigBee стек и обратно.

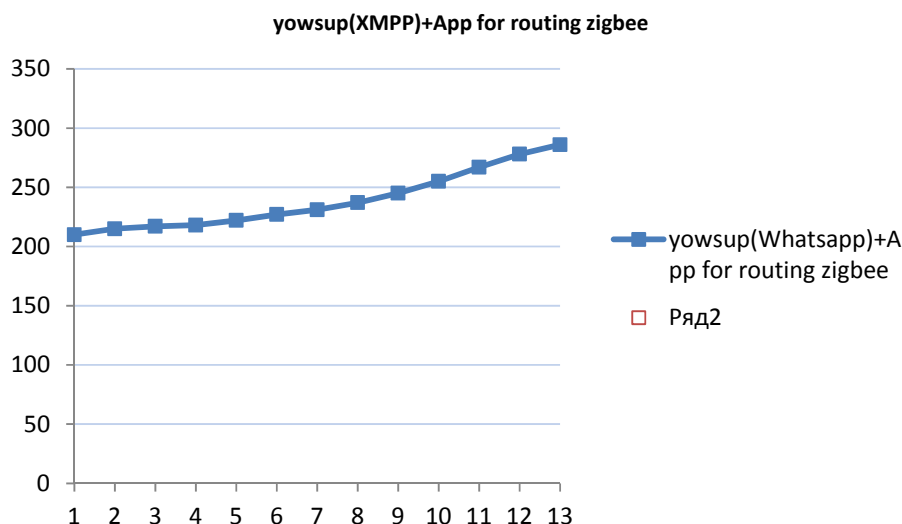


Рис. 3. Зависимость используемой оперативной памяти АП от числа узлов в сенсорной сети (Мбайт)

Тестирование шлюза на совместимость с технологиями, используемыми в БСС проводилось согласно методикам описанным в [7, 8].

В качестве решения проблемы небольшого числа поддерживаемых АП узлов БСС, было выбрано реализация облачного решения обработки данных, получаемых с сенсорных узлов. Преимущество такого решения – увеличение числа поддерживаемых сенсорных узлов, уменьшение нагрузки на вычислительный процессор контроллера (Raspberry Pi) и одновременное использование данных от сенсорной сети несколькими удалёнными системами (например: умный дом, умный офис) с помощью одного клиента сети XMPP. Для организации взаимодействия между устройствами Интернета Вещей используется программная платформа AllJoyn.

Для проведения эксперимента использовались следующие устройства:

- АП Raspberry Pi 3 Model B;
- мобильный терминал с поддержкой клиентского приложения WhatsApp;
- удалённый сервер CoAP для автокорректировки ошибочных сообщений пользователя;
- беспроводная сенсорная сеть.

Данный эксперимент проводился на базе объединенных модельных сетей лаборатории Интернета Вещей и лаборатории программно-конфигурируемых сетей свя-



зи и DWDM-систем СПбГУТ [6, 7, 8]. Данные модельные сети разработаны на основе рекомендации МСЭ-Т Q.3900⁴.

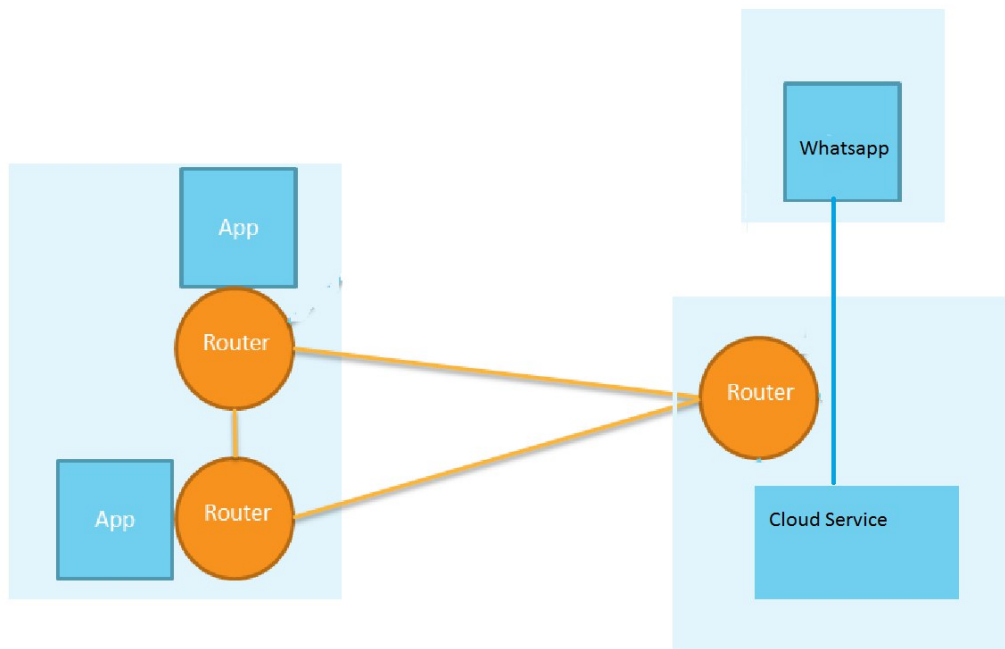


Рис. 4. Логическая архитектура взаимодействия клиентского приложения WhatsApp с ПП AllJoyn

В данной системе основные вычислительные процессы будут выполняться в облачных сервисах (рис. 4). Это значительно увеличивает число обслуживаемых сенсорных узлов одним контроллером ИВ. В данном случае пользователь отправляет сообщения облачному сервису, а тот в свою очередь обрабатывает данное сообщение и составляет и передает сообщение АП, в формате используемом ею. Далее контроллер ретранслирует сообщения, с помощью подключенного к нему сетевого интерфейса ZigBee в сенсорную сеть. Для взаимодействия между облачной платформой и контроллером используется ПП AllJoyn. У данной платформы имеются собственные виртуальные маршрутизаторы, которые позволяют взаимодействовать разным ИВ между собой. ПП AllJoyn имеет открытый исходный код и поддерживает различные протоколы ИВ прикладного уровня (MQTT, CoAP, XMPP и др.)⁵.

Тестирование шлюза на совместимость с технологиями, используемыми в БСС проводилось согласно методикам описанным в [9, 10].

⁴ Q.3900. Методы тестирования и архитектура модельных сетей для тестирования технических средств СПП, используемых в сетях электросвязи общего пользования // Рекомендация МСЭ-Т // 09.2006.

⁵ Там же.



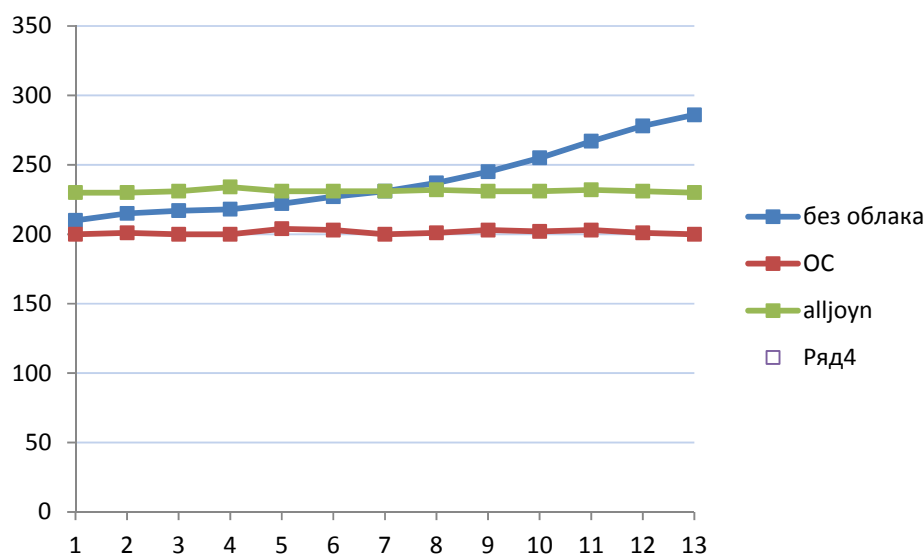


Рис. 5. Использование оперативной памяти контролера при эксперименте

По графику, изображенному на рис. 5, видно, что количество узлов в сенсорном поле не влияет на использование оперативной памяти контроллером. Из этого вытекает, что количество сенсоров ограничивается только на уровне пропускной способности сетевого интерфейса ZigBee.

Заключение

В данной статье была исследована возможность организации шлюза ИВ на основе программной платформы AllJoyn и клиентского приложения XMPP и возможность управления узлами БСС, подключенной к данному шлюзу. Был разработан программно-аппаратный комплекс управления узлами БСС с помощью клиентского приложения WhatsApp и предложена схема интеграции данного комплекса с облачной платформой AllJoyn, для чего были разработаны новые форматы сообщений прикладного уровня для протокола XMPP и предложен механизм идентификации пользовательского терминала. Были разработаны программные продукты для управления устройствами ИВ на языках программирования Python, также добавлены новые форматы сообщения для WhatsApp. По результатам исследования результатов, полученных в ходе двух экспериментов (с использованием облачной платформы и без) было доказано, что использование облачных платформ на базе AllJoyn намного эффективнее, чем прямое соединение с контроллером. Облачная платформа имеет также и другие преимущества, такие как одновременное взаимодействие с множеством шлюзов ИВ и устройств ИВ, подключенных к ним под управлением одного клиентского приложения XMPP. Данное решение дает возможность обрабатывать большое количество данных, получаемое с узлов БСС.



Литература

1. Кучерявый А. Е. Самоорганизующиеся сети и новые услуги // Электросвязь. 2009. № 1.
2. Прокопьев А. В. Перспективы использования протокола 6LoWPAN в сетях IEEE 802.15.4 // Электросвязь. 2009. № 1. С. 33–36.
3. Кучерявый А. Е., Прокопьев А. В., Кучерявый Е. А. Самоорганизующиеся сети. СПб. : Любавич, 2011. 312 с.
4. Мутханна А. С., Прокопьев А. В., Кучерявый А. Е. Сравнительный анализ протоколов маршрутизации RPL и AODV // II Международная научно-техническая и научно-методическая конференция «Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании». СПб. : СПбГУТ, 2013. С. 167-171. URL: http://sut.ru/doci/nauka/sbornic_confsut_2013_no_copy.pdf
5. Кучерявый А. Е. Интернет Вещей // Электросвязь, 2013. № 1. С. 21–24.
6. 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. URL: <https://www.sut.ru/doci/nauka/review/3-15.pdf>
7. Kirichek R., Koucheryavy A. Internet of Things Laboratory Test Bed // Lecture Notes in Electrical Engineering, 2016. Vol. 348. PP. 485–494.
8. Kirichek R., Vladyko A., Zakharov M., Koucheryavy A. Model Networks for Internet of Things and SDN // 2016 18th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT), 2016. pp. 76–79.
9. Васильев А. Б., Тарасов Д. В., Андреев Д. В., Кучерявый А. Е. Тестирование сетей связи следующего поколения. М. : ФГУП ЦНИИС, 2008. 144 с.
10. Кулик В. А., Киричек Р. В., Бондарев А. Н. Методы исследования беспроводных каналов связи Интернета Вещей в условиях совместной работы // Информационные технологии и телекоммуникации. 2015. № 1. С. 106–114. URL: <https://www.sut.ru/doci/nauka/review/1-15.pdf>
11. Мутханна А. С. Сравнение протоколов маршрутизации для всепроникающих сенсорных сетей // Электросвязь. 2014. № 9. С. 5-10.

References

1. Koucheryavy, A. E. Self-Organizing Networks and New Services // *Electrosvyaz'*. 2009. No 1.
2. Prokopiev, A. V. Perspectives of using 6LoWPAN Protocol in IEEE 802.15.4 Networks // *Electrosvyaz'*. 2009. No. 1. pp. 33–36.
3. Koucheryavy, A. E., Prokopiev, A. V., Koucheryavy, E. A. Self-Organizing Networks. SPb. : Lubavich, 2011. 312 p. ISBN 978-5-86983-318-1.
4. Koucheryavy, A. E., Muthanna, A. S., Prokopiev, A. V. Comparative Analysis of Routing Protocols RPL and AODV // II International Scientific-Technical and Scientific-Methodical Conference: Actual Problems of Infotelecommunications in Science and Education. SPb. : SPbSUT, 2013. pp. 167–171. URL: http://sut.ru/doci/nauka/sbornic_confsut_2013_no_copy.pdf
5. Koucheryavy, A. E. The Internet of Things // *Electrosvyaz*. 2013. No. 1. pp. 21–24.
6. Kirichek, R. V., Vladyko, A. G., Zakharov, M. V., Koucheryavy, A. E. Model networks for internet of things and SDN // *Telecom IT*. 2015. No. 3 (11). pp. 17–26. URL: <https://www.sut.ru/doci/nauka/review/3-15.pdf>
7. Kirichek R., Koucheryavy A. Internet of Things Laboratory Test Bed // *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 2016. Vol. 348. pp. 485–494.
8. Kirichek R., Vladyko A., Zakharov M., Koucheryavy A. Model Networks for Internet of Things and SDN // 2016 18th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT), 2016. pp. 76–79.
9. Vasiliev, A. B., Tarasov, D. V., Andreev, D. V., Koucheryavy, A. E. Testing of Next Generation Networks. M. : FGUP ZNIIS, 2008. 144 p. ISBN 5-00-000834-0.
10. Kulik, V. A., Kirichek, R. V., Bondarev, A. N. Research Methods Wireless Channel of Internet of Things in other Networks Interference // *Telecom IT*, 2015. No. 1. pp. 106–114. URL: <https://www.sut.ru/doci/nauka/review/1-15.pdf>.



11. Muthanna, A. S. Comparison of Routing Protocols for Pervasive Sensor Networks // *Electrosvyaz'*. 2014. No. 9. pp. 5–10.

- Хакимов
Абдукодир Абдукаримович** – магистрант, СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация, abdukadir94@gmail.com
- Мутханна Аммар Салех Али** – ассистент, СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация, ammarexpress@gmail.com
- Кулик Вячеслав Андреевич** – ассистент, СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация, vaklicr@gmail.com
- Киричек Руслан Валентинович** – кандидат технических наук, доцент, СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация, ruslan.stk@gmail.com
- Khakimov Abdukodir** – undergraduate, SPbSUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation, abdukadir94@gmail.com
- Muthanna Ammar** – assistant, SPbSUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation, ammarexpress@gmail.com
- Kulik Vyacheslav** – assistant, SPbSUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation, vaklicr@gmail.com
- Kirichek Ruslan** – Ph.D., assistant professor, SPbSUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation, kirichek@sut.ru

