

Интернет вещей: стандарты, коммуникационные и информационные технологии, сетевые приложения

УДК 004.7

DOI 10.25559/SITITO.2017.3.450

Ромасевич Е.П.

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ АГРЕГИРОВАННОГО ТРАФИКА БЕСПРОВОДНЫХ ИОТ УСТРОЙСТВ

Аннотация

В настоящее время наблюдается бурный рост Интернета вещей. В связи с этим актуальной становится проблема перегрузки существующих сетей передачи данных трафиком устройств IoT. Для изучения данной проблемы было принято решение использовать имитационные модели. Данная работа пытается решить проблему получения данных о характеристиках трафика, генерируемого устройствами Интернета вещей, необходимых для создания адекватной модели. Эта статья является логическим продолжением работ по исследованию свойств подобного трафика. В статье рассматривается работа микроконтроллера ESP8266 с интерфейсом Wi-Fi, который используется во многих проектах реализации Интернета вещей. Исследуется трафик группы беспроводных устройств при обмене данными во время взаимодействия с облачным сервером. Приводится сравнение характеристик трафика при работе устройств под управлением разного программного обеспечения. В сравнении показаны интенсивность трафика, количество и размеры пакетов за период времени, соотношения размеров пакетов, плотности распределения вероятностей времени между приходом пакетов.

Ключевые слова

Интернет вещей; Wi-Fi; беспроводные устройства.

Romasevich E.P.

Volgograd State University, Volgograd, Russia

RESEARCH OF THE AGGREGATION TRAFFIC OF THE WIRELESS IOT DEVICES

Abstract

Currently, there is a rapid growth of the Internet of things. In this regard, the problem of overloading existing data networks with the traffic of IoT devices becomes topical. To study this problem it was decided to use a simulation model. This work tries to solve the problem of obtaining data on the characteristics of the traffic generated by the devices of the Internet of things, necessary to create an adequate model. This article is a logical continuation of the study of the properties of such traffic. This paper describes the work of ESP8266 Wi-Fi chip, which is used in many implementations of Internet of things. In this work examines the traffic of the group of wireless devices communicating while interacting with the cloud server. Traffic characteristics during operation of devices running different firmware are compared. In the comparison are shown the intensity of traffic, number and size of packets over a period of time, the ratio of the packet size, the density of the probability distribution of time between arrival of packets.

Keywords

Internet of Things; IoT; Wi-Fi; wireless devices.

На протяжении последних лет люди вплотную приблизились к тому, что окружающие нас устройства начинают взаимодействовать друг с другом, делая жизнь

комфортнее и интереснее. Регулярно появляется информация об автомобилях, которые уже способны передвигаться без участия человека, используя для ориентации, как свои датчики, так

и информацию от спутников, других автомобилей, дорожных знаков. Запускаться такие автомобили будут при помощи приложения на смартфоне. К смартфону сейчас возможно подключить практически любые устройства: управление телевизором, кухонной техникой, розетками, получение данных с кардиографа, бортового компьютера автомобиля, оплата товаров в магазинах. Идеи Интернета вещей (ИВ, Internet of Things, IoT) воплощаются в жизнь.

Под эгидой Интернета вещей в настоящее время разрабатывается ряд проектов, технологий, стандартов, устройств. Согласно Рекомендации МСЭ-Т (сектор стандартизации электросвязи Международного союза электросвязи) Y.2060, под «вещью» ИВ понимается объект физического или информационного мира. Данный объект должен быть уникально идентифицирован и объединён в сеть, то есть иметь адрес и способность взаимодействовать с другими объектами. Как правило, сейчас в качестве таких «вещей» рассматриваются устройства с ограниченными ресурсами, такие датчики и приводы [1, 2]. Однако Интернет вещей может включать в себя и взаимодействие с бытовыми приборами, транспортом или другой техникой [3].

На сегодняшний день эксперты приходят к выводу об отсутствии единой концепции развития Интернета вещей [1]. Это происходит по причине объединения различного рода технологий и задач под единый термин Интернета вещей: сенсорные сети, бытовая техника, транспорт и транспортная инфраструктура, промышленность, медицина и множество других сфер. Сейчас можно судить о том, что Интернет вещей активно развивается, но говорить о его унификации пока ещё рано [3]. Вопросами стандартизации Интернета вещей занимается Глобальная инициатива по стандартам Интернета вещей IoT-GSI (Global Standards Initiative on Internet of Things) МСЭ-Т.

МСЭ-Т предлагает эталонную модель для Интернета вещей. Она предполагает четыре уровня:

1. уровень приложения;
2. уровень поддержки услуг и поддержки приложений;
3. уровень сети;
4. уровень устройства.

Также предполагаются возможности управления и возможности обеспечения безопасности, которые располагаются на всех уровнях модели [2].

Существует целый ряд архитектур IoT, предлагаемых различными организациями. Помимо МСЭ-Т свою эталонную модель

архитектуры разработал Европейский интеграционный проект IoT-A (Internet of Things – Architecture). Данная модель отличается от предложенной в Y.2060, хотя имеет определённые сходства. Модель IoT-A вводит и оперирует важными понятиями: сеть с ограничениями (низкие скорости передачи в таких сетях, как IEEE 802.15.4) и сеть без ограничений (высокие скорости передачи, такие в сети Интернет) [4].

В [5] описывается ещё один вариант архитектуры IoT, который предполагает три уровня:

1. уровень приложений. Предназначен для обработки данных, полученных из сетевого уровня, а также для поддержки различных сервисов для всех типов пользователей;
2. уровень сети. Основной его задачей является передача информации, собранной на уровне датчиков, узлов назначения, находящимся на уровне приложений;
3. уровень датчиков (sensing). Позволяет «вещам» взаимодействовать с сетевой инфраструктурой и между собой.

Компания WS02, провайдер PaaS (platform as a service), SaaS (software as a service) и иных услуг, предлагает свою пятиуровневую модель архитектуры IoT с двумя вертикальными уровнями. Нижним является уровень устройств. На данном уровне должны располагаться различные устройства, которые напрямую или косвенно должны подключаться к сети Интернет. Следующим идёт уровень коммуникаций, который поддерживает подключение устройств с облаком. Авторы называют три наиболее известных протокола для этих целей: HTTP/HTTPS (RESTful), MQTT, CoAP [6].

MQTT (Message Queue Telemetry Transport) – протокол обмена сообщениями между устройствами по принципу издатель-подписчик, работающий поверх протокола TCP. Данный протокол был создан для использования в сетях с низкой полосой пропускания, сетях с высокой задержкой или ненадёжных сетях [7].

CoAP (Constrained Application Protocol) – протокол прикладного уровня, работающий на основе REST (Representational State Transfer) шаблонов, и схож протоколом HTTP с точки зрения работы с REST шаблонами. Протокол CoAP является бинарным и работает поверх UDP, в отличие от HTTP. Данный протокол используется устройствами и сетями с ограниченными ресурсами [8].

Над уровнем коммуникаций находится уровень агрегации/шины. Задачами данного

уровня являются возможность поддержки HTTP сервера или MQTT брокера для взаимодействия с устройствами, возможность агрегировать соединения с разными устройствами для последующей маршрутизации на специальное устройство/шлюз, возможность передавать данные между различными протоколами. Выше расположен уровень аналитики и обработки событий. Данный уровень должен получать события из шины и реагировать на поступившие события. Верхним уровнем модели является уровень клиента/внешний коммуникаций. Данный уровень предназначен для взаимодействия с пользователем посредством web-страницы, панелей инструментов dashboard или API для M2M-взаимодействия [6].

С каждым днём количество соединений M2M (machine-to-machine) растёт. [3] По данным Cisco к 2020 году к глобальной сети будет подключено порядка 50 миллиардов устройств, что приведёт к лавинообразному увеличению трафика [9]. Таким образом, актуальной остаётся проблема перегрузки существующих сетей передачи данных трафиком устройств IoT [3]. Для изучения данной проблемы было принято решение использовать имитационные модели. О необходимости получения данных о характеристиках трафика, генерируемого

устройствами Интернета вещей, для создания адекватной модели говорилось в [10]. Данная работа является логическим продолжением [3] по исследованию свойств подобного трафика.

В исследовании использовался микроконтроллер ESP8266 с интерфейсом Wi-Fi компании Espressif. Данный модуль набрал большую популярность благодаря невысокой цене, малому размеру, удобству программирования, полноценной поддержке Wi-Fi и ряду других полезных функций. Десять устройств ESP8266 работали под управлением двух разных программных обеспечений: DeviceHive и Blynk. Оба ПО активно развиваются и поддерживаются, имеют собственный облачный сервис, имеют открытый исходный код.

Работа модуля тестировалась в фоновом режиме работы. На рисунках 1 и 2 показан процесс передачи данных между облачным сервером и десятью устройствами под управлением ПО DeviceHive и Blynk, соответственно. Из графиков видно, что при работе под управлением Blynk процесс обмена происходит равномернее, а количество пакетов за единицу времени меньше, чем при работе под управлением DeviceHive.

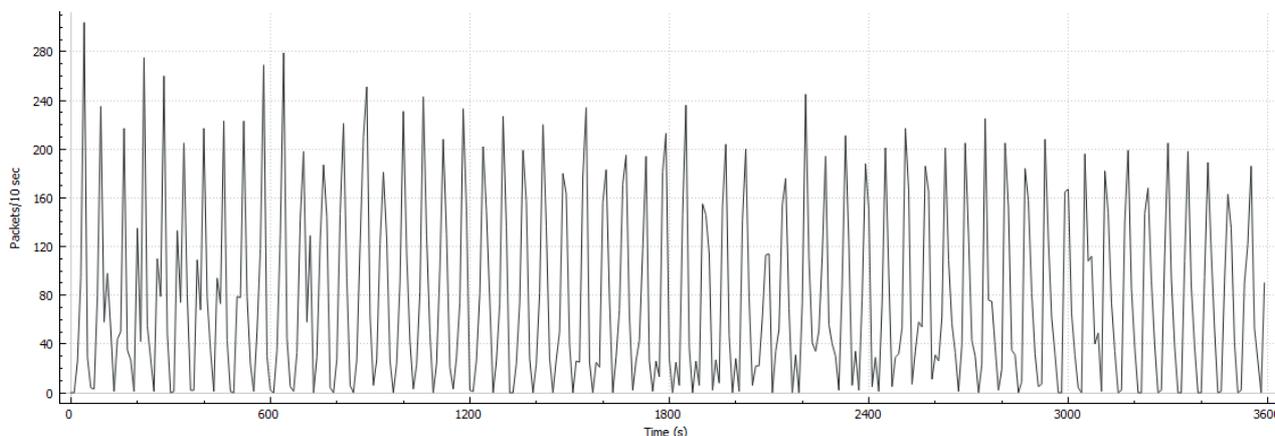


Рис. 1. Передача данных в фоновом режиме (DeviceHive)

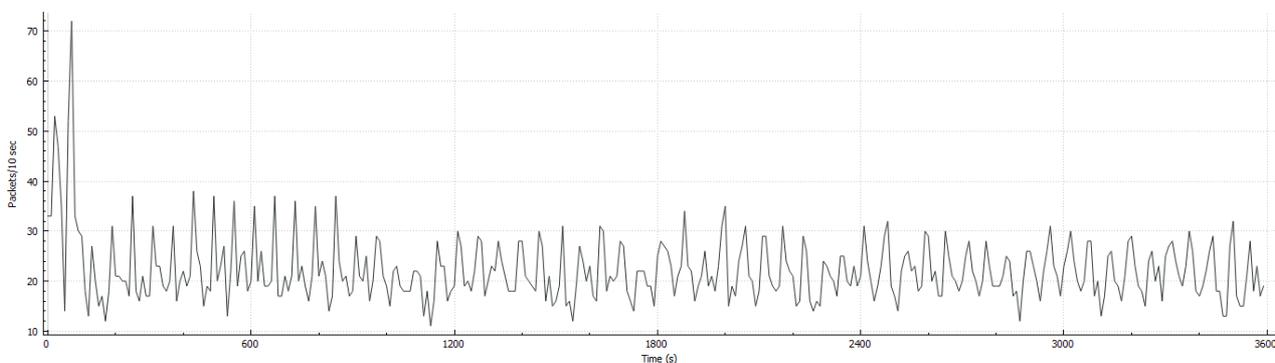


Рис. 2. Передача данных в фоновом режиме (Blynk)

В таблице 1 некоторые данные работы устройства в фоновом режиме в течение одного часа. Из данных таблицы видно, что количество пакетов, переданных за один час работы DeviceHive, более чем в 3 раза превышает количество пакетов, переданных за то же время работы Blynk. При этом DeviceHive превосходит Blynk также по максимальному размеру пакета: 907 байт против 628 байт.

Таблица 1. Данные фонового режима

	DeviceHive	Blynk
Количество пакетов	28088	8001
Максимальный размер пакета, байт	907	628
Минимальный размер пакета, байт	80	80

По сравнению с данными о работе одного устройства в течение пяти минут [3], показанными в таблице 2, можно увидеть, что увеличились значения минимального и максимального размеров пакетов. У DeviceHive значение максимального размера выросло на 22,9%, у Blynk – на 3,3%. Стоит также отметить, что в таблице 2 количество пакетов, переданных при работе DeviceHive, меньше в 2 раза, чем при работе Blynk.

Таблица 2. Данные фонового режима одного устройства (5 минут)

	DeviceHive	Blynk
Количество пакетов	75	168
Максимальный размер пакета, байт	738	608
Минимальный размер пакета, байт	72	64

Если рассматривать детальнее состав передаваемого трафика, можно увидеть соотношение размеров пакетов при работе каждого ПО. Данные соотношения представлены на рисунках 3 и 4. В трафике обоих сервисов преобладают пакеты размером в диапазоне от 80 до 159 байт. При DeviceHive это половина передаваемого трафика, при работе Blynk – более 80%. Размеры пакетов в диапазоне от 160 до 319 байт у первого составляют около 5% всего трафика, у второго – менее процента, и этим значением можно пренебречь. Диапазон от 320 до 639 байт представлен 35% DeviceHive против 18% Blynk. Также около 10% трафика DeviceHive состоят из пакетов с размерами в диапазоне от 640 до 1279 байт, с максимальным размером в 907 байт.

Ещё одним важным параметром трафика для моделирования сети является время между приходом пакетов на устройства и от устройств.

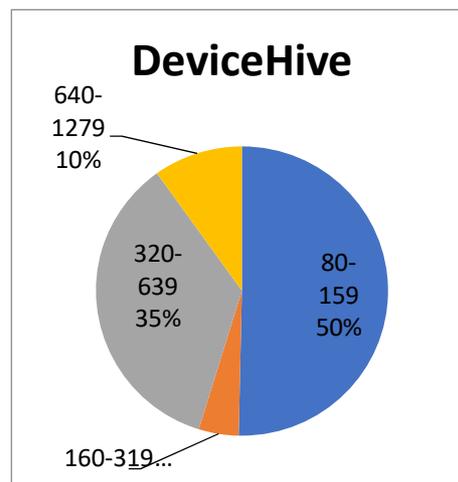


Рис. 3. Соотношение размеров пакетов в трафике (DeviceHive)

На рисунках 5 и 6 показаны плотности распределения вероятностей времени между приходом пакетов от устройств для DeviceHive и Blynk, соответственно. Аппроксимируется отражающий работу DeviceHive ряд распределением Пирсона VI типа. Ряд, относящийся к работе Blynk, имеет более сложную структуру, и аппроксимировать его одной функцией не представляется возможным. Основную часть данного ряда можно аппроксимировать с помощью распределения Фреше.

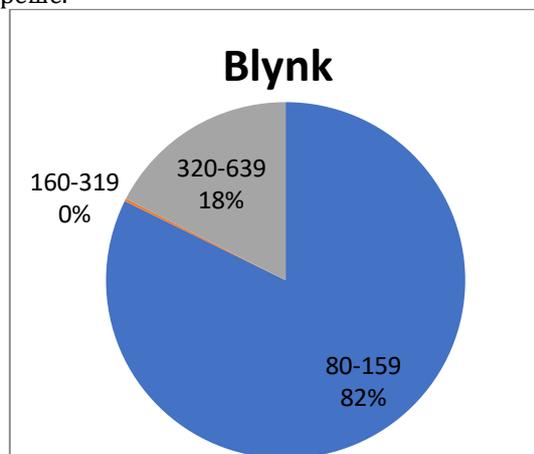


Рис. 4. Соотношение размеров пакетов в трафике (Blynk)

Плотности распределения вероятностей времени между приходом пакетов от сервера к устройствам показаны на рисунках 7 и 8. Как видно из графиков, картина не меняется от направления. Также, как в случае направления трафика от устройств на сервер, ряд, относящийся к DeviceHive, может быть аппроксимирован распределением Пирсона VI типа, а ряд, относящийся к Blynk, не может быть аппроксимирован одной функцией, но основная часть аппроксимируется распределением Фреше.

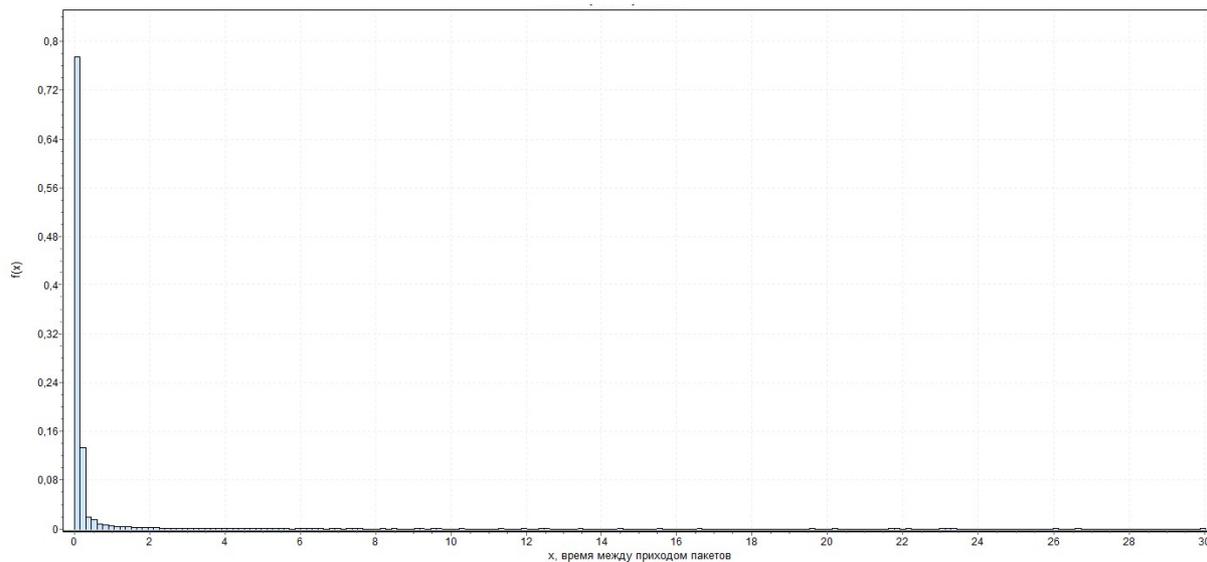


Рис. 5. Плотность распределения вероятностей времени между приходом пакетов от устройств (DeviceHive)

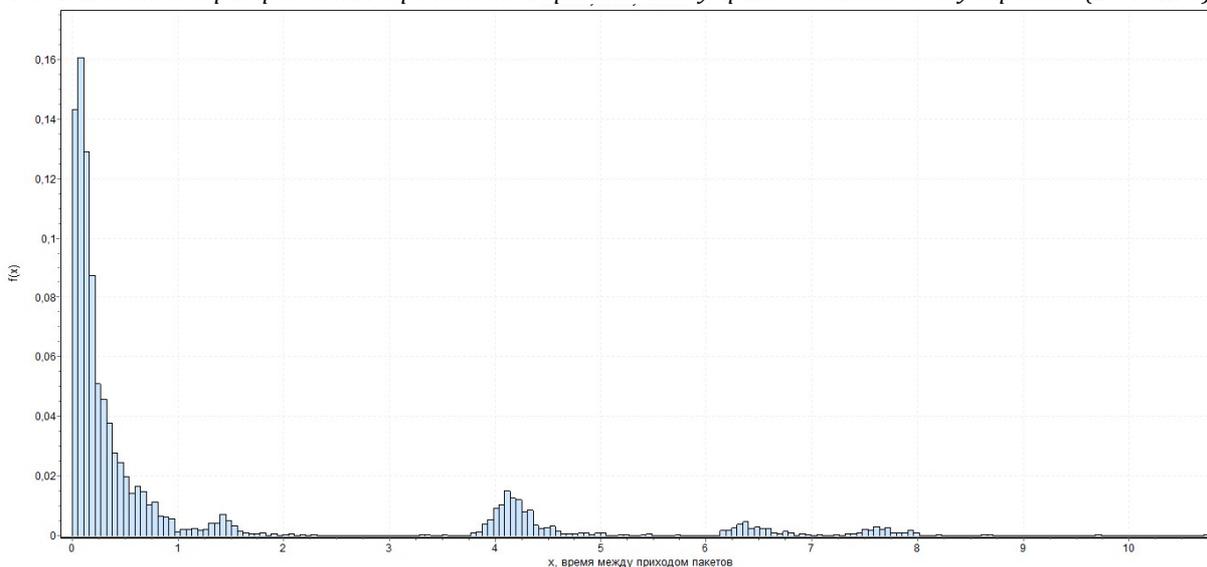


Рис. 6. Плотность распределения вероятностей времени между приходом пакетов от устройств (Blynk)

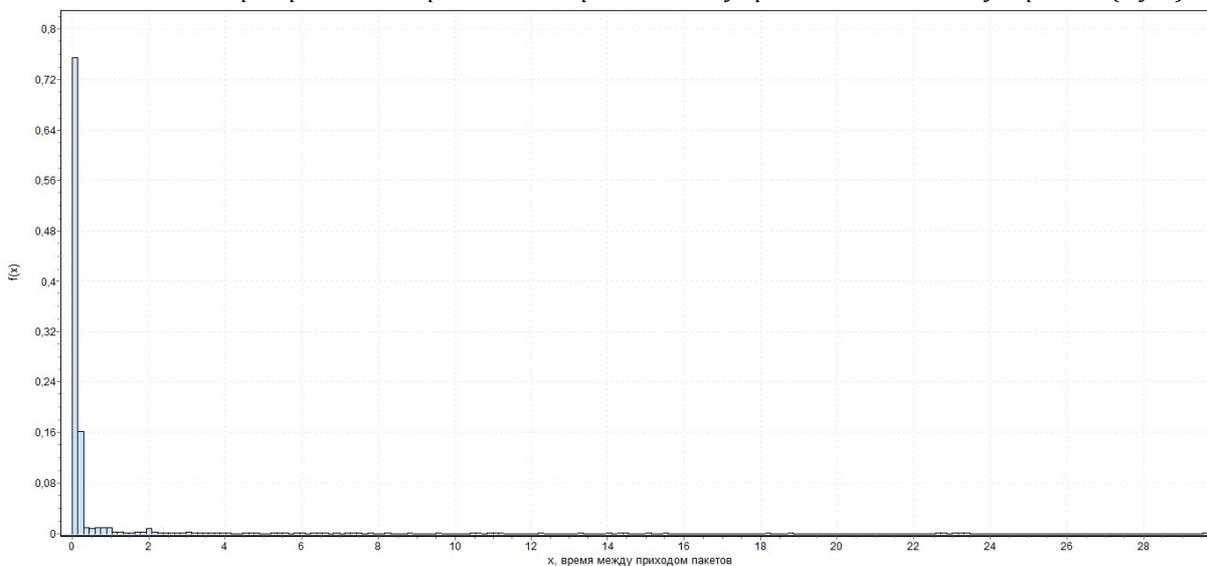


Рис. 7. Плотность распределения вероятностей времени между приходом пакетов на устройства (DeviceHive)

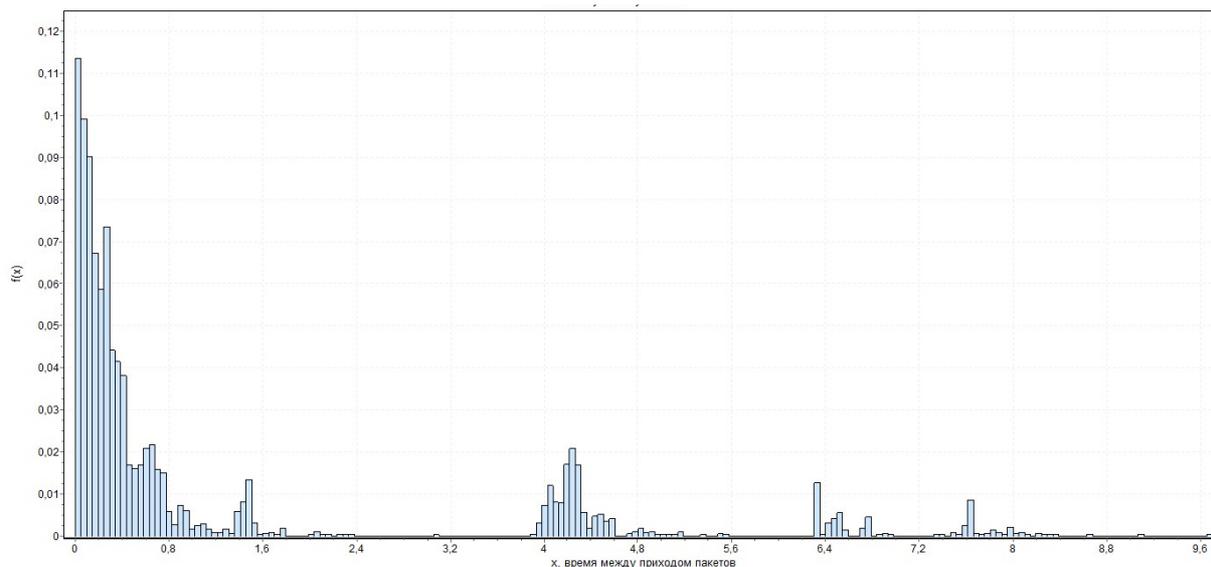


Рис. 8. Плотность распределения вероятностей времени между приходом пакетов на устройства (Blink)

Перспективами дальнейшей работы являются моделирование работы сети устройств IoT для последующей мультипликации количества устройств и исследования влияния трафика Интернета вещей на современные сети, где источниками трафика вместо одиночных

узлов будут выступать сети IoT-устройств [11], с помощью уже отлаженной имитационной модели [12] с учетом выявленных в данной работе характеристик трафика; изучение влияния M2M трафика на работу современных сетей.

Литература

1. Быть или не быть стандартам Интернета вещей? 20.05.2015 Павел Храпцов. URL: <http://www.osp.ru/os/2015/02/13046275/>. Дата обращения: 30.09.2017
2. МСЭ-Т. Y.2060 (06/2012): Обзор интернета вещей
3. Ромасевич, Егор Павлович; Пасюк, Алексей Олегович. Исследование трафика беспроводных устройств в условиях развития интернета вещей. Международный научный журнал «Современные информационные технологии и ИТ-образование», [S.l.], т. 12, № 1, с. 214-221, 10.2016. ISSN 2411-1473. URL: <http://sitito.cs.msu.ru/index.php/SITITO/article/view/32>. Дата обращения: 30.09.2017
4. Интернет вещей: учебное пособие [текст] / А.В. Росляков, С.В. Ваняшин, А.Ю. Гребешков. – Самара: ПГУТИ, 2015. – 200 с.
5. Xu Ting. Integration and Evaluation of IoT Hardware and Software Platforms. 2017, URL: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:miun:diva-31190>. Дата обращения: 30.09.2017
6. Paul Fremantle, A Reference Architecture For The Internet Of Things. October 20, 2015.
7. URL: <http://mqtt.org>. Дата обращения: 30.09.2017
8. Constrained Application Protocol, июнь 2014. Z. Shelby, K. Hartke, C. Bormann. URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc7252>. Дата обращения: 30.09.2017
9. Cisco Delivers Vision of Fog Computing to Accelerate Value from Billions of Connected Devices. URL: <https://newsroom.cisco.com/press-release-content?type=webcontent&articleId=1334100>. Дата обращения: 30.09.2017.
10. О создании и развитии имитационной модели сети «интернета вещей» – Ромасевич Е.П. Материалы XXI конференции представителей региональных научно-образовательных сетей «RELARN – 2016». Ученые записки Института социальных и гуманитарных знаний. Выпуск №2(14), 2016 Часть I.
11. Экспериментальное исследование вероятностных характеристик трафика WiFi-контроллера ESP8266 для подключения Интернета вещей. Ромасевич Е.П. – Проблемы передачи информации в инфокоммуникационных системах [Текст] : сб. докл. и тез. VIII Всерос. науч.-практ. конф., г. Волгоград, 26 мая 2017 г. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2017. – с. 123-127
12. Исследование влияния передачи трафика IPv6 на работоспособность сети MetroEthernet на основе имитационной модели. Ромасевич Е.П. – Современные информационные технологии и ИТ-образование [Текст] / Сборник избранных трудов IX Международной научно-практической конференции. Под ред. проф. В.А. Сухомлина. – М.: ИНТУИТ.РУ, 2014. – 957 с.

References

1. Byt' ili ne byt' standartam Interneta veshchey? 20.05.2015 Pavel Khramtsov. URL: <http://www.osp.ru/os/2015/02/13046275/>. Available: 30.09.2017
2. ITU-T Rec. Y.2060 (06/2012): Overview of the Internet of things
3. Romasevich, Egor Pavlovich; Pasyuk, Aleksey Olegovich. Issledovanie trafika besprovodnykh ustrojstv v usloviyax razvitiya interneta veshhej. Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal «Sovremennye informacionnye texnologii i IT-obrazovanie», [S.l.], v. 12, n. 1, p. 214-221, nov. 2016. ISSN 2411-1473. URL: <http://sitito.cs.msu.ru/index.php/SITITO/article/view/32>. Available 30.09.2017
4. Internet veshhej: uchebnoe posobie [tekst] / A.V. Roslyakov, S.V. Vanyashin, A.Yu. Grebeshkov. – Samara: PGUTI, 2015. – 200 p.
5. Xu Ting. Integration and Evaluation of IoT Hardware and Software Platforms. 2017, URL:

- <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:miun:diva-31190>. Available: 30.09.2017
6. Paul Fremantle, A Reference Architecture For The Internet Of Things. October 20, 2015.
 7. URL: <http://mqtt.org>. Available: 30.09.2017
 8. Constrained Application Protocol, June 2014. Z. Shelby, K. Hartke, C. Bormann. URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc7252>. Available: 30.09.2017
 9. Cisco Delivers Vision of Fog Computing to Accelerate Value from Billions of Connected Devices. URL: <https://newsroom.cisco.com/press-release-content?type=webcontent&articleId=1334100>. Available: 30.09.2017.
 10. sozdanii i razvitiu imitatsionnoy modeli seti «interneta veshchey» – Romasevich E.P. Materialy XXI konferentsii predstaviteley regional'nykh nauchno-obrazovatel'nykh setey «RELARN – 2016». Uchenye zapiski Instituta sotsial'nykh i gumanitarnykh znaniy. Vypusk №2(14), 2016 Chast' I.
 11. E'ksperimental'noe issledovanie veroyatnostnykh karakteristik trafika WiFi-kontrollera ESP8266 dlya podklyucheniya Interneta veshhej. Romasevich E.P. – Problemy peredachi informacii v infokommunikacionnykh sistemax [Tekst] : sb. dokl. i tez. VIII Vseros. nauch.-prakt. konf., Volgograd, May 26, 2017 – Volgograd: Izd-vo VolGU, 2017. – p. 123-127
 12. Issledovanie vliyaniya peredachi trafika IPv6 na rabotosposobnost' seti MetroEthernet na osnove imitatsionnoy modeli. Romasevich E.P. – Sovremennye informatsionnye tekhnologii i IT-obrazovanie [Tekst] / Sbornik izbrannykh trudov IX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Pod red. prof. V.A. Sukhomlina. – M.: INTUIT.RU, 2014. – 957 s.

Поступила: 6.10.2017

Об авторе:

Ромасевич Егор Павлович, аспирант кафедры Телекоммуникационных систем, Волгоградский государственный университет, tko@volsu.ru, eromasevich2@mail.ru

Note on the author:

Romasevich Egor P., postgraduate student of the Department of Telecommunication systems, Volgograd State University, tko@volsu.ru, eromasevich2@mail.ru