

# АНАЛИЗ СУТОЧНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ АТМОСФЕРНЫХ ЯВЛЕНИЙ ПРИ ПОМОЩИ РАЗРАБОТАННОГО M2M РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**М.В. Авраменко, В.Ю. Гойхман**

*У технологии межмашинных коммуникаций есть огромный потенциал для улучшения охраны окружающей среды и экологической обстановки. Регулярные измерения состояния воздуха в крупных мегаполисах помогут жителям не только понять состав и качество воздуха, но и помочь экологическим организациям в борьбе с опасными загрязнениями. В статье рассматриваются результаты исследования суточных изменений атмосферных явлений от сенсорного узла.*

*Ключевые слова: machine-to-machine, интернет вещей, межмашинные коммуникации, носимые устройства, качество воздуха, атмосферные явления.*

## ANALYSIS OF DAILY CHANGES IN ATMOSPHERIC PHENOMENA WITH HELP OF DEVELOPED M2M SOLUTIONS FOR ENVIRONMENTAL MONITORING

Avramenko M., Goikhman V.

*At the inter-machine communication technologies have enormous potential to improve the protection of the environment and ecological conditions. Regular measurements of air condition in the major metropolitan areas to help residents not only to understand the composition and quality of the WHO-spirit, but also to help environmental organizations in the fight against dangerous contamination. The article describes the results of studies of daily changes in atmospheric phenomena from the sensor assembly.*

*Keywords: machine-to-machine, internet of things, inter-machine communications, portable devices, air quality, atmospheric phenomena.*

### **Постановка задачи**

Проникновение в нашу жизнь устройств Интернета Вещей усиливается с каждым годом. Носимая электроника становится всё популярнее: пользователи смартфонов приобретают умные часы, браслеты, чтобы получить дополнительные функции [1]. Обеспечение экологической безопасности и внедрение современных технологий мониторинга экологической обстановки является одной из актуальных задач. У технологии межмашинных коммуникаций или M2M (*Machine-2-Machine*), являющейся составной частью концепции Интернета Вещей, есть огромный потенциал для улучшения охраны окружающей среды, она может приносить пользу различным формам сельского хозяйства, контролировать состав воздуха, влажность почвы [2]. Разрабатываемый проект

нацелен решить задачи мониторинга окружающей среды, а также иметь минимальную сложность интеграции устройств и отображать данные от датчиков с любых устройств в режиме реального времени.

Целью данной работы является анализ данных полученных от сенсорного узла для выявления закономерности в изменениях атмосферных явлений для последующей доработки устройства в передачи данных при изменении показателей.

Для исследования суточных изменений атмосферных явлений, необходимо создать макет M2M-сети и сенсорный узел. На рисунке 1 приведена схема разработанного макета сети. Она состоит из четырех основных компонентов:

- 1) веб-сервер Apache 2 под управлением ОС Linux;
- 2) сервер базы данных под управлением СУБД MySQL;
- 3) web-приложение, которое визуализирует необходимую информацию для пользователя;
- 4) макет сенсорного узла.

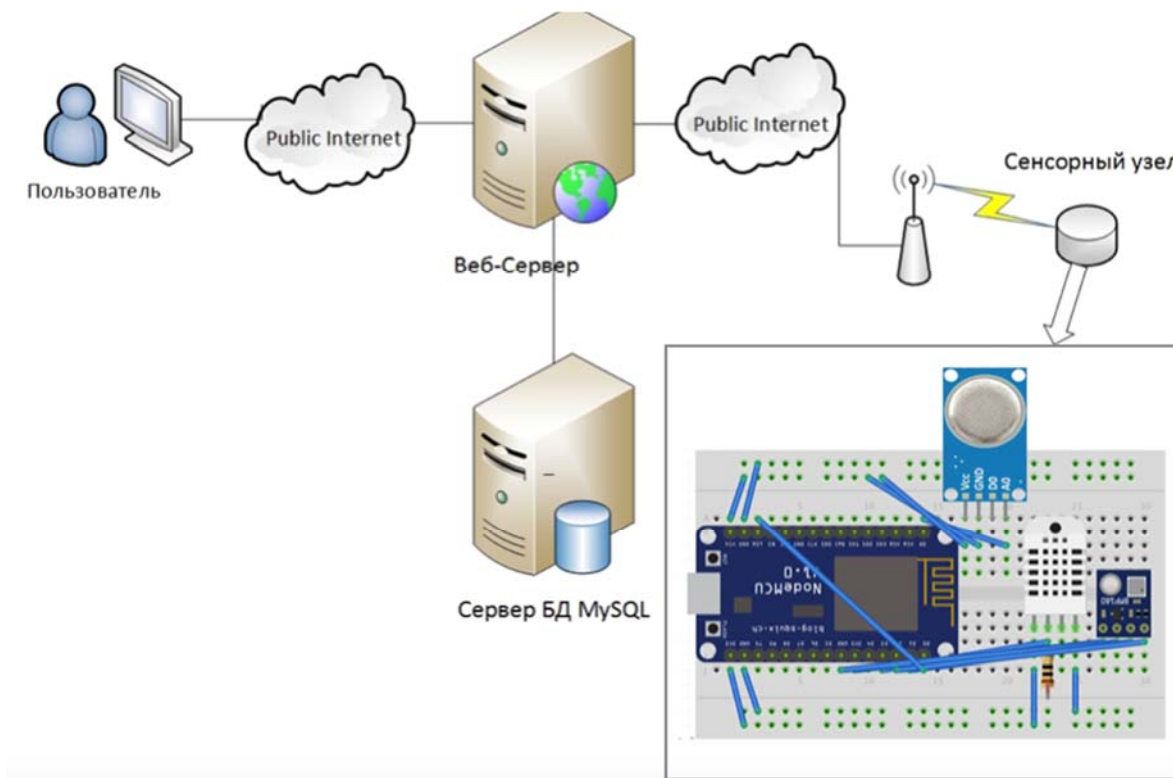


Рис. 1. Схема макета M2M-сети

При разработке макета сенсорного узла стоит уделить внимание его относительно малой стоимостью по сравнению с уже существующими модулями, а также минимальные габариты. Макет сенсорного узла состоит из:

- датчика температуры и влажности DHT22,
- датчика давления BM180,
- датчика качества воздуха MQ135.

Управляющим устройством служит Wi-Fi модуль ESP8266 версии ESP-12/NodeMCU, объединяющий в себе функции микроконтроллера и имеющий РСВ антенну с дальностью до 400 м на открытом пространстве. В модуле полностью реализован TCP/IP стек, что позволяет использовать для передачи данных на удаленный сервер любой протокол, работающий поверх транспортного уровня.

После разработки модели M2M-сети и обеспечения связности, необходимо разработать алгоритм работы сенсорного узла для проведения замеров в разных районах города Санкт-Петербурга.

Алгоритм работы сенсорного узла представлен блок-схемой на рисунке 2, начинающейся с инициализации сенсорного узла, далее запускается таймер. В течение определенного времени осуществляется сбор данных от датчиков. После остановки таймера, полученные данные анализируются путем применения алгоритма нахождения грубых выбросов. При нахождении значений выходящих за пределы допустимых границ, они передаются брокеру при помощи организации Wi-Fi канала между точкой доступа и узлом. По окончании передачи данных на сервер процедура повторяется.

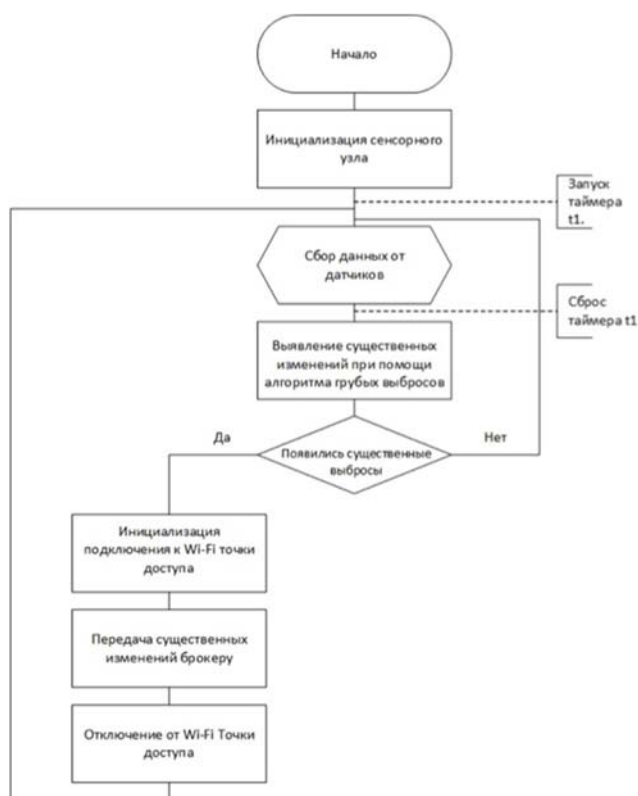


Рис. 2. Алгоритм работы сенсорного узла

Для проведения эксперимента были выбраны пять дней: 18 мая, 1, 3, 5 и 7 июня 2016 г. Сенсорный узел был установлен в пяти районах соответственно: Василеостровском, Приморском, Калининском и Невском Санкт-Петербурга и измерял четыре основных показателя: температуру (градусы Цельсия), влаж-

ность (проценты), атмосферное давление (мм. рт. ст.), качество воздуха (ppm, миллионные доли).

На рисунке 3 приведены результаты эксперимента по Калининскому району, так как по остальным районам наблюдается схожая тенденция. На данном графике отображена зависимость миллионной доли (ppm) от времени (сутки). За день было передано 241 значение.

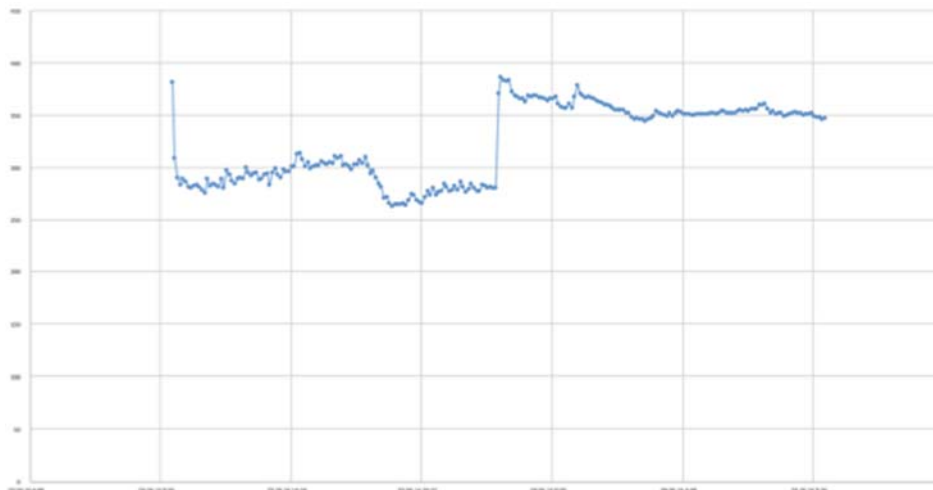


Рис. 3. Суточные изменения качества воздуха в Калининском районе

На рисунке 4 отображена зависимость интервалов между двумя смежными значениями (качества воздуха, выраженной в ppm) и времени (сутки). По результатам после применения алгоритма нахождения грубых выбросов было передано 33 значения. Двумя прямыми показан «коридор значений», в который вошли значения не критичные для передачи.

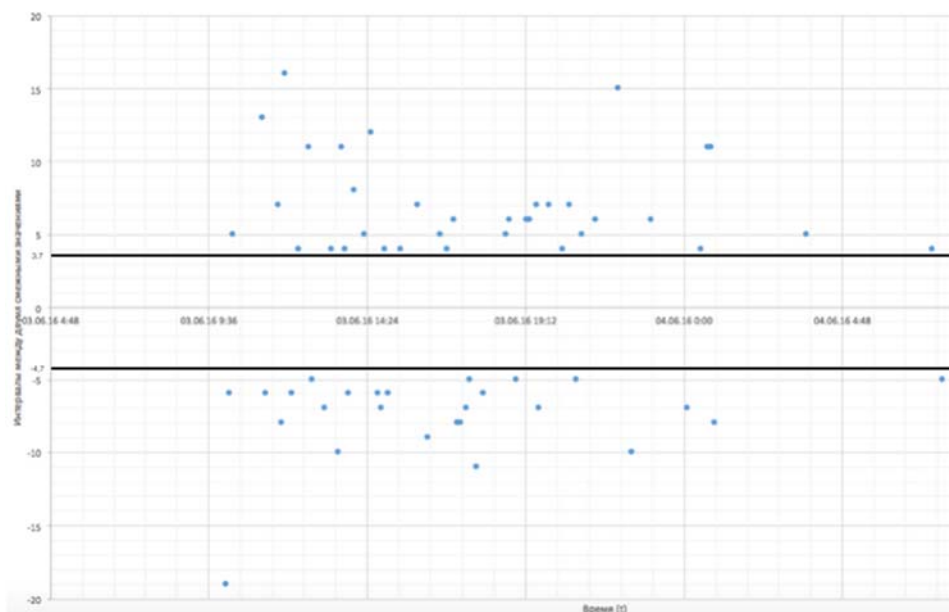


Рис. 4. Суточные изменения качества воздуха в Калининском районе после применения алгоритма нахождения грубых выбросов

После проведения экспериментов, для анализа трафика, порождаемого сенсорным узлом, необходимо построить распределение интервалов времени между пакетами. Каждый переданный пакет – это один атмосферный показатель. Полученное распределение качества воздуха по всем пяти районам приведено на рисунке 5.

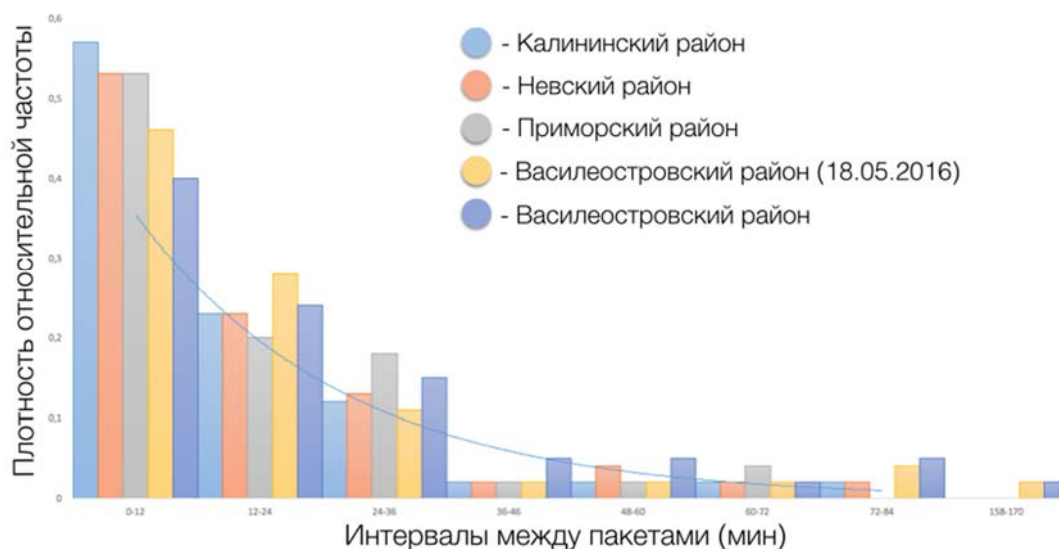


Рис. 5. Гистограмма распределения интервалов между пакетами

## Выводы

Выводом данной работы, можно указать, что после применения алгоритма нахождения грубых выбросов и разработки алгоритма получения данных от сенсорного узла, основной межпакетный интервал по всем атмосферным показателям приходится в среднем на интервал 0–18 мин., так как изменения между двумя смежными значениями, превышающими критический порог, происходят минимальными интервалами, что свидетельствует об инерционности датчиков.

На основе этих данных можно предположить, что сенсорному узлу требуется осуществлять передачу данных в среднем не чаще чем раз в 20 минут, что, во-первых, влияет на расчет энергопотребления сенсорного узла, а во-вторых, влияет, в будущем, на анализ общего трафика, так как подобных M2M-устройств в сети ожидаются миллионы.

## Список используемых источников

1. Гольдштейн Б.С., Кучервый А.Е. Сети связи пост-NGN. СПб.: БХВ-Петербург, 2013. 160 с. ISBN 9785977509008.
2. Stryjak J., Sharma A. Analysis Agricultural machine-to-machine (Agri M2M): a platform for expansion [Электронный ресурс] // GSMA. 2015. URL: [http:// www.gsma.com/mobilefordevelopment/wp-content/uploads/2015/03/Agricultural-M2M.pdf](http://www.gsma.com/mobilefordevelopment/wp-content/uploads/2015/03/Agricultural-M2M.pdf)