

УДК 336.717

## СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ

Новик М.А., Метельская М.М., Кольчевская М.Н., Кольчевская И.Н., Выговский Г.Р., Шаркевич И.А., Денисюк О.К., Петров П.В., Бобров Д.В., Кольчевский Н.Н.

*Белорусский государственный университет  
Минск, Республика Беларусь*

С каждым днем состояние экологической обстановки окружающей среды начинает интересовать все большее количество людей. В связи с этим актуальной задачей является создание оперативных средств информирования людей. Такими средствами на сегодня являются программно-аппаратные комплексы, состоящие из разного рода датчиков с доступом в сеть Интернет. Данные программно-аппаратные комплексы могут быть установлены как стационарно, так и на передвижных лабораториях.

Основным недостатком для реализации идеи установки стационарных датчиков являются сложности в создании инфраструктуры сети, значительно более высокие финансовые издержки. Поэтому предлагается создать прототип передвижного устройства, имеющего клиент-серверную архитектуру и позволяющего оперативно передавать и визуализировать данные о состоянии воздуха на интернет картах.

По оценкам, в 2016 году загрязнение атмосферного воздуха в городах и сельских районах привело к 4,2 миллионам случаев преждевременной смерти в мире; эта смертность вызвана воздействием мельчайших твердых частиц диаметром 2,5 или менее микронов (PM2.5), которые приводят к развитию сердечно-сосудистых, респираторных и онкологических заболеваний.

Концентрация твердых частиц является часто используемым косвенным показателем уровня загрязнения воздуха. Они оказывают негативное воздействие на большее число людей, чем какой-либо другой загрязнитель воздуха. Основными компонентами ТЧ являются сульфаты, нитраты, аммиак, хлористый натрий, сажа, минеральная пыль и вода. Они состоят из сложной смеси твердых и жидких органических и неорганических веществ, присутствующих во взвешенном состоянии в воздухе. Частицы диаметром менее 10 микрон ( $\leq$  PM10) способны проникать глубоко в легкие и оседать в них. Еще более разрушительное воздействие на здоровье оказывают частицы диаметром менее 2,5 микрон ( $\leq$  PM2.5). Они могут преодолевать аэрогеоматический барьер и попадать в кровеносную систему. Хроническое воздействие твердых частиц усугубляет риск развития сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний, а также рака легких.

Качество воздуха обычно оценивается в дневных или годовых уровнях концентрации PM10 в одном кубическом метре воздуха (м3). При проведении регулярных оценок качества воздуха

уровни концентрации твердых частиц обычно измеряют в микрограммах мкг/м<sup>3</sup>. При наличии достаточно чувствительных измерительных инструментов регистрируются также уровни концентрации мельчайших твердых частиц (PM2.5 или менее).

Рекомендуемые уровни ВОЗ для твердых частиц следующие [1]: для тонкодисперсных твердых частиц (PM2.5) среднегодовой уровень 10 мкг/м<sup>3</sup>, среднесуточный уровень 25 мкг/м<sup>3</sup>; для крупнодисперсных твердых частиц (PM10) среднегодовой уровень 20 мкг/м<sup>3</sup>, среднесуточный уровень 50 мкг/м<sup>3</sup>.

Целью данной работы было разработать сервис для мониторинга экологической обстановки.

Архитектура сервиса представлена на рисунке 1. На диаграмме можно выделить основные блоки компонентов: контроллер загрязненности; главное окно приложения; модуль Arduino; база данных с интернет доступом. Главное окно приложения – веб приложение, которое отображает карту со значениями загрязненности. Здесь выбираются фильтры по значению датчиков, типы загрязненности. Контроллер загрязнения обеспечивает сохранение данных, полученных с помощью Arduino, генерацию представления главного окна, выгрузку данных из базы и передачу JSON. Arduino получает данные датчиков загрязнения и GPS и отправляет их на сервер. База данных хранит значения загрязненности и GPS координаты.

Модуль Arduino представлял собой измерительную систему на основе датчика SDS011 PM2.5, PM10, использующий принцип лазерного рассеяния. Он имеет цифровые выходы и может определять концентрации частиц в воздухе, размер которых составляет от 0,3 до 10 мкм.

Принцип работы: используется принцип лазерного рассеяния, рассеяние света может быть вызвано, когда частицы проходят через зону обнаружения. Рассеянный свет преобразуется в электрические сигналы, эти сигналы усиливаются и обрабатываются. Количество и диаметр частиц могут быть получены путем анализа, форма сигнала имеет определенные соотношения с диаметром частиц.

Спроектирована схема для получения измерений и передачи данных в интернет. Схема состоит из платы Arduino UNO, Wi-Fi модуля ESP8266 и датчика. Разработан скетч (программа) на основе библиотеки <ESP8266WiFi.h>. Измерительная система передает данные при помощи Wi-Fi модуля. Для отправки значений загрязненности

на сервер формируется POST запрос с параметрами { "lat":53.831, "lon":27.471, "s1": 5.856, "s2": 23.864}, где s1 – значение датчика PM2.5, а s2 – значение датчика PM10, lat – широта, lon – долгота.

Передача данных в интернет базу данных осуществляется с помощью активной Wi-Fi точки доступа на компьютере или мобильном телефоне.

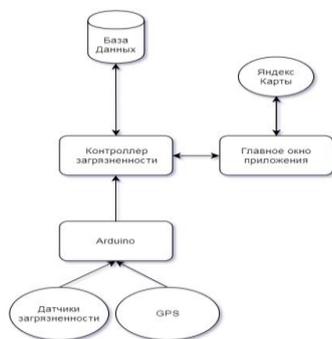


Рисунок 1 – Архитектура сервиса для мониторинга экологической обстановки



Рисунок 2 – Значения датчиков на сервисе Яндекс Карты

Для отправки значений загрязненности на сервер используется HTTP POST запрос с параметрами в JSON в теле запроса. Приложение использует сервис Яндекс Карты. На сервере <http://178.172.161.5> выводятся данные с датчика

NovaPM с привязкой к GPS координатам. В качестве базы данных была выбрана SQL Server 2017. В качестве ORM – Entity Framework. В приложении используется хостинг [hoster.by](http://hoster.by) с 1 CPU (3.20 GHz/1 ядро), 2 ГБ RAM и 20 ГБ SSD и операционной системой для Ubuntu 16.04. Для запуска приложения на сервер установлены NET Core v2.2.5 Runtime, SQL Server 2017, Nginx.

На автомобиле была установлена измерительная система и тестировались улицы Минска и МКАД-2. Arduino каждые 30 секунд измерял и отправлял данные на сервер. В результате на карте появился весь пройденный путь со значениями показаний газовых датчиков (рисунок 2).

На Яндекс картах отображается итоговое значение уровня загрязненности. Реализованы несколько способов фильтрации данных:

- Фильтр Min-Max позволяет выбрать диапазон значений загрязненности;
- Фильтр типа позволяет указать несколько типов данных, значения которых будет отображено на карте;
- Фильтр по дате позволяет выбрать среднее значения за целый день/неделю/месяц

По умолчанию отображаются усредненные значения всех датчиков за один день.

После недельной работы сервиса получены результаты загрязненности воздуха в Минске. По Минску за неделю среднее значения PM2.5 – 2.3 мкг/м<sup>3</sup>, а PM10 – 1.5 мкг/м<sup>3</sup>.

В результате разработки было создано программно-аппаратный комплекс для измерения, передачи, хранения и отображения значений загрязненности воздуха со следующими функциями:

- отображать значение загрязненности на Яндекс Картах;
- фильтровать данные по различным параметрам;
- работать с несколькими типами загрязнении и датчиков.

#### Литература

1. Качество атмосферного воздуха и здоровье. Всемирная организация здравоохранения, 2018г [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).

УДК 51-77

#### ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛ УСЛУГ БГУ PORTAL.BSU.BY

Новик М.А., Метельская М.М., Выговский Г.Р., Кольчевская И.Н., Кольчевская М.Н., Кунаков Д.Ю., Петров П.В., Бобров Д.В., Кольчевский Н.Н.

*Белорусский государственный университет  
Минск, Республика Беларусь*

Современные венчурные инвесторы вновь охотно вкладывают свои средства в start-up проекты, интернет-компании, которые вновь начинают сулить получение сверхприбыли. В первую

очередь это связано с тем, что за последние 10 лет значительно выросла аудитория интернет-пользователей, которой так не хватало еще в 2000-х годах. На планете выросло покрытие сетью