

karta-dlya-uchebnyh-tseley-i-ee-mesto-v-klassifikatsii-elektronno-tsifrovyyh-kart (дата обращения: 24.10.2019).

5. Учеб. для студ. вузов / Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов и др.; Под ред. В. С.Тикунова. — М : Издательский центр «Академия», 2005. — 480 с.

6. Аляутдинов, А. Р. Проектирование и использование локальной инфраструктуры пространственных данных. / А. Р. Аляутдинов, И. К. Лурье, С. А. Осокин // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gisa.ru/38332.html>. (дата обращения: 24.10.2019).

7. Братцев А. А. Учебные геоинформационные системы в Сыктывкарском государственном университете / А. А. Братцев// [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.agiks.ru/data/konf/page34.htm>. (дата обращения: 24.10.2019).

8. Берлянт А. М. Картография: Учебник для вузов. — М.: Аспект Пресс, 2002. — 336с.

9. Географическое картографирование: карты природы (учебное пособие) / Е. А. Божилина, Л. Г. Емельянова, Т. В. Котова и др. — КДУ Москва, 2010. — 316 с.

References

1. S.I. Larin, E.P. Pinigina. Geography. Earth Science: a teaching aid for students in the following areas: “Geography”, “Hydrometeorology”, “Cartography and geoinformatics”, “Ecology and nature management”. Tyumen: Publishing House of the Tyumen State University, 2015. 60 p.

2. Alekseenko, N.A. Problems of Continuous Geographical Education / N.A. Alekseenko, T.G. Svatkova. - Issue 10. - Institute of Advanced Technologies Kharkov: Kharkov National University, 2010. - 10-15 p.

3. GOST 28441-99. Digital cartography. Terms and Definitions. - Instead of GOST 28441-90; enter 2000-07-01.

4. Molokina Tatyana Sergeevna, Kolesnikov Aleksey Aleksandrovich, Komissarova Elena Vladimirovna Modern interactive map for educational purposes and its place in the classification of electronic digital maps // Interexpo Geo-Siberia. 2015. No2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennaya-interaktivnaya-karta-dlya-uchebnyh-tseley-i-ee-mesto-v-klassifikatsii-elektronno-tsifrovyyh-kart> (accessed: 03.03.2019).

5. Textbook. for stud. universities / E.G. Kapralov, G35 A.V. Koshkarev, V.S. Tikunov and others; Ed. V. S. Tikunova. —М: Publishing Center "Academy", 2005. - 480 p.

6. Alyautdinov, A. R. Design and use of the local spatial data infrastructure. / A. R. Alyautdinov, I. K. Lurie, S. A. Osokin // [Electronic resource]. Access Mode: <http://www.gisa.ru/38332.html>.

7. Brattsev A. A. Educational geographic information systems in Syktyvkar State University / A. A. Brattsev // [Electronic resource]. Access Mode: <http://www.agiks.ru/data/konf/page34.htm>.

8. Berlyant A. M. Cartography: Textbook for universities. - М .: Aspect Press, 2002 .—336p.

9. Geographic mapping: maps of nature (textbook) / E. A. Bozhilina, L. G. Emelyanova, T. V. Kotova, etc. - KDU Moscow, 2010. - 316 p.

УДК 502.057

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ ARDUINO

THE SYSTEM OF MONITORING OF ATMOSPHERIC AIR OF THE URBAN ENVIRONMENT BASED ON THE ARDUINO

Одилжон Ботир угли Боходиров, Институт наук о Земле, ул. Осипенко, 2, Тюмень, Россия, эл. почта: odleral77@gmail.com

Ильдар Рустамович Идрисов, кандидат географических наук, кафедра картографии и ГИС, Тюменский государственный университет, ул. Осипенко, 2, Тюмень, Россия, эл. почта: i.r.idrisov@utmn.ru

Odiljon B. BOKHODIROV, Tyumen State University, Tyumen, Russian Federation. stud0000107417@study.utmn.ru

Idar R. IDRISOV, Tyumen State University, Tyumen, Russian Federation. i.r.idrisov@utmn.ru

Аннотация

Рассматривается опыт проектирования и создания программных, аппаратных средств для мониторинга атмосферного воздуха города на основе датчиков Arduino с возможностью просмотра и анализа поступающих данных в реальном времени посредством геопортала.

Abstract

We consider the experience of designing and creating software and hardware for monitoring the atmospheric air of the city on the basis of Arduino with the ability to view and analyze incoming data in real time through a geoportale.

Ключевые слова: веб-ГИС, веб-сервисы, мониторинг, загрязнение атмосферного воздуха, Arduino, датчики, геопортал, PostgreSQL, Apache.

Keywords: web GIS, web services, monitoring, air pollution, Arduino, sensors, geoportale, PostgreSQL, Apache.

Мониторинг атмосферного воздуха важная часть системы регионального мониторинга окружающей среды. В России мониторинг атмосферного воздуха осуществляет Росгидромет повсеместно, Роспотребнадзор, Ростехнадзор и экологические службы предприятий и учреждений на местах. С недавних пор для мониторинга атмосферного воздуха городов стали применять относительно недорогие устройства (до 3000 руб.) на основе Arduino. В связи с этим появилась возможность для создания крупной распределенной сети устройств измерения в городской среде. Такие системы мониторинга уже действуют в странах Европы, Америки и Восточной Азии, а в России только в ряде городов: Калуга, Новосибирск, Санкт-Петербург и Москва[1].

Ситуация в городе Тюмень такова, что действуют 5 стационарных постов мониторинга атмосферного воздуха Росгидромета в 4 административных округах в радиусе 3.5 км от центра города (центральная площадь), регистрирующее 18 показателей. Согласно ГОСТ 17.2.3.01-86 «Охрана Природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов» численность стационарных постов устанавливается в зависимости от численности населения, для города Тюмени с населением 788 тыс. человек [2] соответствует от 5 до 10 постов. Открытый доступ к показаниям датчиков не предоставляется. На сайте администрации Тюмени в разделе «Экологический мониторинг, информационное обеспечение населения» предоставляется краткий и обобщенный отчет о превышениях ПДК за месяц, летний-зимний период и за год. Создание собственной сети наблюдения позволит решить данную проблему и позволит в режиме реального времени снимать показания с устройств через геопортал.

Создание прототипа устройства. В науках о Земле датчики применяются для измерения физического состояния атмосферы, влажности почвы, инсоляции, геопозиционирования. Применяются специальные датчики измерения температуры и влажности воздуха DHT-22, атмосферного давления BMP180, датчик взвешенных частиц Sharp GP2Y1010AU0F и различные датчики-детекторы газов (метан, пропан, оксид азота, углекислого газа, паров спирта) [4].

В Институте наук о Земле разрабатывается устройство мониторинга атмосферного воздуха для регистрации концентрации CO_2 , взвешенные частицы $\text{PM}_{2.5}$ и PM_{10} , температуру, влажность, давление и шумового загрязнения.

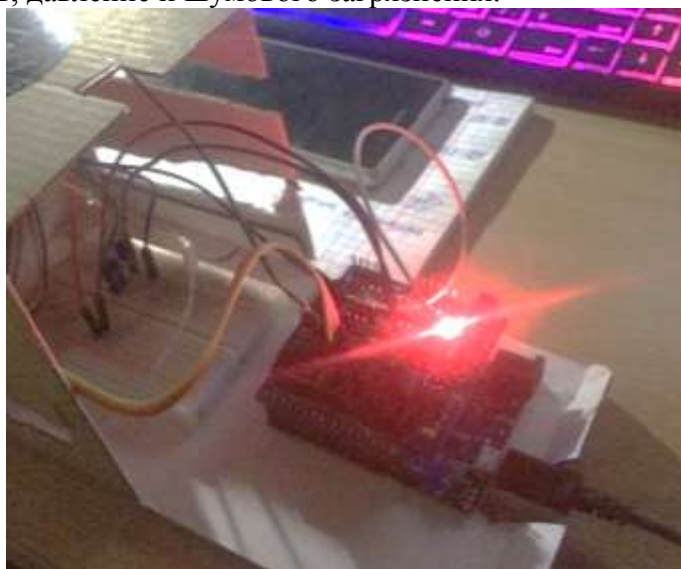


Рисунок 9 - Прототип устройства

Актуальность регистрируемых показателей подкреплена отчетом Всемирной организации здравоохранения за 2013г. Взвешенные частицы $\text{PM}_{2.5}$ и PM_{10} оказывают негативное влияние на здоровье человека, поскольку оседают в легких. Они являются основными загрязнителями воздуха в промышленных районах России и мира. Происхождение $\text{PM}_{2.5}$ и PM_{10} может быть, как антропогенное, так и естественное – это загрязнители атмосферного воздуха, включающий смесь твердых и жидких частиц, находящихся в воздухе во взвешенном состоянии[3].

Устройство разрабатывается на основе популярной платформы для проектирования Arduino, которая посредством электронных датчиков, моторов и сервоприводов взаимодействует с окружающей физической средой. Платформа включает кроссплатформенную среду программирования микроконтроллеров.

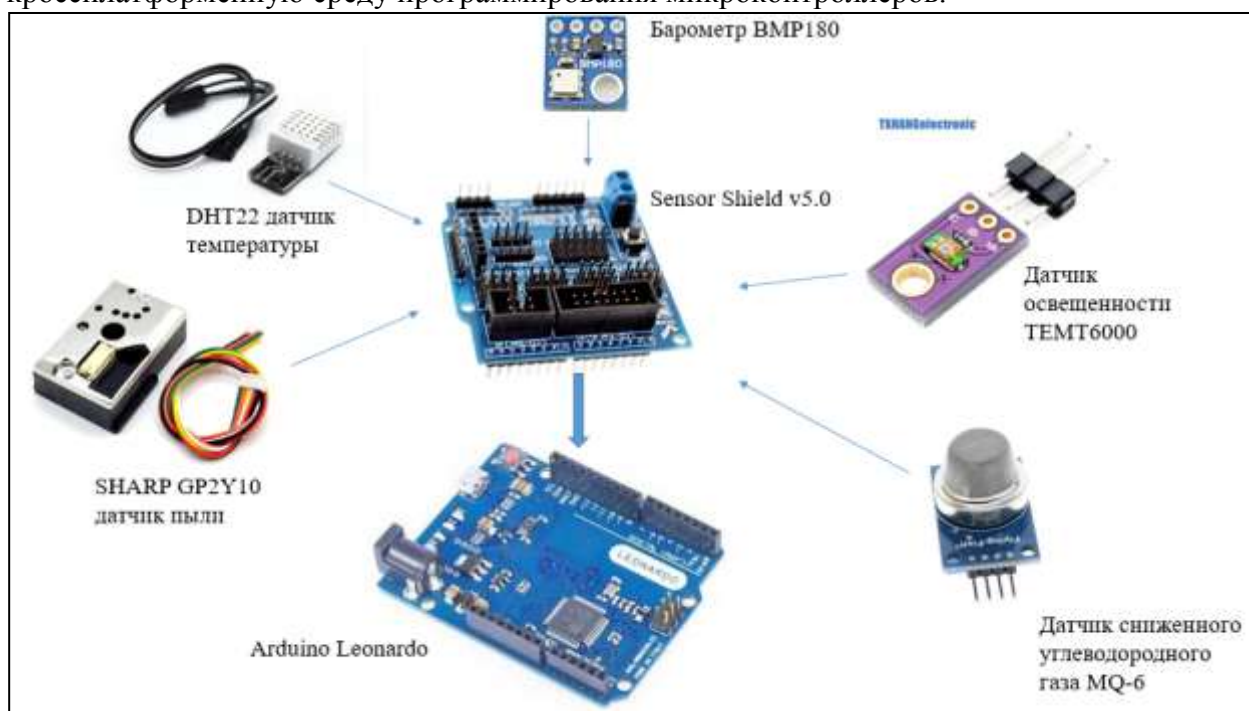


Рисунок 10 - Плата Arduino Leonardo с модулями для измерения показателей

Программируемость позволяет автоматизировать процесс измерения и записи показаний. Использование модуля беспроводной связи ESP8266 дает возможность

соединить все устройства единую сеть, что актуально в связи продвижения концепции интернет вещей – Internet of Things.

Преимущества платформы Arduino является:

1. Открытый исходный код, свободная лицензия на устройства и ПО
2. Кроссплатформенная, удобная и понятная среда программирования, подходящая всей линейке плат Arduino
3. Наличие плат расширения, предназначенных для увеличения функционала и выполнения конкретных задач
4. Наличие различных вариантов плат в линейке Arduino
5. Низкая цена плат и датчиков

Алгоритм работы устройства демонстрируется с помощью блок-схемы (Рисунок 3). Первым делом в скетче подключаются все необходимые библиотеки датчиков DHT.h, SFE_BMP180.h, Wire.h, ESP8266.h.

Далее внутри функции Setup() выполняется инициализация пинов входа/выхода. Для каждого датчика назначается свой считывающий цифровой или аналоговый вход/выход. Цифровой вход D4 считывает показания с датчика DHT22, цифровой выход D5 подает напряжение на светодиод датчика SHARP GP2Y10, аналоговый вход A0 считывает показания с датчика SHARP GP2Y10, барометр BMP180 подключён через интерфейс I2C, для него зарезервированы пины SDA и SCL. Также инициализируются переменные для хранения показаний датчиков: Temp, Hum, Baro, Dust. Модуль беспроводной связи ESP8266 производит подключение к сети Wi-Fi. У каждого модуля ESP8266 имеется свой уникальный MAC адрес по которому будут регистрироваться показания в базе данных.

После инициализации запускается функция loop() , это циклическая функция, её выполнение завершится при выключении или сбросе платы. Внутри функции проверяем статус соединения, если подключение установлено считываем показания датчиков и записываем в переменные, иначе повторяем подключение. После считывания показаний отправляем GET-запрос серверу для того чтобы записать показания в базу данных. Ответ сервера должен быть 200 ОК, если такового нет, то повторяем запрос. При ответе сервера 200 ОК, ожидаем 15 минут, завершаем функцию loop(). Далее цикл повторяется.

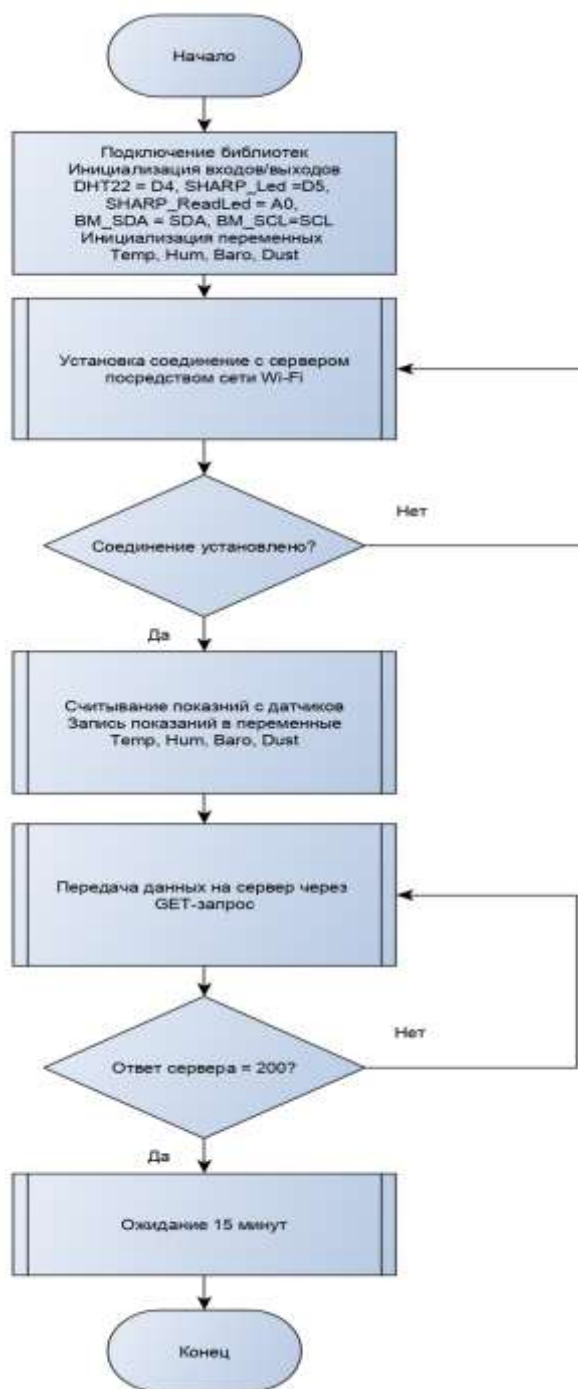


Рисунок 11 - Схема работы скетча (программа устройства)

Сервер работает на Apache HTTP Server – это открытый кроссплатформенный продукт компании Apache Software Foundation. Основным достоинством является надежность и гибкость. Существует возможность подключать различные расширения. Работает с большинством СУБД.

Данные по GET-запросу поступают в обработчик, проходят проверку на действительность.

Получение и хранение данных. Для сервера была выбрана СУБД PostgreSQL. Главное преимущество данного СУБД является его открытость, высокая производительность и надежность транзакции, легкая расширяемость. Данные, полученные с устройства мониторинга, хранятся в базе данных. На геопортале информация предоставляется в понятной и ясной форме посредством графиков и диаграмм, также строятся карты распространения загрязнителей по городским районам.

В базе данных создана таблица через SQL-запрос:

```
CREATE TABLE meteobase.param
( temp text COLLATE pg_catalog."default",
  hum text COLLATE pg_catalog."default",
  dust text COLLATE pg_catalog."default",
  date date,
  "time" time without time zone,
  mac text COLLATE pg_catalog."default" NOT NULL)
```

В таблице содержатся колонки температуры, влажности, концентрации пыли, даты, времени без часового пояса и уникальный MAC адрес устройства.

После проверки, полученные показания датчиков записываются в базу данных.

```
1 <?php
2 $conn_string = "host=localhost port=5432 dbname=postgres user=postgres password=19970812";
3 $conn = pg_connect($conn_string);
4 date_default_timezone_set('Asia/Yekaterinburg');
5 $d = date("Y-m-d");
6 $t = date("H:i:s");
7
8 if(!empty($_GET['temp']) && !empty($_GET['hum']) && !empty($_GET['dust'])){
9     $temp = $_GET['temp'];
10    $hum = $_GET['hum'];
11    $dust = $_GET['dust'];
12    $mac = $_GET['MAC'];
13
14    $sql = "INSERT INTO meteobase.param(temp,hum,dust,date,time,mac) VALUES('".$_GET['temp']."', '".$_GET['hum']."', '".$_GET['dust']."', '".$_GET['d']."', '".$_GET['t']."', '".$_GET['mac']."')";
15    $result = pg_query($conn, $sql);
16 }
17 ?>
```

Рисунок 4 - Фрагмент кода, запись в базу данных.

В заключении к данной работе можно утверждать, что стоимость сети наблюдения на основе Arduino будет минимальной. При этом качество данных полученных от этих устройств будет достаточно хорошей (погрешность в пределах 10%). Большое количество датчиков позволит конструировать различные электронные устройства. В ходе проектирования неизбежно возникают проблемы с отладкой датчиков. Для датчиков-индикаторов газа необходимо устанавливать фоновые значения, в свою очередь для получения фоновых значений необходимо найти местность, где показатели содержания детектируемого газа минимальны. К такой территории в пределах города Тюмени относятся парки и заказники (экопарк Затюменский и леса междуречья Туры и Пышмы). Для датчика пыли SHARP GP2Y10 производитель вывел график зависимости напряжения от плотности пыли в атмосферном воздухе, что весьма удобно.

Клиент-серверная архитектура позволила создать схему отношения многие к одному. Устройство автоматизированного мониторинга атмосферного воздуха взаимодействует с сервером через модуль беспроводной связи ESP8266. Количество устройств в сети мониторинга ограничено лишь уникальностью MAC-адреса. Тест устройства показал готовность использования устройства на территории города с бесперебойной точкой доступа в интернет.

Список литературы

1. О. Э. Якубайлик, А. А. Кадочников, А. В. Токарев (2018) Геоинформационная веб-система и приборно-измерительное обеспечение оперативной оценки загрязнения атмосферы//АВТОМЕТРИЯ. Т. 54, № 3
2. Численность населения в разрезе городских округов и муниципальных районов на начало 2019 года [Электронный ресурс]. (б.д.). Тюмень. Режим доступа: http://tumstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/tumstat/ru/statistics/tumStat/
3. Воздействие взвешанных частиц на здоровье//Всемирная организация здравоохранения. Европейское бюро (2013).
4. Е.Я.Омельченко, В. А. (б.д.). "Краткий обзор м перспективы применения микропроцессорной платформы Arduino". Магнитогорск, Россия.

5. Евсегнеев, О. (17 02 2016 г.). Ардуино: датчик давления BMP180 (BMP085) [Электронный ресурс]. Режим доступа: ROBOTCLASS: <http://robotclass.ru/tutorials/arduino-pressure-sensor-bmp180-bmp085/>
6. У. Соммер. (2012). "Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino. СПб: БХВ-Петербург.

РАЗДЕЛ 7. ВОПРОСЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ

УДК 556.5

ТРАНСФОРМАЦИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК В УСЛОВИЯХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА (НА ПРИМЕРЕ Р. ЮРГА)

TRANSFORMATION ON THE HYDROLOGICAL REGIME OF RIVERS IN THE CONDITIONS OF HYDROTECHNICAL CONSTRUCTION (ON THE EXAMPLE OF THE RIVER YURGA)

*Артем Евгеньевич Вахнин, студент направления бакалавриата Гидрометеорология, Тюменский государственный университет, Тюмень, Российская Федерация
Artemkavah@icloud.com*

*Лариса Владимировна Переладова, кандидат географических наук, кафедра физической географии и экологии, Тюменский государственный университет, Тюмень, Российская Федерация
Lora-geograf@mail.ru*

*Artem E. Vakhnin, Tyumen State University, Tyumen, Tyumen region, Russian Federation
Artemkavah@icloud.com*

*Larisa V. Pereladova, Tyumen State University, Tyumen, Tyumen region, Russian Federation
Lora-geograf@mail.ru*

Аннотация

Произведено сравнение основных характеристик р. Юрга до и после гидротехнического строительства, изучено влияние строительства плотины и образования водохранилища на гидрологический режим реки Юрга.

Abstract

Comparison of the main characteristics of p. Yurga, before and after hydrotechnical construction, studied the effect of dam construction and formation of a reservoir on the hydrological regime of the Yurga River.

Ключевые слова: плотина, скорость течения, гидрологический режим, водохранилище, верхний бьеф, нижний бьеф, трансформация, морфология, морфометрия, русло

Key words: dam, flow rate, hydrological regime, reservoir, upstream, downstream, transformation, morphology, morphometry, channel