



Летняя школа молодых исследователей – 2020 “Планета Земля”

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение  
средняя общеобразовательная школа №27  
Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования Центр  
технического творчества

Поток: 5; 10-11 классы

Направление: Естественно-научные дисциплины

Тематика: Атмосфера

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОЕКТ

# **Создание программного комплекса группы метеостанций для исследования микроклимата городских застроек**

**Работу выполнил:**

Карманов Сергей Сергеевич,  
учащийся 10 Б класса

МАОУ г. Таганрога

Школа № 27

**Научный руководитель:**

Гаврилова Е.К.

учитель информатики

МАОУ г. Таганрога

Школа № 27

Свирепо П.Н.

Педагог дополнительного образования

МБУ ДО г. Таганрог

Центр технического творчества.

Таганрог, 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение.....	3
2. Программные комплексы с использованием различных платформ.....	4
2.1. Разработка программного комплекса метеостанции.....	4
3. Разработка устройства.....	5
4. Вывод.....	9
5. Литература.....	10

## 1 Введение

Города имеют свой микроклимат, отличающийся от окружающей среды. Из-за очень плотной застройки, наличия объектов вырабатывающих тепло, образуются так называемые «острова тепла».

Остров тепла (Heat-Island Effect) – зона повышенных температур над городами и промышленными районами, образующаяся в результате повышенного выброса тепловой энергии, в результате чего образуются тепловые отходы. Как правило, наблюдается в крупных городах, где температура воздуха в течении всего года на несколько градусов выше, чем на прилегающих территориях. Городской остров тепла – площадь во внутренней части города, характеризующаяся повышенными, по сравнению с периферией, температурами воздуха. Центр городского острова тепла обычно сдвинут от центра в ту сторону, куда направлены преобладающие ветры. Эффект «теплового острова», относящийся к повышенной температуре воздуха в городах-миллионниках был известен еще в восемнадцатом веке, но приобрел особую остроту лишь в последние десятилетия. ( 1 )

Но и в городах есть застройки с собственным микроклиматом. Можно ли прогнозировать микроклимат при проектировании городских застроек? Если изучить перераспределение тепла и воздушных масс в микрорайонах можно получить рекомендации по этажности зданий, расстоянию между ними и схему расположения зданий. Для этого необходимо собрать и обработать очень много данных. Современные технологии позволяют справиться с этой задачей.

В этой исследовательской работе рассматривается разработка аппаратно- программного комплекса мониторинга метеоусловий и его алгоритмического обеспечения. Актуальность исследуемой предметной области обусловлена устойчивой тенденцией к автоматизации этапов сбора и анализа информации для оптимизации решения многих задач и процессов. Суть исследования заключается в разработке принципов построения средств сбора и первичного анализа информации на основе современных технологий и Интернета вещей с целью создания беспроводных модулей мониторинга метеоусловий.

**Цель работы:** изучить возможность создания метеорологического комплекса для наблюдения микроклимата ограниченных территорий.

### 1 Задачи исследования:

- Определить факторы влияющие на формирование микроклимата подлежащие наблюдению.
- расширить знания и представления о программировании и проектировании устройств;
- проанализировать полученную информацию;
- создать автономное устройство для сбора метеорологических данных;
- разработать программное обеспечение для хранения и предоставления полученных данных;

### 2 Объекты исследования:

Схемотехника. возможность самостоятельно создать свой программный комплекс.

### 3 Методы сбора данных:

- чтение статей в интернете по проблематике научных достижений и внедрения изучения языков программирования в школы;

### 4 Методы анализа данных:

- подбор материалов для отчета из книг, журналов, сайтов;
- анализ использования домашней автоматизации в повседневной жизни человека;
- математическая обработка получаемых данных с устройства

## 2 Программные комплексы с использованием различных платформ

Аппаратно-программный комплекс — это продукт, в состав которого входят технические средства и программное обеспечение, совместно применяемые для решения задач определенного типа. В качестве аппаратно-программных комплексов могут рассматриваться интеллектуальные системы хранения данных, современные офисные программы. Формально под определение «комплексы программно-аппаратные» подпадает огромное количество различных цифровых систем, начиная от простых персональных компьютеров, заканчивая объемными хранилищами данных и комплексными системами безопасности. Программно-аппаратный комплекс — это набор технических и программных средств, работающих совместно для выполнения одной или нескольких сходных задач. Аппаратно-программный комплекс — техническое решение концепции алгоритма работы сложной системы, управление которой осуществляется, как правило, исполнением базового набора команд. Состоит, соответственно, из двух основных частей - программной и технической.

### 2.1 Разработка программного комплекса метеостанции

Было принято решение разработать программный комплекс метеостанции, т.к. это довольно актуальное устройство в современном мире с высоким уровнем развития цифровых технологий, когда мы можем получать информацию о погоде различными способами. Прогноз погоды передают по телевидению и радио, аналогичную информацию Вам предлагают различные сайты в интернете или рассылка по электронной почте. Тогда зачем же нужна метеостанция?

Ответ очевиден: метеостанции позволяют получать точную и подробную информацию о текущем состоянии и прогнозе погоды непосредственно в месте её расположения. Наверняка каждый из нас сталкивался с ошибочным прогнозом погоды, одеваясь не по погоде или не беря с собой зонт, рискуя простудиться. Метеорологический прогноз, идущий по традиционным средствам информации, является усредненным для довольно обширной территории, хотя всем известно о переменчивости погоды даже в пределах одного крупного города.

Компактные метеостанции позволяют получать точные показания о температуре и влажности в помещении и за окном, измерять атмосферное давление, анализировать динамику изменения атмосферного давления, на основании которого самостоятельно делать прогноз погоды на 6-36 часов. Цифровые метеостанции имеют возможность подключения дополнительных беспроводных датчиков, которые будут передавать информацию о температуру в помещениях вашего дома, гараже или улице в радиусе их действия. Есть модели цифровых метеостанций, которые имеют дополнительные функции: расчет точки росы, отображение фаз луны, уровень прилива и отлива, положение земли относительно луны и солнца, рассчитывают уровень комфорта из отношения температуры и влажности.

Профессиональные метеостанции позволяют получать информацию с помощью дополнительных датчиков о количестве и интенсивности выпадения осадков, направлении и силе ветра, интенсивности УФ-излучения, времени восхода и заката. Метеостанции, оборудованные дополнительными проводными сенсорами, позволяют измерять температуру жидкости и почвы. Все измеренные параметры важны для хозяйственной деятельности человека, а также удовлетворяют личный интерес людей, хобби которых наблюдение за погодой. Метеостанция в Вашем доме привлечет внимание всей семьи и поможет стать чуть ближе к природе.

Первые метеостанции стали создаваться ещё в 18 в., когда отдельные учёные или научные общества начали проводить систематические наблюдения за погодой. В 19 в. учреждения центральных метеорологических институтов, в частности Главной физической обсерватории в Петербурге (1849), метеостанции получили единое руководство, а также общую программу наблюдений.

В состав метеостанции входит метеорологическая площадка, где устанавливается большинство приборов (психрометрическая будка с термометрами и гигрометрами, приборы для измерения

скорости и направления ветра, осадкомер, почвенные термометры и др.), служебное здание, в котором находятся барометры, регистрирующие части дистанционных приборов, переносные приборы и где ведётся обработка наблюдений.

Наблюдения проводятся по стандартной программе в течение 10-минутного интервала времени через каждые 3 или 6 часов, а в некоторых случаях ежечасно. Полученные данные кодируют и передают в виде цифровой сводки в специальные учреждения, которые занимаются обработкой данных.

Но время не стоит на месте, теперь вместо людей за показаниями следят компьютеры, метеостанции стали меньше, более распространёнными и простыми.

### 3 Разработка устройства

У каждого устройства и программы есть своя история и этот проект не исключение. В самом начале метеостанция самостоятельно отправляла данные в Telegram где все подписчики канала могли узнать текущие показатели температуры/давления/влажности, но так как официально Telegram заблокирован на территории РФ, то доступ к нему был приостановлен, и без использования специальных средств обхода блокировок получить доступ к нему не возможно. Конечно, можно было реализовать обход этих блокировок различными путями, но это неправильное решение проблемы. Поэтому следующим шагом стала покупка и переезд на свои собственные сервера. Был найден недорогой хостинг для простых проектов который обошелся в 1\$/мес, что очень дешево по сравнению с ценами на другие хостинги

Разработка системы делится на три платформы, в которых используются различные языки программирования:

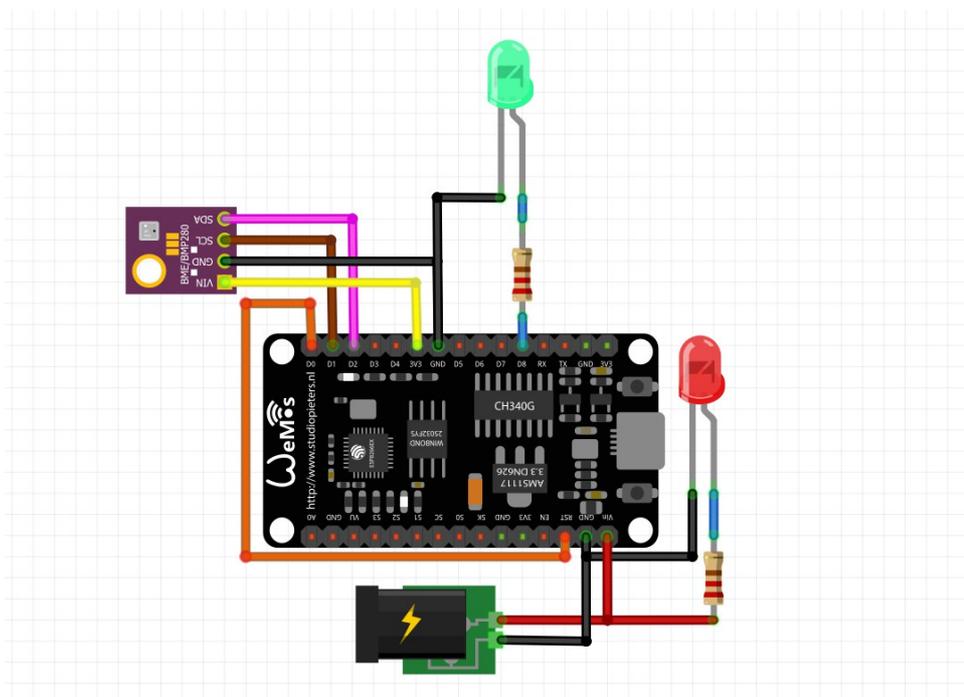
1. Устройство (C++)
2. Сервер посредник (PHP)
3. Android приложение (Java)

В процессе изучения этой темы были выявлены критерии устройства:

1. Контроллер, к которому должны подключаться датчики, должен быть доступным, лёгким для изучения и готовым работать из коробки.
2. Датчики должны быть цифровыми, с приемлемой точностью.
3. Контроллер должен быть независимым от других устройств.
4. Комплекс должен хранить в базе данных историю всех измерений.

Само устройство построено на базе ESP8266 это микроконтроллер китайского производителя Espressif Systems с интерфейсом Wi-Fi что позволяет ему выходить в интернет. К нему был подобран датчик температуры, атмосферного давления и влажности от немецкой компании Bosch называемый - BME280, с него снимаются показания по интерфейсу связи I2C. Для запитывания устройства был найден ненужный блок питания для мобильных телефонов, он отлично подходит для этого устройства так как оно стационарно и требует напряжение в 5 Вольт. Для экономии места внутри метеостанции из блока питания был снят пластиковый корпус и изъяты внутренности, так как подключать USB внутри метеостанции нецелесообразно для этого был припаян кабель с разъемом micro USB. После окончания работ блок питания был изолирован так как в нём текут токи с напряжением 220 Вольт. Что бы знать что устройство активно нужна индикация и для этого идеально подходят самые обычные светодиоды, первый из них был припаян на удлиненный провод к блоку питания вместо штатного светодиода располагавшегося на плате блока питания, а второй

светодиод был подключен к микроконтроллеру, он загорается только когда микроконтроллер выходит из режима сна.



Микроконтроллер собирает данные с датчика с некоторым интервалом времени складывая каждый результат в одну переменную, когда устройство сделало достаточно замеров, оно делит значение из переменной на количество замеров за счёт этого получается более точный результат. После этого данные отправляются на сервер и микроконтроллер уходит в режим глубокого сна на 15 минут, в котором потребление тока очень низко, что позволяет использовать не только стационарные источники питания, но и аккумуляторы.

```
sendMeteoData("https://url.ex/telemetry/create.php", Fingerprint);  
ESP.deepSleep(min15);
```

Код программы для устройства был написан на языке C++, но нужно учитывать, что это изменённая версия этого языка для платформы Arduino и ей подобных. Для отправки данных на сервер была написана функция, которая отправляет данные в виде JSON файла на сайт сервера.

```

void sendMeteoData(String RequestUrl) {
    StaticJsonDocument<200> doc;
    // создаем переменную с данными
    String data = "";
    // устанавливаем значения
    doc["temp"] = aver_temp;
    doc["pressure"] = aver_pressure / 100.0F;
    doc["humidity"] = aver_humidity;

    HTTPClient https;
    serializeJson(doc, data);

    // открываем соединение
    if (https.begin(*client, RequestUrl)) {
        int httpCode = https.POST(message);
        https.end();
    } else
        Serial.printf("[HTTPS] Unable to
connect\n");
}

```

## Сервер

Серверная часть приложения занимается получением и отправкой данных по протоколу https с помощью REST API, а также достаёт и записывает информацию в базу данных.

Получив данные от метеостанции, серверная часть сохраняет их в самой популярной реляционной базе данных MySQL, которая контролируется СУБД РНРМУADMIN. При необходимости любое устройство с доступом в интернет может запросить у сервера информацию просто отправив запрос на сервер, указав действие которое оно хочет совершить, к примеру, получить все записи из базы данных. Когда сервер получил запрос он подключается к базе данных и достаёт оттуда информацию и отправляет её устройству которое сделало запрос переработав все данные в файл с разрешением JSON.

## Android приложение

Так же в этом программном комплексе есть приложение, разработанное под смартфоны на операционной системе Android. Суть этого приложения в представлении актуальной информации с метеостанции. После нажатия кнопки “RELOAD” приложение запрашивает данные у сервера с помощью библиотеки Retrofit которая используется для облегчения работы с сетью на OS Android, когда сервер обработал запрос и отправил данные, Retrofit выводит строку внутри которой лежит содержимое полученного файла JSON. Но для того что бы вывести на экран смартфона информацию для начала её нужно обработать, поэтому был реализован конвертер JSON в объекты языка программирования под названием POJO, далее показания метеостанции изымаются из POJO и устанавливаются в полях для текста на экране.

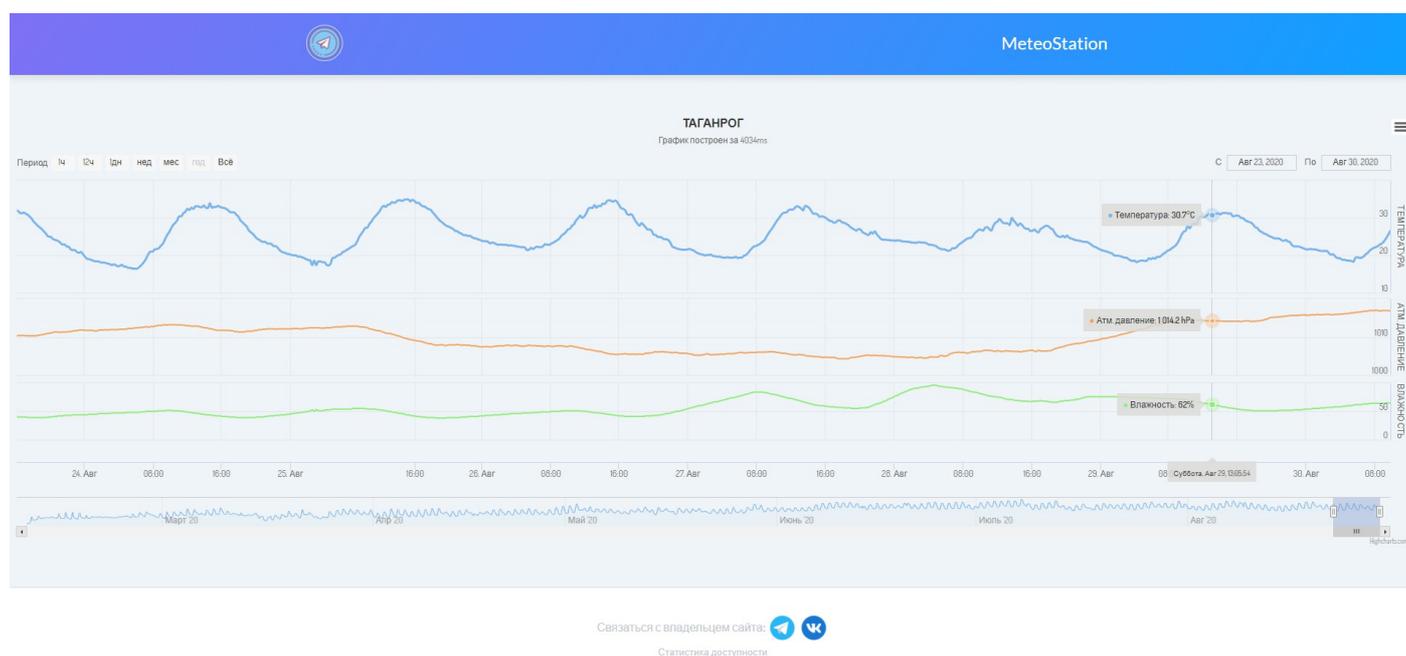
## Telegram

Так как новый сервер находится во Франции, проблемы с блокировками исчезли, и теперь можно обращаться к API телеграмма и не бояться блокировок. По этой причине был разработан бот для отправки сообщений в канал @WeatherInTaganrog, который в этот раз располагается не на

микроконтроллере, а на сервере в виде PHP скрипта. С помощью планировщика задач CRONTAB скрипт выполняется каждые 10 минут, то есть данные в телеграмме обновляются каждые 10 минут, чего достаточно так как сама метеостанция собирает показания датчиков с периодичностью чуть более 15 минут. Теперь у каждого жителя г. Таганрога есть возможность просмотреть текущие метеословия просто зайдя в мессенджер.

## Сайт

Для визуализации массива полученных данных было решено написать простенький сайт с использованием языков программирования, разметки и стилей, а именно JS, HTML и CSS соответственно. Сайт обращается к серверу с запросом всех данных, собранных метеостанцией, после того как данные будут загружены начинается отрисовка графика с помощью библиотеки HighCharts.



Так же уже сделана функция прогноза осадков на ближайшие 36 часов, которая в данный момент находится в стадии тестирования.

Название	Количество	Стоимость
Микроконтроллер NodeMCU	1 шт	149 рублей
Датчик ВМЕ280	1 шт	137 рубля
Коробка распределительная	1 шт	30 рублей
Светодиод	2 шт	2 рубля
Резистор 100 Ом	2 шт	30 копеек
Общее:		318 рублей 30 копеек

\* Без учёта доставки

## 5 Вывод

Разработанное устройство является актуальным и будет востребованным на рынке, а также может послужить основой для создания более сложных устройств.

В результате работы было получено нужное и недорогое устройство, сделанное своими руками. А также доказали, что школьники могут самостоятельно изучать языки программирования на начальном уровне и создавать с их помощью необходимые в нашей жизни устройства.

Итак, чего же вы ждёте? Вперёд, изучайте мир программирования и пишите ваше первое приложение!

## **6. Литература:**

1. Феномен городского острова тепла Авторы: Yasin Toparlar, Bert Bloken, [http://zvt.abok.ru/articles/240/Fenomen\\_gorodskogo\\_ostrova\\_tepla](http://zvt.abok.ru/articles/240/Fenomen_gorodskogo_ostrova_tepla)
2. Android. программирование для профессионалов Авторы: Б. Филлипс, К. Стюарт, К. Марсикано
3. PHP. Объекты, шаблоны и методики программирования Автор: Мэтт Зандстра
4. Интернет вещей с ESP8266 Издательство БХВ-Петербург Год выпуска 2018 Автор: Марко Шварц
5. Проекты с использованием контроллера Arduino, 2-е издание Автор: Виктор Петин Издательство: БХВ-Петербург
6. Занимательная электроника Автор: Ревич Юрий Издательство: БХВ-Петербург