



МУНИЦИПАЛЬНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЛИЦЕЙ № 24

им. Е.А. Варшавского г. НЕРЮНГРИ

678960 Республика Саха (Якутия), г. Нерюнгри, пр. Ленина 12/1 тел.6-21-37, факс 7-68-18

НОУ «ИНТЕЛЛЕКТ 21 ВЕК»

Сеть цифровых метеостанций на основе микроконтроллера Arduino UNO

ФИО обучающегося:

Столяренко Артём 8А

Руководители:

Годизов Олег Александрович, учитель робототехники

Дёминов Сергей Иванович, учитель технологии

2019г.

Содержание:

Введение	3
Выбор элементной базы и расчет стоимости цифровой метеостанции	5
Сборка и настройка Цифровой метеостанции	7
Исследования	9
Создание элементов корпуса при помощи процедуры 3d-печати	13
Заключение	14
Список Использованной литературы	15
Приложения	17

Зачастую реальные погодные условия, такие как температура и влажность воздуха, а также атмосферное давление не совпадают с официальными данными гидрометеослужб причиной этого является:

- Малое количество метеостанций, которые осуществляют сбор информации о погоде в конкретной местности;
- Устаревшее оборудование, которое не обновлялось с начала 90-х годов;
- Разнообразный рельеф местности, в котором ведутся метеонаблюдения;
- Сложность обработки полученных данных.

Метеостанция - Специальное учреждение, обладающее метеоплощадкой, удовлетворяющей определённым требованиям, на которой установлены стандартные приборы для непрерывных метеорологических измерений (наблюдений за погодой и климатом) в установленные сроки по единой методике в определённой последовательности, и передаче собранных данных в Гидрометцентр или иным потребителям.

Каждый день миллионы людей в мире смотрят телевизор, слушают радио, читают газеты, ищут информацию в интернете, чтобы узнать о погоде. Зависимость человека от погоды отражена в древних легендах, сказках, летописях. Первый научный трактат о погоде написан Аристотелем в IV в. до нашей эры!

Что же изменилось с тех пор? Парадоксально, но зависимость людей от погоды и важность ее предсказания увеличились в разы. С одной стороны, научно-технический прогресс способствует уменьшению нашей зависимости от погоды, но, с другой стороны, сложная современная техника и коммуникации весьма чувствительны к неблагоприятной погоде, и даже кратковременный выход их из строя может отрицательно сказаться на работе не только многих предприятий, но и целых отраслей.

Однако наибольшее значение прогнозы погоды имеют для обеспечения безопасности людей. Тропические циклоны, ураганные ветры, смерчи, град, сильные снегопады, наводнения не только причиняют огромный экономический ущерб, но и уносят человеческие жизни. В атмосфере ежегодно в среднем возникает примерно 80 тропических циклонов, которые приводят к гибели почти 20 тысяч человек, а причиняемый ими экономический ущерб исчисляется 7 млрд. долларов США.

Влиять на развитие опасных атмосферных (погодных) явлений человек пока еще не научился, и единственная возможность снизить ущерб от их разрушительного воздействия — это создание системы, позволяющей осуществлять постоянное наблюдение за

состоянием атмосферы, изучать природу возникновения опасных явлений и прогнозировать их.

Данная исследовательская работа посвящена изучению климата на территории Нерюнгринского района Республики Саха (Якутия).

Республика Саха (Якутия) - субъект Российской Федерации, республика в её составе, крупнейший по территории субъект Российской Федерации. Кроме того, Якутия - самая большая административно-территориальная единица в мире. Общая площадь территории Якутии составляет 3 миллиона квадратных километров, включает в себя 36 муниципальных образований: 34 района и 2 городских округа. В состав муниципальных районов в свою очередь входят городские и сельские поселения (наслег), общее число наслегов составляет 365.

Якутия характеризуется многообразием природных условий, что обусловлено физико-географическим положением её территории. Большую часть территории, занимают горы и плоскогорья, на долю которых приходится более 65% площади. Рельеф местности Нерюнгринского района также в силу географического положения и изменения рельефа по причине открытых горных работ по добыче полезных ископаемых имеет сложный характер. На данный момент в Нерюнгринском районе производит метеонаблюдения единственная метеостанция, расположение и устаревшее оборудование которой не позволяют в режиме реального времени получить актуальную информацию о погоде.

Создание сети цифровых метеостанций, установленных в разных точках на территории г. Нерюнгри и Нерюнгринского района, позволят в режиме реального времени получать точную информацию о погоде.

Выбор элементной базы и расчет стоимости цифровой метеостанции

В качестве микроконтроллера для будущей цифровой метеостанции был выбран микроконтроллер Arduino UNO, который оптимально подходит для создания подобного рода инженерных проектов.

Arduino — торговая марка аппаратно-программных средств для построения простых систем автоматики и робототехники, ориентированная на непрофессиональных пользователей. Программная часть состоит из бесплатной программной оболочки (IDE) для написания программ, их компиляции и программирования аппаратуры. Аппаратная часть представляет собой набор смонтированных печатных плат, продающихся как официальным, так и сторонними производителями.

Измерение температуры и влажности воздуха, а также атмосферного давления и высоты над уровнем моря осуществляется при помощи специальных датчиков.

Корпус метеостанции выполнен из PLA пластика. PLA-пластик (полилактид) - является биоразлагаемым, биосовместимым, термопластичным алифатическим полиэфиром, структурная единица которого - молочная кислота. Данный материал достаточно прочный, при ударах трескается, но не рассыпается на осколки, легче, чем сталь, алюминий и многие другие материалы, не подвержен коррозии, что позволяет размещать цифровые метеостанции на открытом воздухе.

В качестве аналогов рассматривались такие материалы, как фанера, алюминий, ПВХ-пластик толщиной в 3мм. Но при изготовлении корпуса из перечисленных материалов были выявлены существенные недостатки. Фанера показала себя как довольно тяжелый по массе и при этом весьма хрупкий материал. Алюминиевый корпус имеет низкую коррозионную устойчивость, возможным аналогом, показавшим хорошие характеристики при тестировании, оказался ПВХ-пластик. Который также может использоваться при изготовлении корпуса и его компонентов, стоит отметить, что стоимость корпуса из ПВХ-пластика гораздо более высокая, нежели из полилактида и к тому же это более трудоемкий процесс.

В таблице 1 указан перечень всех компонентов, входящих в состав цифровой метеостанции с указанием приблизительной стоимости каждого элемента.

Таблица 1. Стоимость проекта

№	Наименование	Кол-во, шт.	Цена, \$	Итого, \$
1	Плата Arduino Uno	1	27.5	27.5
2	Датчик давления (Барометр)	1	7.5	7.5
3	Датчик температуры и влажности	1	4.5	4.5
4	Дисплей МТ-16S2Н	1	8	8
5	Макетная плата (Breadboard)	1	2	2
6	Соединительные провода(комплект)	1	1	1
7	Корпус из PLA-пластика	1	1.5	1.5
Итого				52

Стоимость цифровой метеостанции суммарно составляет чуть больше 50 долларов, в то время, как цены на аналоги с идентичным функционалом варьируются от 100 до 250 долларов. В расчете себестоимости цифровой метеостанции указана стоимость оригинальной платы Arduino и компонентов, для снижения себестоимости готового прототипа возможно использование более дешевых аналогов.

Сборка и настройка Цифровой метеостанции

К цифровому выводу платы Arduino Uno подключаем датчик температуры и влажности. Вывод “V” подключаем к питанию 5 вольт, вывод “G” к разъему GND (Рисунок 1).

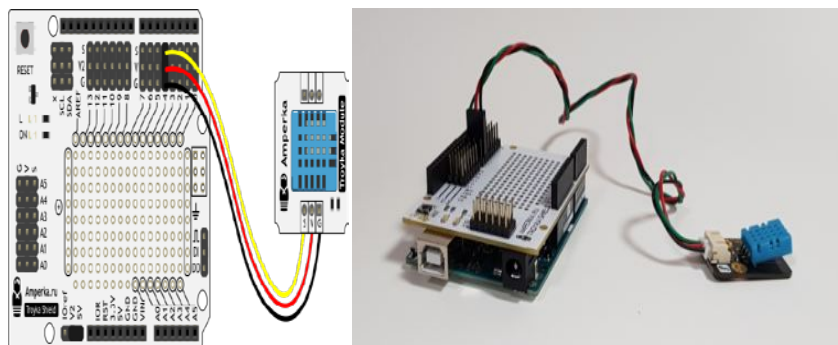


Рисунок 1. Подключение датчика температуры и влажности

Датчик давления и высоты подключаем к I²C-разъему. Разъем “D” подключаем к SDA, разъем “C” к SCL. Разъемы питания и земли подключаем к пинам 5V и GND соответственно (Рисунок 2).

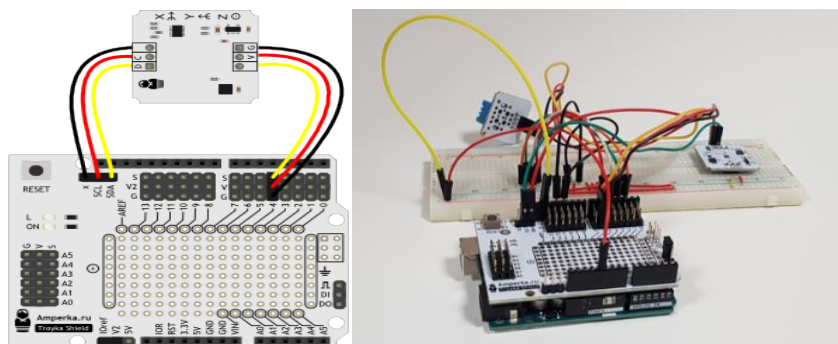


Рисунок 2. Подключение датчик давления и высоты

Для отображения данных подключаем дисплей (Рисунок 3).

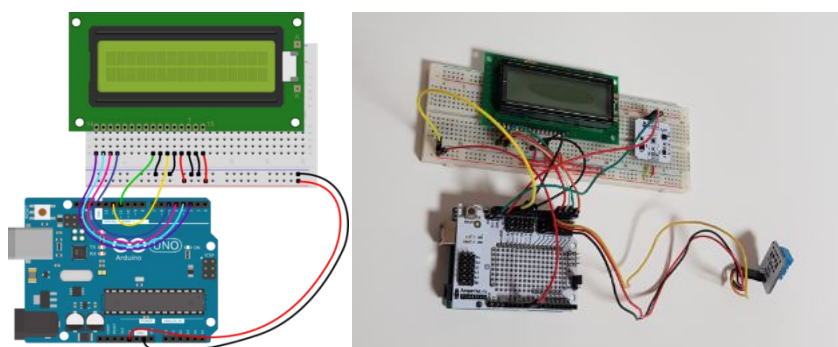


Рисунок 3. Подключение дисплея

Подключаем плату с компонентами к компьютеру для программирования. Чтобы написать программу используем среду разработки Arduino IDE. Также для работы датчиков и дисплея необходимо скачать библиотеки LiquidCrystal.h, TroykaIMU.h, TroykaDHT.h (Рисунок 4).

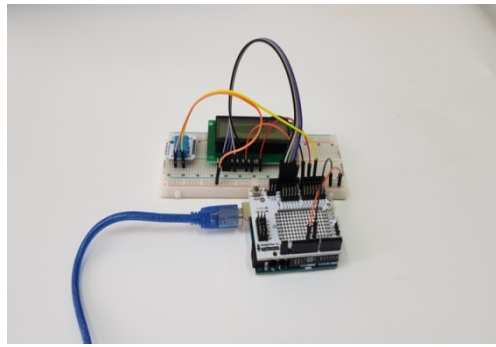
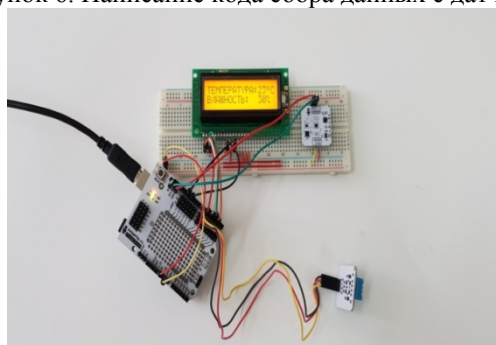


Рисунок 4. Подключение платы с компонентами и установка библиотек

Далее приступаем к написанию кода, с помощью которого плата Arduino Uno будет собирать информацию с датчиков и выводить в текстовом виде на дисплей. (Рисунок 5, Рисунок 6, Рисунок 7).



Исследования

Провести замеры дневной уличной температуры воздуха в разных районах города Нерюнгри, замеры дневной уличной температуры осуществлялись ежедневно в период с 01.09.2017 по 30.09.2017 года. Полученные данные представлены в таблице №2.

Таблица 2. Дневная уличная температура воздуха

Дата измерений	Метеостанция №1 (Карла-Маркса1/2)	Метеостанция №2 (Тимптонская 7)	Метеостанция №3 (Строителей 3)
01.09.2017	+16	+17	+19
02.09.2017	+19	+21	+22
03.09.2017	+12	+13	+15
04.09.2017	+12	+14	+15
05.09.2017	+11	+12	+14
06.09.2017	0	+1	+3
07.09.2017	+5	+6	+8
08.09.2017	+7	+9	+10
09.09.2017	+11	+12	+14
10.09.2017	+13	+14	+16
11.09.2017	+13	+14	+16
12.09.2017	+6	+7	+9
13.09.2017	+12	+13	+15
14.09.2017	+17	+18	+20
15.09.2017	+13	+16	+16
16.09.2017	+5	+6	+8
17.09.2017	+3	+4	+6
18.09.2017	+4	+6	+7
19.09.2017	+1	+2	+4
20.09.2017	+5	+6	+8
21.09.2017	-2	-1	+1
22.09.2017	+8	+9	+11
23.09.2017	+6	+8	+9
24.09.2017	-1	1	+2
25.09.2017	+3	+4	+6
26.09.2017	-2	-1	+1
27.09.2017	-6	-5	-3
28.09.2017	-6	-5	-3
29.09.2017	-5	-4	-2
30.09.2017	-7	-6	-4

Вывод: Дневная уличная температура Метеостанция №1 – 5,7°C, Метеостанция №2 - 7°C, Метеостанция №3 – 8,7°C, Средняя амплитуда дневной уличной температуры воздуха составила - 7,1°C. Измерения всех метеостанций производились в г. Нерюнгри, но в зависимости от места расположения метеостанции и особенностей рельефа местности этого района данные о температуре оказались различными, что свидетельствует о разности амплитуды погодных показателей в пределах одного города или района, соответственно полностью оправдана установка нескольких цифровых метеостанций в пределах одной административной единицы.

Провести замеры среднесуточной температуры воздуха в разных районах города Нерюнгри, замеры среднесуточной температуры осуществлялись три раза в день в период с 01.09.2018 по 30.09.2018 года. Полученные данные представлены в таблице №3.

Таблица 3. Среднесуточная температура воздуха

Дата измерений	Метеостанция №1 (Карла-Маркса1/2)	Метеостанция №2 (Тимптонская 7)	Метеостанция №3 (Строителей 3)
01.09.2018	+12	+13	+14
02.09.2018	+8	+10	+10
03.09.2018	+3	+5	+5
04.09.2018	+5	+6	+7
05.09.2018	+3	+3	+3
06.09.2018	+5	+6	+7
07.09.2018	-1	0	+1
08.09.2018	0	0	+1
09.09.2018	+3	+5	+5
10.09.2018	+9	+10	+10
11.09.2018	+12	+12	+13
12.09.2018	+8	+8	+9
13.09.2018	+11	+12	+13
14.09.2018	+5	+6	+6
15.09.2018	+7	+7	+7
16.09.2018	+4	+4	+5
17.09.2018	+3	+5	+5
18.09.2018	+8	+10	+11
19.09.2018	+7	+7	+8
20.09.2018	+7	+8	+8
21.09.2018	+8	+9	+10
22.09.2018	+10	+11	+12
23.09.2018	+14	+16	+16
24.09.2018	+15	+14	+16
25.09.2018	+14	+15	+16
26.09.2018	+4	+5	+5
27.09.2018	+4	+4	+5
28.09.2018	+12	+14	+16
29.09.2018	+8	+9	+10
30.09.2018	+3	+4	+5

Вывод: Среднесуточная температура в сентябре месяце 2017 года составила соответственно: Метеостанция №1 – минимальное значение температуры воздуха за период наблюдения -1°C, максимальное значение температуры воздуха за период наблюдения 15°C, Метеостанция №2 – минимальное значение температуры воздуха за период наблюдения 0°C, максимальное значение температуры воздуха за период наблюдения 16°C, Метеостанция №3 – минимальное значение температуры воздуха за период наблюдения +1°C, максимальное значение температуры воздуха за период наблюдения 16°C.

Провести замеры среднесуточного атмосферного давления воздуха на территории города Нерюнгри, замеры среднесуточного давления осуществлялись три раза в день в период с 01.09.2018 по 30.09.2018 года. Полученные данные представлены в таблице №4.

Таблица 4. Среднесуточное атмосферное давление воздуха

Дата измерений	Метеостанция №1 (Карла-Маркса1/2)	Метеостанция №2 (Тимптонская 7)	Метеостанция №3 (Строителей 3)
01.09.2018	683	683	684
02.09.2018	683	684	683
03.09.2018	684	684	685
04.09.2018	680	681	680
05.09.2018	676	676	676
06.09.2018	670	670	670
07.09.2018	677	678	678
08.09.2018	684	684	684
09.09.2018	685	685	685
10.09.2018	683	683	683
11.09.2018	686	687	686
12.09.2018	691	691	693
13.09.2018	691	691	692
14.09.2018	687	687	688
15.09.2018	686	686	686
16.09.2018	680	680	680
17.09.2018	683	683	683
18.09.2018	682	684	682
19.09.2018	683	683	683
20.09.2018	683	683	683
21.09.2018	683	683	683
22.09.2018	677	678	677
23.09.2018	676	677	676
24.09.2018	680	680	681
25.09.2018	680	680	680
26.09.2018	674	674	674
27.09.2018	677	677	677
28.09.2018	673	674	674
29.09.2018	674	674	674
30.09.2018	681	681	682

Вывод: За период измерения средний показатель давления в городе Нерюнгри, составил 681 мм.рт.ст. данный показатель ниже климатической нормы (760 мм.рт.ст.) на 79 мм.рт.ст. Полученное среднее значение атмосферного давления воздуха свидетельствует о высокой разреженности воздуха вследствие географического местоположения города, основная инфраструктура которого построена на северных отрогах Станового хребта, с абсолютными высотами 800 - 850 м над уровнем моря.

Провести сравнение среднесуточной температуры воздуха в г. Нерюнгри с официальными данными Гидрометцентра, замеры среднесуточной температуры осуществлялись три раза в день в период с 01.09.2018 по 30.09.2018 года. Полученные данные представлены в таблице №5.

Таблица 5. Сравнение среднесуточной температуры

Дата измерений	Официальные данные метеостанции г. Нерюнгри	Средний показатель температуры воздуха цифровых метеостанций в г. Нерюнгри
01.09.2018	12	13
02.09.2018	8	10
03.09.2018	5	5
04.09.2018	5	6
05.09.2018	3	3

06.09.2018	4	6
07.09.2018	2	0
08.09.2018	-2	0
09.09.2018	2	5
10.09.2018	4	10
11.09.2018	7	12
12.09.2018	6	8
13.09.2018	9	12
14.09.2018	6	6
15.09.2018	6	7
16.09.2018	4	4
17.09.2018	4	5
18.09.2018	7	10
19.09.2018	4	7
20.09.2018	4	8
21.09.2018	2	9
22.09.2018	7	11
23.09.2018	11	16
24.09.2018	9	14
25.09.2018	11	15
26.09.2018	8	5
27.09.2018	6	4
28.09.2018	11	14
29.09.2018	5	9
30.09.2018	4	4

Вывод: Среднесуточная температура в сентябре месяце 2018 года составила соответственно: Официальные данные метеостанции г. Нерюнгри – минимальное значение температуры воздуха за период наблюдения -2°C , максимальное значение температуры воздуха за период наблюдения 12°C , Средний показатель температуры воздуха цифровых метеостанций в г. Нерюнгри – минимальное значение температуры воздуха за период наблюдения 0°C , максимальное значение температуры воздуха за период наблюдения 16°C , Среднесуточная амплитуда температуры воздуха, полученная в ходе метеонаблюдений, отличается от официальной амплитуды температуры воздуха в городе Нерюнгри на 6°C .

Создание элементов корпуса при помощи процедуры 3d-печати

В ходе работы в 3D-редакторе «SolidWorks» были разработаны объемные модели корпуса метеостанции.

SolidWorks — программный комплекс для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. Обеспечивает разработку объемных моделей изделий любой степени сложности и назначения.

Элементы корпуса представлены на рисунке ниже (Рисунок 8, Рисунок 9).

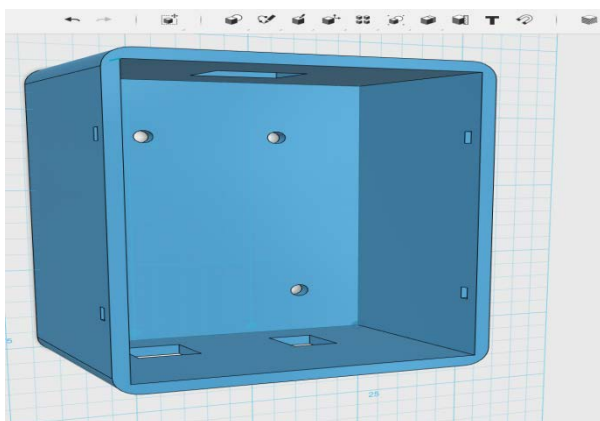


Рисунок 7. Элементы корпуса

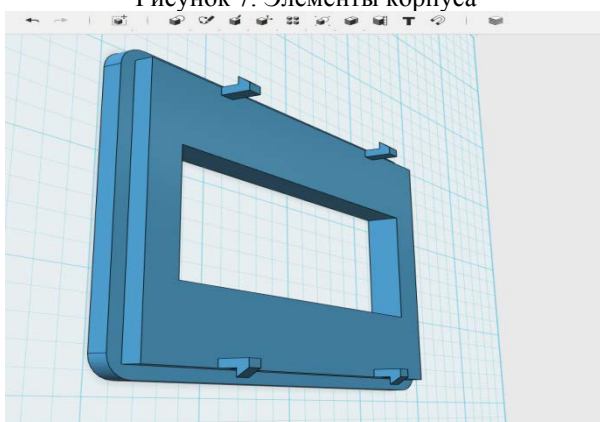


Рисунок 8. Элементы корпуса

Заключение

В результате была разработана и создана сеть цифровых метеостанций на микроконтроллере ARDUINO UNO, которая позволила в режиме реального времени собирать и обрабатывать метеоданные, а также строить краткосрочные прогнозы погоды. Полученные в работе данные позволили подтвердить выдвинутую в начале исследования гипотезу о недостаточности наличия одной метеостанции на территории района, а также о разнице значений температуры, влажности и атмосферного давления воздуха в разных районах г. Нерюнгри.

В данный момент по соглашению с Малой Академией Наук Республики Саха (Якутия) ведется создание Республиканской сети цифровых метеостанций, на сегодняшний день в процесс привлечены 20 школ Республики Саха Якутия на территории которых планируется размещение цифровых метеостанций. Одна из которых уже работает в тестовом режиме в городе Якутске.

Список Использованной литературы

- Ревич Юрий «Занимательная электроника», Санкт-Петербург, БХВ-Петербург, 2015
- Улли Sommer «Программирование микроконтроллерных плат Arduino», Санкт-Петербург, БХВ-Петербург, 2012
- <http://arduino.ru>
- <https://ru.Wikipedia.org/wiki/метеостанция>
- <https://ru.Wikipedia.org/wiki/Arduino>
- [https://rp5.ru/архив погоды](https://rp5.ru/архив_погоды)

Приложения

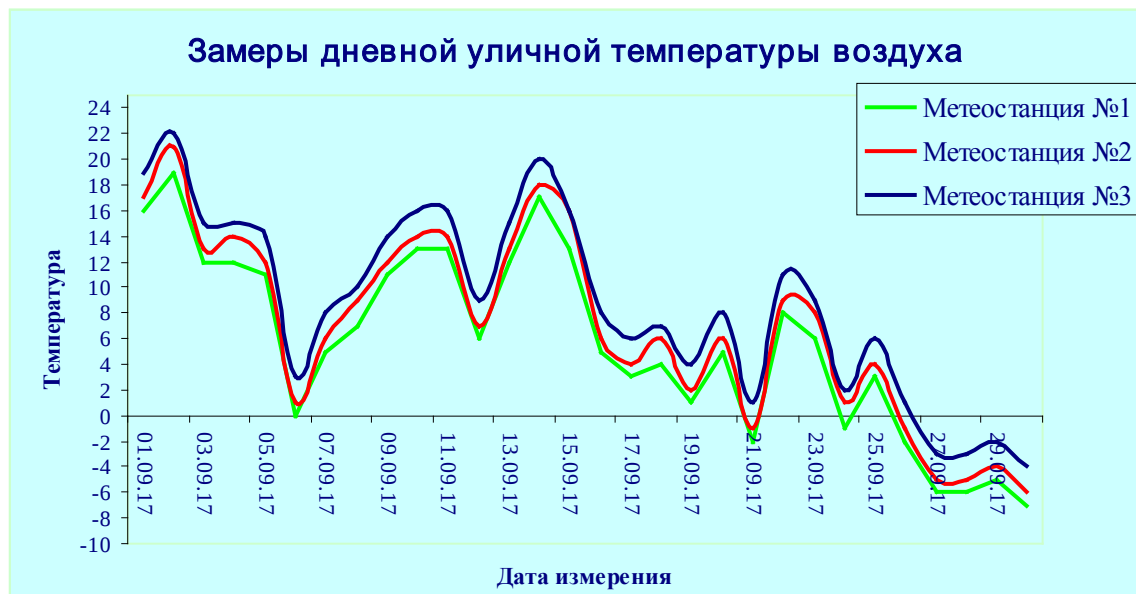


График замера дневной уличной температуры воздуха в период 01.09.2017 по 30.09.2017

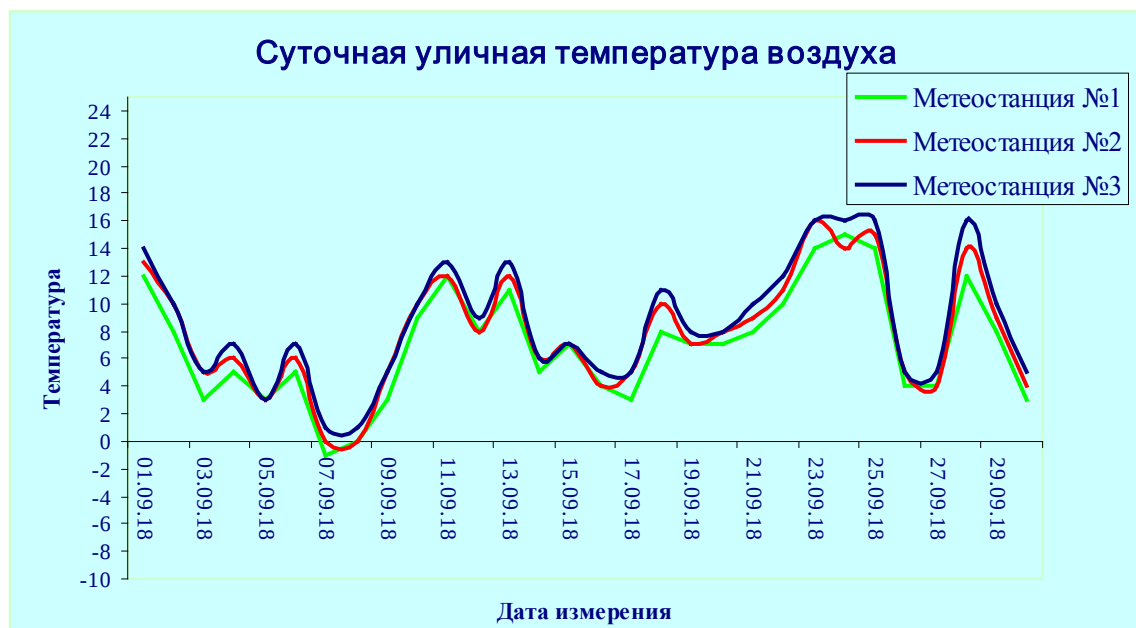


График замера среднесуточной уличной температуры воздуха в период 01.09.2018 по 30.09.2018

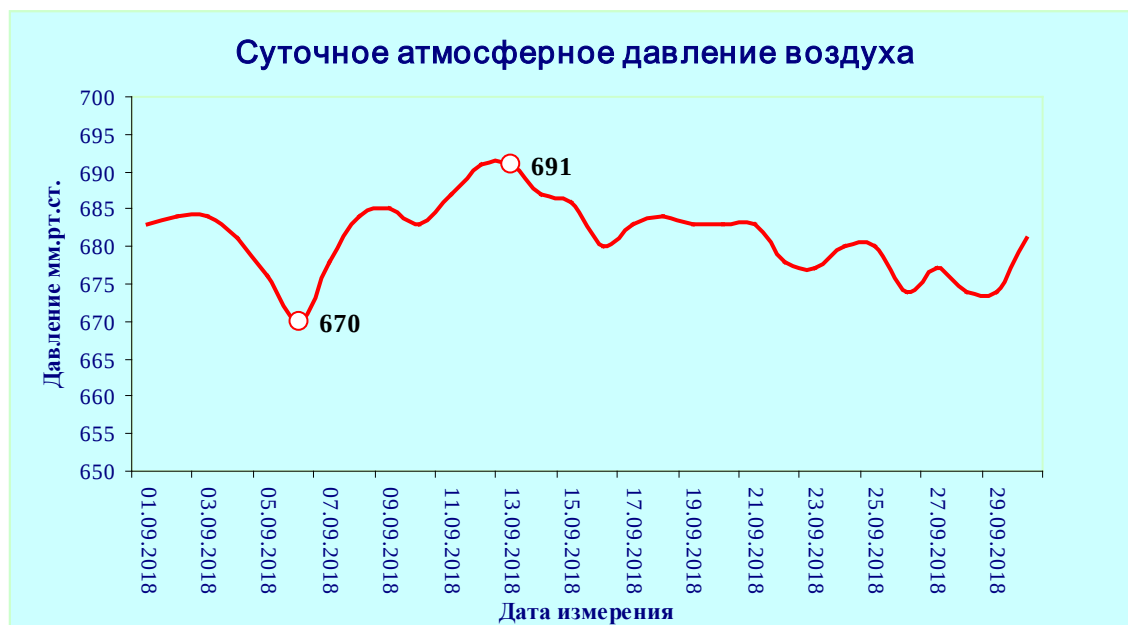


График замера среднесуточного давления воздуха в период с 01.09.2018 по 30.09.2018



График сравнения данных метеостанции города Нерюнгри и цифровой метеостанцией установленной в черте города, отражающих среднесуточную уличную температуру воздуха в период 01.09.2018 по 30.09.2018