

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
КОНОТОПСЬКИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра електронних  
приладів і автоматики

Кваліфікаційна робота бакалавра

**РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ОБРОБКИ  
МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ДАНИХ**

Студент гр. ЕІ-71<sub>к</sub>

Д.О. Горбач

Науковий керівник,  
к.ф.-м.н., ст. викладач

І.П. Бурик

Нормоконтроль,  
к.т.н., ст. викладч

\_\_\_\_\_

## РЕФЕРАТ

Об'єктом розробки є автоматизована система обробки метеорологічних даних із застосуванням мікроконтролера, датчиків та модулів.

Мета кваліфікаційної роботи полягає у приведенні аналітичного огляду сучасних літературних джерел про автоматизовані системи збору, та обробки даних, із застосуванням в них мікроконтролера (AVR, PIC та ін.), стислий аналіз застосування найбільш розповсюджених платформ метеорологічних станцій, та розробці портативної побутової метеостанції.

Робота складається із вступу, трьох розділів основної частини та висновків. У проекті розглянуто аналоги розроблюваної побутової метеостанції, також розроблена структурна схема, за допомогою якої було обрано елементну базу, з використанням контролера Arduino Nano. Після цього було розроблено принципову схему, та зібрано побутову метеостанцію. Створено додаток для ОС Android в візуальному середовищі програмування MIT App Inventor. Проведені необхідні тести для підтвердження працездатності. Даний пристрій можна використовувати для контролю температури, вологості, атмосферного тиску, висоти над рівнем моря, а також для моніторингу вірогідності опадів (зміни погоди).

Пояснювальна записка: 42 сторінок, 13 таблиць, 31 рисуноків, 34 джерел.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** МЕТЕОСТАНЦІЯ, ПРОГНОЗУВАННЯ ОПАДІВ, РОЗРОБКА ПРОГРАМИ, АРДУІНО, ДАВАЧ.

## ЗМІСТ

	<b>с.</b>
<b>ВСТУП</b> .....	4
<b>РОЗДІЛ 1 МІКРОКОНТРОЛЕРИ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ</b> .....	5
1.1 Основні різновиди мікроконтролерів.....	5
1.2 Мікроконтролери в готових модулях Arduino.....	9
<b>РОЗДІЛ 2 ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СХЕМОТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ</b> .....	15
2.1 Огляд аналогів побутових метеорологічних станцій.....	15
2.2 Структурна схема метеостанції.....	19
2.3 Елементна база пристрою.....	20
2.3.1 Вибір мікроконтролера.....	20
2.3.2 Вибір давача вологості і температури.....	21
2.3.3 Вибір давача атмосферного тиску.....	23
2.3.4 Вибір модуля реального часу.....	24
2.3.5 Вибір сенсорного давача (кнопки).....	25
2.3.6 Вибір Bluetooth модуля.....	26
2.3.7 Вибір дисплею.....	27
<b>РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ ПОБУТОВОЇ МЕТЕОСТАНЦІЇ ТА ЇЇ ТЕСТУВАННЯ</b> .....	29
3.1 Схема електрична принципова.....	29
3.2 Корпус побутової метеостанції.....	31
3.3 Розробка додатку для ОС Android.....	33
3.4 Тестування метеостанції та додатку.....	35
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	41
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	42
<b>ДОДАТОК А. СЛАЙДИ ПРЕЗЕНТАЦІЇ ДО РОБОТИ</b> .....	45

## ВСТУП

Атмосферний тиск постійно змінюється залежно від місця та часу. Складна взаємодія між обертанням Землі, нахилом Земної осі, призводить до появи безлічі областей високого і низького тиску, що, в свою чергу, призводить до щоденної зміни погодних умов. Спостерігаючи за зміною тиску, ми можемо зробити короткостроковий прогноз погоди. Наприклад: падіння тиску зазвичай означає дощову погоду або наближення грози, оскільки наближається область низького тиску – циклон, а якщо тиск збільшується, зазвичай це означає суху ясну погоду, бо наближається область високого тиску – антициклон [2].

Нормальним атмосферним тиском називають тиск 760 мм.рт.ст.. Оскільки атмосферний тиск створюється лише шаром атмосфери, то якщо піднятися над атмосферою, це значення впаде до нуля і навпаки, якщо спуститися у глибоку шахту, збільшиться [1-2].

У наш час з доволі високим рівнем розвитку цифрових технологій, прогноз погоди можна дізнатися різними способами: по телебаченню, радіо, різних сайтах у мережі Інтернет або за допомогою розсилки по електронній пошті та смс. Нажаль такий прогноз погоди є усередненим для досить великої території і це при тому, що погода може змінюватись у межах одного міста. Для того щоб отримувати точну інформацію про погоду, метеостанцію доцільніше використовувати безпосередньо в місті проживання.

В даній кваліфікаційній роботі була розроблена побутова метеорологічна станція, що вимірює інформацію про вологість, температуру, атмосферний тиск та висоту тиску над рівнем моря, а також за допомогою отриманих даних про атмосферний тиск прогнозує ймовірність опадів. Інформація про погодні показники виводиться на символний lcd дисплей, а також може передаватися за допомогою Bluetooth і відображатися на андроїд-пристрої у спеціально розробленому додатку. Також додатково пристрій буде показувати дату і час.

## РОЗДІЛ 1

### МІКРОКОНТРОЛЕРИ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

Мікроконтролер – це спеціальна мікросхема, призначена для управління різними електронними пристроями, що поєднує в собі процесор, пам'ять, постійний запам'ятовуючий пристрій і периферію всередині одного корпусу, зовні схожого на звичайну мікросхему [8].

Мікроконтролери ліквідують розрив між апаратним і програмним забезпеченням, бо можуть виконувати програму, як звичайний комп'ютер, будучи дискретними елементами, які можуть взаємодіяти з іншими компонентами схеми. Але поки в мікроконтролері не має програми, він нічого не робитиме, хоча при її наявності він зможе виконувати практично будь-які функції. Завдяки цьому схема може перетворитися у звичайну програму, зменшивши в такий спосіб цілий пристрій до однієї єдиної мікросхеми [4].

#### 1.1 Основні різновиди мікроконтролерів

Існує більше 200 модифікацій мікроконтролерів, що випускаються двома десятками компаній. Виробляються не тільки сучасні 32-бітові мікроконтролери, а й 16-ти, і навіть 8-бітові. Пов'язано це з тим, що мікроконтролери застосовуються переважно у вбудованих системах, в іграшках, верстатах, масовій домашній техніці, домашній автоматичі – там, де потрібна не потужність процесора, а баланс між ціною і достатньою функціональністю [5, 8].

Часто можна зустріти майже однакові моделі, що розрізняються швидкістю ЦП і обсягом пам'яті. Найбільш популярні мікроконтролери: 8-бітові мікроконтролери PIC від «Microchip Technology» і AVR від «Atmel», 16-бітові MSP430 фірми «TI», а також 32-бітові мікроконтролери, архітектури ARM, яку розробляє фірма «ARM Limited» [5, 8].

Мікроконтролери фірми «Microchip Technology» сімейства PIC є програмованими інтегральними схемами з мінімальним енергоспоживанням, високою продуктивністю, добре розвинутою RISC- архітектурою і мінімальними розмірами. Фірма «Microchip Technology» на даний момент випускає кілька сімейств мікроконтролерів 8-ми, 16-ти та 32-х розрядних, кожне з них має своє призначення в виробках і областях застосування. Основні виробники із застосуванням таких мікроконтролерів: автовідповідачі, мобільні телефони, зарядні пристрої, системи сигналізації, вимірювальні прилади, лічильники води, газу і електроенергії, регулятори температури, вологості, тиску та інші [3, 6-8].

На рисунку 1.1 зображено деякі різновиди корпусів PIC мікроконтролерів:

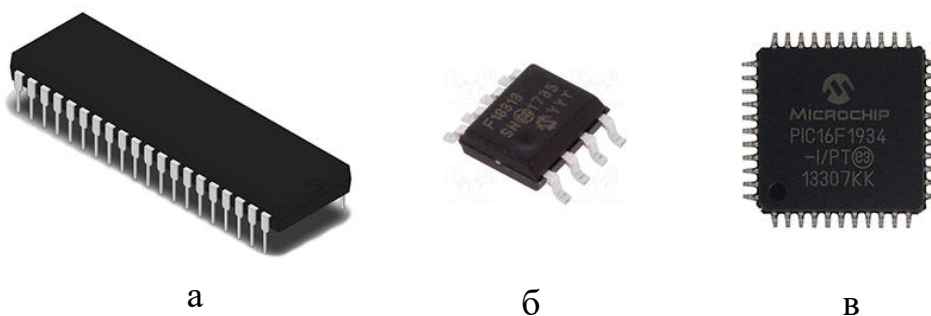


Рис. 1.1. Зовнішній вигляд мікросхем PIC18F4550-I/P в корпусі DIP (а), PIC16F18313-I/SN в корпусі SO8 (б), PIC16F1934-I/PT в корпусі QFP (в) [9]

AVR – це популярне сімейство мікроконтролерів, яке випускає компанія «Atmel» (рис. 1.3). Мікроконтролери AVR мають більш розвинену систему команд, що налічує до 133 інструкцій. Багато чіпів мають функцію самопрограмування. Також слід зазначити, що AVR-архітектура оптимізована під мову високого рівня Сі [10].

Крім AVR під цим брендом випускаються мікроконтролери й інших архітектур, наприклад, ARM. Всього існує три види даних мікроконтролерів: AVR 8-bit, AVR 32-bit, AVR xMega. Найпопулярнішим є саме 8-бітове (AVR 8-bit) сімейство мікроконтролерів, яке ділиться на два популярних сімейства: Attiny

– в основному мають від 8 пінів і більше, а обсяг їх пам'яті і функціонал зазвичай менший, ніж в Atmega, які є більш прогресивними мікроконтролерами, мають більшу кількість пам'яті, виводів і різних функціональних вузлів [8-9].

На рисунку 1.2 зображено деякі різновиди корпусів AVR мікроконтролерів:

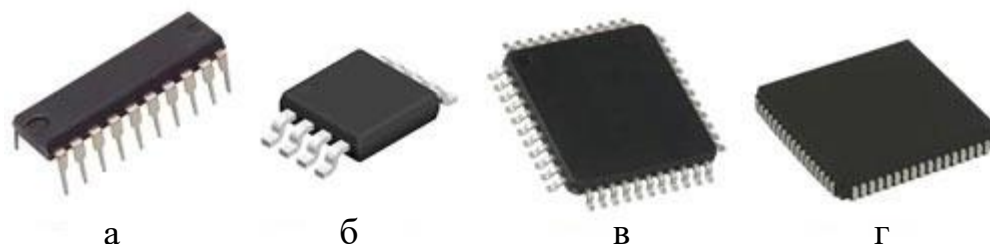


Рис. 1.2. Зовнішній вигляд мікросхем Attiny-8PU в корпусі DIP (а), Attiny-45 в корпусі SOIC (б), Atmega8-16AU в корпусі TQFP (в), AT28C256-15JU в корпусі PLCC (г) [11]

Сімейство мікроконтролерів «Tiny» - це мікроконтролери мінімальної конфігурації, переважно, невеликих габаритів, призначені для простих недорогих і мініатюрних електронних пристроїв управління. Мають мінімальний набір можливостей і невисоку ціну [11].

Мікроконтролери сімейства «Mega», навпаки, мають розвинену архітектуру і призначені для більш потужних мікропроцесорних систем. Крім того, фірма «Atmel» випускає ще кілька видів мікроконтролерів, які вона також відносить до серії AVR [11].

Найпотужнішим під сімейством мікроконтролерів є xMEGA. Вони випускаються в корпусах з величезною кількістю пінів, від 44 до 100. Такі мікроконтролери потрібні для проектів з великою кількістю датчиків і виконавчих механізмів. Також в них більший об'єм пам'яті і швидкість роботи, що дозволяє отримати високу швидкодію [9].

MSP430 – сімейство 16-розрядних мікроконтролерів фірми «Texas Instruments». Ключовою відмінністю сімейства MSP430 є можливість тактувати

будь-який модуль периферії асинхронно від ядра. У переважній більшості однокристальних мікроконтролерів периферія синхронна з ядром (за винятком окремих спеціальних вузлів). Тому така особливість дозволяє гнучко управляти швидкістю і споживанням енергії кожного модуля. У порівнянні з PIC і AVR, мікроконтролери MSP430 мають 16-бітну архітектуру. Крім цього, їхній діапазон напруги живлення варіюється від 1,8 до 3,6 В, що разом зі зниженим енергоспоживанням дозволяє створювати на їх базі пристрої, які працюватимуть від батарейок [12-13].

Стосовно периферійних пристроїв, однозначної характеристики дати не можна, оскільки для різних під сімейств набір периферійних модулів може істотно відрізнятись. В цілому ж, контролери мають подібний набір периферії з продуктами фірм Microchip і Atmel [13].

На рисунку 1.3 зображено деякі різновиди корпусів MSP430 мікроконтролерів:

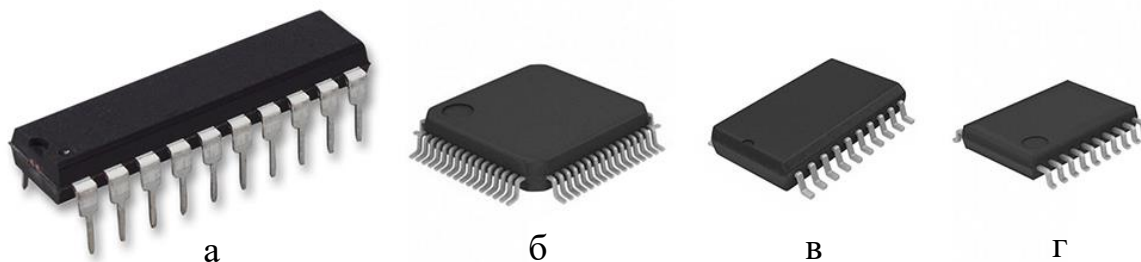


Рис. 1.3. Зовнішній вигляд мікросхем MSP430G2452IN20 в корпусі DIP (а), MSP430F133IPM в корпусі LQFP (б), MSP430F2101IDW в корпусі SOIC (в), MSP430F2013IPWR в корпусі TSSOP (г) [13]

Мікроконтролери з ядром ARM також є одним з сімейств процесорів на базі архітектури RISC, розробленим компанією Advanced RISC Machines (ARM). Архітектура ARM – це в основному, 32-х бітні мікроконтролери засновані на 32-бітних і 64-бітних багатоядерних процесорах RISC. Застосовуються



мікроконтролери в електронних пристроях, таких як смартфони, планшети, комп'ютери програвачі та інші мобільні пристрої.

На рисунку 1.4 зображено деякі різновиди корпусів ARM мікроконтролерів:

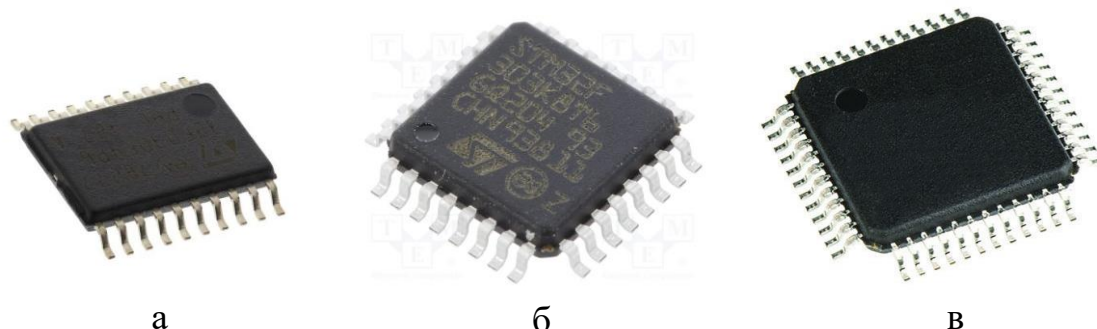


Рис. 1.4. Зовнішній вигляд мікросхем STM32F030F4P6 в корпусі TSSOP (а), STM32F303K8T6 в корпусі LQFP (б), STM32F103C8T6 в корпусі LQFP (в) [14]

Процесори RISC виконують меншу кількість інструкцій, щоб могли працювати з більшою швидкістю, виконуючи додаткові мільйони інструкцій в секунду (MIPS). Усуваючи непотрібні інструкції і оптимізуючи обробку інформації, RISC-процесори мають більшу продуктивність [16].

Через скорочення набору команд використовують менше транзисторів, через що вони мають менший розмір матриці інтегральної схеми. Такі процесори зменшують складність проектування і скорочують енергоспоживання, що робить їх придатними для більш мініатюрних пристроїв [14-15].

## 1.2 Мікроконтролери в готових модулях на основі Arduino

Arduino – це невелика плата з мікроконтролером і пам'яттю, на якій є пара десятків контактів, до яких можна підключати всілякі компоненти: світлодіоди, кнопки, сервоприводи, датчики і т.д. [17].

**Arduino Uno** – пристрій на базі 8-ми бітного мікроконтролера Atmega 328P. Зовнішній вигляд контролера зображена на рис 1.5.



Рис. 1.5. Зовнішній вигляд Arduino Uno [18]

Таблиця 1.1

**Технічні характеристики Arduino Uno [18]**

№	Назва характеристики	Значення
1	Робоча напруга, В	5
2	Напруга живлення, В	7-12
3	Цифрові виходи	14
4	Аналогові виходи	6
5	Максимальний струм одного виводу, мА	40
6	Flash-пам'ять, КБ	32
7	Тактова частота, МГц	16

Виводи 0 (RX) і 1 (TX) використовуються для отримання (RX) і передачі (TX) даних по послідовному інтерфейсу. Arduino Uno може бути живиться від USB або від зовнішнього джерела живлення (тип джерела вибирається автоматично). Рекомендується використовувати джерело живлення з напругою в діапазоні від 7 до 12В. Плата Arduino Uno є оптимальним варіантом як для початківця, так і для досвідченого розробника. Маючи скромні розміри 7см на 5,5см, користувач отримує досить широкий функціонал, який може задовольнити вимоги більшості проектів. Також величезним плюсом є незліченна кількість бібліотек з прикладами, документації і навчальних матеріалів, що дозволить в найкоротші терміни реалізувати задумане на практиці.



## Технічні характеристики Arduino Nano [20]

№	Назва характеристики	Значення
1	Робоча напруга, В	5
2	Напруга живлення, В	7-12
3	Цифрові виходи	14
4	Аналогові виходи	8
5	Максимальний струм одного виводу, мА	40
6	Flash-пам'ять, КБ	32
7	Тактова частота, МГц	16

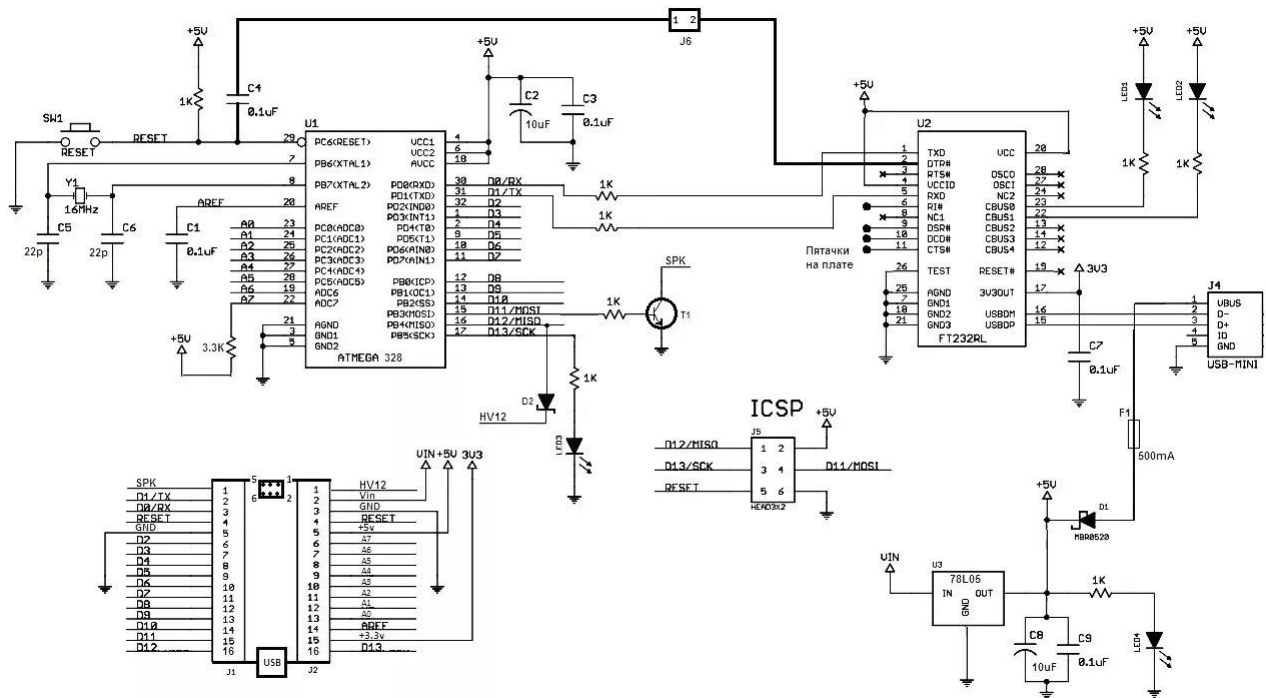


Рис. 1.8. Принципова схема плати Arduino Nano [20]

Живлення плати здійснюватися двома способами:

1) через mini-USB або microUSB при підключенні до комп'ютера;

2) через зовнішнє джерело живлення з напругою 6-20 В та низьким рівнем пульсацій (використовуючи зовнішнє джерело живлення, а не USB, на контролері буде відсутнє живлення 3,3 В).

**Arduino Due** – плата на основі 32-бітного мікроконтролера Atmel SAM3X8E з ARM-процесором на базі ядра ARM Cortex-M3. Має тактову частоту 84 МГц і 32-бітну архітектуру, за рахунок чого може виконувати більшість операцій над цілими числами в 4 байти за один такт. Зовнішній вигляд Arduino Due зображено на рисунку 1.6.

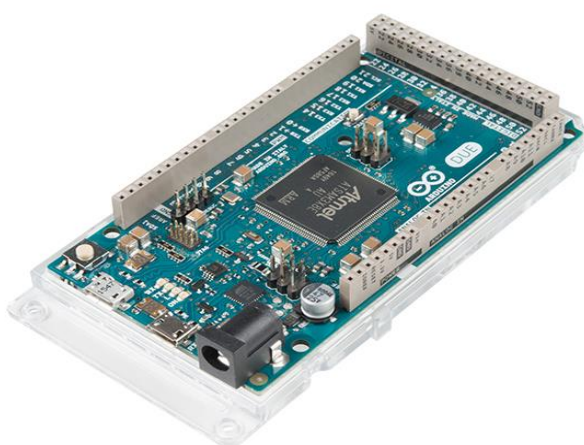


Рис. 1.9. Зовнішній вигляд Arduino Due [19]

Таблиця 1.3

### Технічні характеристики Arduino Due [19]

№	Назва характеристики	Значення
1	Робоча напруга, В	3,3
2	Напруга живлення, В	7-12
3	Цифрові виходи	54
4	Аналогові виходи	12
5	Максимальний струм одного виводу, мА	130
6	Flash-пам'ять, КБ	512
7	Тактова частота, МГц	84

На відміну від інших плат Arduino, робоча напруга Arduino Due становить 3,3 В, а завдяки використанню 32-розрядної ядра ARM, Arduino Due багато в чому перевершує плати на базі 8-розрядних мікроконтролерів. Ця плата призначена для створення проектів, в яких не вистачає можливостей звичайних Arduino Uno. У цьому пристрої велика кількість виводів, а також більше вбудованої пам'яті.

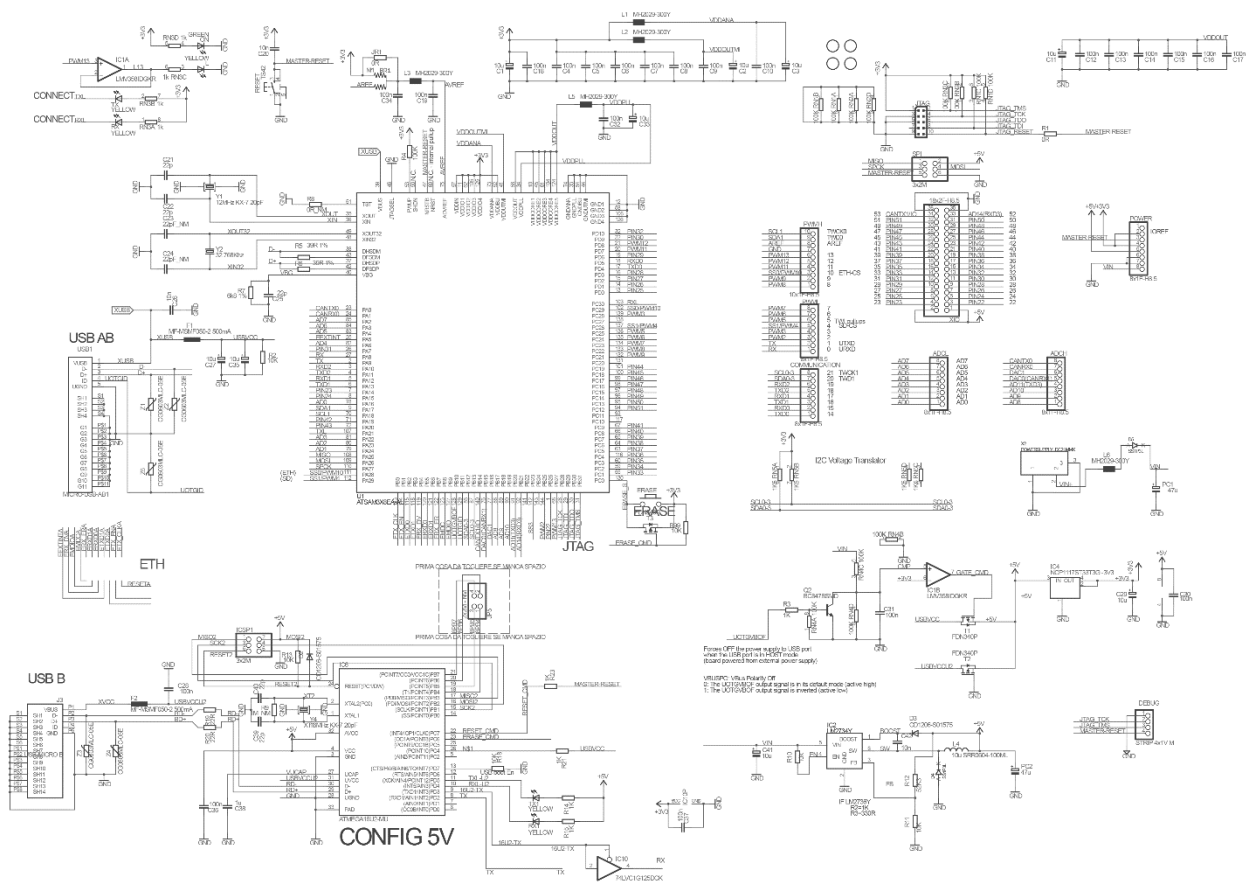


Рис. 1.10. Принципова схема Arduino Due [19]

Основним елементом плати Arduino Due є 32-бітове ARM ядро AT91SAM3X8E з тактовою частотою 84 МГц, 512 КБ флеш-пам'яті і 96 ОЗУ, що перевершує по продуктивності звичайні 8-бітові мікроконтролери.

## РОЗДІЛ 2

### ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СХЕМОТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ

В цьому розділі був проведений аналіз аналогів розроблюваної побутової метеостанції, вибір елементної бази, а також розроблена структурна схема.

#### 2.1 Огляд аналогів метеорологічних станцій

Побутові домашні метеостанції з'явилися відносно недавно. Вони мають компактний розмір, оснащені різними датчиками, за допомогою яких вимірюють температуру, вологість, атмосферний тиск. З отриманих даних формують прогноз погоди.

**Digoo C1217-01** [21] – побутова метеостанція яка дозволяє отримувати дані про температуру, вологість та фази місяця. Метеостанція має функцію запам'ятовування максимальну та мінімальну температури. Зовнішній вигляд метеостанції зображено на рисунку 2.1.



Рис. 2.1. Зовнішній вигляд метеостанції Digoo C1217-01 [21]

На передній панелі розміщується LCD екран та кнопки управління метеостанцією. На задній панелі розміщується відсік для батарей живлення. Метеостанція має простий і в той же час зручний інтерфейс, що забезпечує легке налаштування приладу. Можна налаштувати одиниці вимірювання температури. Характеристики метеостанції наведено у табл. 1.4.

Таблиця 2.1

### Характеристики метеостанції [21]

№	Назва характеристики	Значення
1	Діапазон вимірювання температури	-9°C ... +50°C
2	Діапазон вимірювання вологи	20% ... 95%
3	Живлення	батарейки (2xLR1130)
4	Додаткові функції	годинник, календар
5	Матеріал корпусу	пластик
6	Габарити	55 × 28 × 110 мм
7	Ціна	445 грн

Метеостанцію не рекомендується використовувати на вулиці в зимову пору року під час сильних морозів. Також у ній відсутня підсвітка екрану.

Метеостанція **WS-19919** [22] – побутова метеостанція яка дозволяє отримувати дані про температуру та вологість. Зовнішній вигляд метеостанції зображено на рисунку 2.2.



Рис. 2.2. Зовнішній вигляд метеостанції WS-19919 [22]



На передній панелі розміщується рідкокристалічний дисплей, а трохи нижче кнопки для управління метеостанцією. На задній стінці є кронштейн, який служить кріпленням на вертикальній площині, а також отвір для зручного кріплення на стіні. Характеристики метеостанції наведено у табл. 1.5.

Таблиця 2.2

### Характеристики метеостанції [22]

№	Назва характеристики	Значення
1	Діапазон вимірювання температури	-10°C ... +65°C
2	Діапазон вимірювання вологи	10% ... 99%
3	Живлення	акумулятор (100 мАг)
4	Додаткові функції	будильник, календар, годинник
5	Матеріал корпусу	пластик
6	Габарити	125 × 74 × 17 мм
7	Ціна	399 грн

Завдяки вбудованому датчику тиску метеостанція може прогнозувати погоду і інформувати про це за допомогою іконок: сонячно, хмарно, дощитиме (як і попередній аналог).

Метеостанція **MISOL WH1150** [23] – побутова метеостанція, яка володіє високою точністю. Здатна проводити вимірювання температури, вологості, вираховувати точку роси, вимірювати атмосферний тиск та його висоту над рівнем моря, показувати поточну погоду та прогнозувати погоду яка очікується найближчим часом. Зовнішній вигляд метеостанції зображено на рисунку 1.10.



Рис. 2.3. Зовнішній вигляд метеостанції MISOL WH1150 [23]

Метеостанція складається з двох частин: корпусу з дисплеєм і бездротового виносного сенсорного блоку з можливістю вимірювання температури і вологості в пило і вологозахищеному корпусі з власним невеликим дисплеєм на який також виводяться показники температури і вологості повітря. Характеристики метеостанції наведено у табл. 2.3.

Таблиця 2.3

### Характеристики метеостанції [23]

№	Назва характеристики	Значення
1	Діапазон вимірювання температури	-40°C ... +65°C
2	Діапазон вимірювання вологи	1% ... 99%
3	Діапазон вимірювання тиску	919 hPa ... 1080 hPa
4	Живлення зовнішнього блоку	від батарейок (2xAAA)
5	Живлення внутрішнього блоку	від батарейок (3xAA)
6	Частота передачі	433 мГц
7	Дальність передачі	100 м
8	Додаткові функції	будильник, календар, годинник
9	Матеріал корпусу	пластик
10	Ціна	1706 грн

## 2.2 Структурна схема метеостанції

Під час розробки приладу потрібно розуміти принцип його роботи. Тому ще одним завданням даної кваліфікаційної роботи стала розробка структурної схеми цифрової побутової метеостанції, яку б міг зрозуміти кожен, навіть не маючи знань про функціонал приладу. На рис. 2.4 зображена структурна схема цифрової побутової метеостанції.

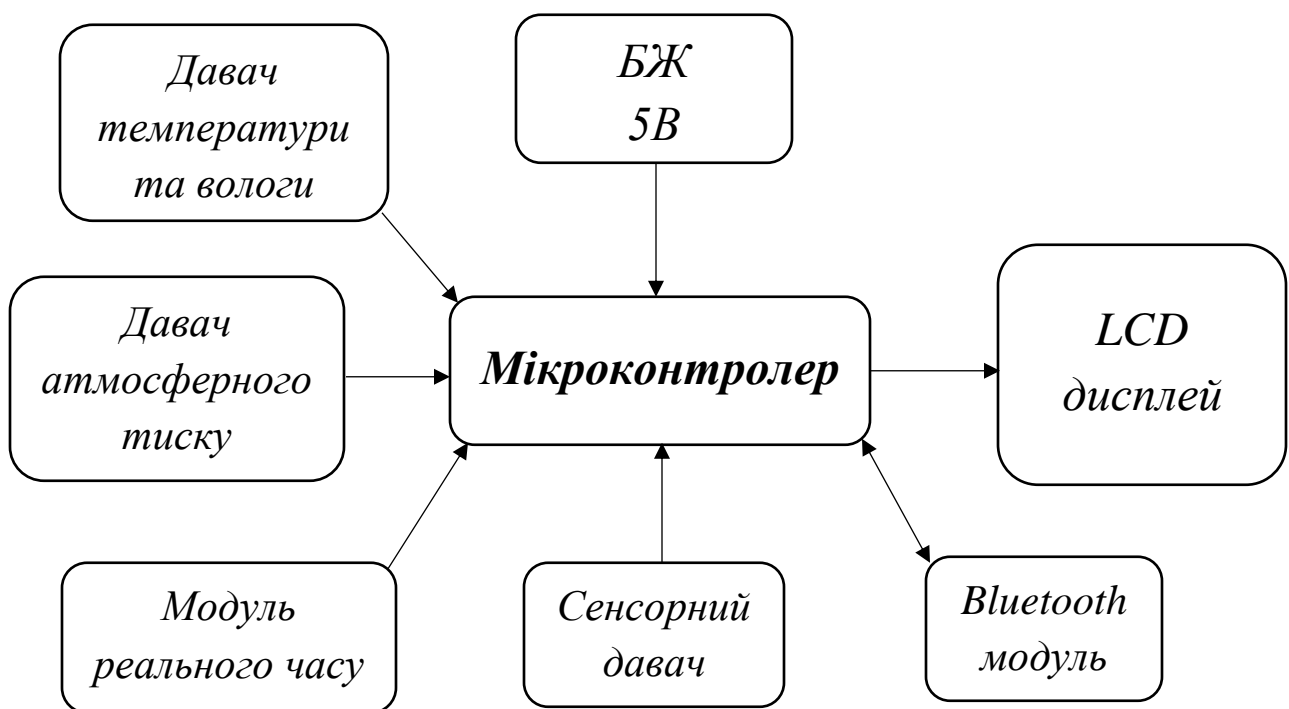


Рис. 2.4. Структурна схема метеостанції

По даній структурній схемі видно, що пристрій складається з семи основних елементів: мікроконтролеру, давача температури та вологи, давача атмосферного тиску, модуля реального часу, сенсорного модуля, Bluetooth модуля та символічного lcd дисплею.

Дані про основні погодні показники вимірюються відповідними давачами, та передаються на мікроконтролер, де вони обробляються і виводяться на

символьний lcd дисплей. Також за допомогою модуля реального часу на дисплеї виводиться дата і час, які налаштовуються під час прошивки мікроконтролера, відповідно до тих, що на комп'ютері, з якого записується прошивка. За допомогою сенсорного модуля здійснюється перемикання між основною інформацією, та графіками температури, вологості та вірогідності опадів. На цих графіках відображаються мінімальні та максимальні значення за останню годину, та за увесь день. Bluetooth модуль дозволяє переглядати основні погодні дані на смартфоні, які оновлюються в режимі реального часу в спеціально розробленому додатку для андроїд.

## **2.3 Елементна база пристрою**

Під час проектування пристрою потрібно вибрати елементну базу, з якої складатиметься прилад. Це дозволить дізнатися приблизну вартість приладу, його розміри, робочі характеристики, в тому числі умови його використання.

### **2.3.1 Вибір мікроконтролера**

Керування цифровою побутовою метеостанцією, обробка метеорологічних даних отриманих за допомогою сенсорів, та відображення їх на символьному lcd екрані, а також відправка цих даних через Bluetooth на смартфон, здійснюється за допомогою запрограмованого мікроконтролера. Під час розробки структурної схеми, було прийнято рішення використовувати готові модулі на основі Arduino.

Простими словами Arduino, це сімейство пристроїв різних розмірів і можливостей. Ця друкована плата здатна управляти різними датчиками, освітленням, передавати і приймати дані. Але можливо це завдяки мікроконтролеру сімейства Atmega (рисунок 1.2). Різні моделі Arduino оснащені

різними мікроконтролерами. Мікроконтролери можуть працювати з великими обсягами даних, що дозволяє спростити функціонал, структуру і габарити цифрової побутової метеостанції.

Оскільки в моєму приладі важлива компактність, було прийнято рішення обрати контролер Arduino Nano (рисунок 1.7). Це повний аналог Arduino Uno (рисунок 1.5) і теж працює на мікроконтролері ATmega328. Технічні характеристики плати Arduino Nano (таблиця 1.3) повністю задовольняють вимоги мого проекту, а також має не великі габарити та розміри.

### **2.3.2 Вибір датчиків вологості і температури**

Датчик (датчик, сенсор) це, простіше кажучи, електронний або електромеханічний пристрій, призначений для перетворення певного впливу в електричний сигнал [24].

Побутова метеостанція повинна вимірювати три основні погодні показники: температуру, вологість повітря та атмосферний тиск, на основі якого, за допомогою не складного алгоритму, буде проводитися прогнозування погоди.

Після перегляду аналогів побутових метеостанцій, а саме огляду їхніх характеристик (розділ 2.1), можна зробити висновки щодо вимог характеристик використовуваних датчиків, у розроблюваній побутовій метеостанції:

- 1) робоча напруга 3,3 ... 5 В;
- 2) діапазон вимірювальних температур - 10 ... + 40°C;
- 3) точність вимірювання температури  $\pm 1$  ... 2%;
- 4) діапазон вимірювання вологості 10 ... 90%;
- 5) точність вимірювання вологості  $\pm 2$  ... 3%;
- 6) діапазон вимірювання тиску 919 ... 1080 гПа (690 ... 810 мм.рт.ст.);
- 7) невеликі габарити.

**HDC 1080** [25] – цифровий датчик вологості і температури від компанії Texas Instruments, що дозволяють виконувати вимірювання з похибкою  $\pm 2\%$  в широкому діапазоні температур. Зовнішній вигляд датчика HDC 1080 зображено на рисунку 2.5

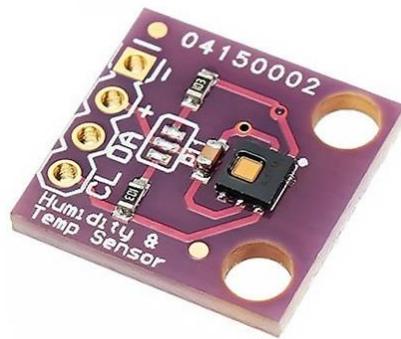


Рис. 2.5. Зовнішній вигляд датчика HDC 1080 [25]

Даний датчик характеризується високою точністю вимірювання температури та вологості повітря, малим споживанням енергії, а також невеликими габаритами. Для підключення використовується інтерфейс I2C. Характеристики датчика наведено у таблиці 2.4

Таблиця 2.4

#### Характеристики датчика [25]

№	Назва характеристики	Значення
1	Робоча напруга	2,7 ... 5,5 В
2	Діапазон вимірювання температури	- 40°C ... + 125°C
3	Точність вимірювання температури	$\pm 0,2\%$
4	Діапазон вимірювання вологості	0 ... 100%
5	Точність вимірювання вологості	$\pm 2\%$
6	Габарити	16 × 16 × 0,75 мм
7	Кількість виводів	4
8	Ціна	109 грн.

### 2.3.3 Вибір давача атмосферного тиску

Барометр – прилад для вимірювання атмосферного тиску. За допомогою нього можна прогнозувати короткострокові зміни погоди. Різкі перепади атмосферного тиску сприяють зміні погоди (тиск падає, можуть очікуватися шторми, дощі; тиск піднімається, очікується покращення погоди) [31].

**BMP 280** [26] – цифровий давач атмосферного тиску від компанії BOSCH. Virізняється невеликими розмірами, зниженим енергоспоживанням, високою точністю роботи. BMP 280 як і HDC 1080 чудово підходить для проєктів, у яких важлива компактність, точність і низьке енергоспоживання. Зовнішній вигляд давача BMP 280 зображено на рисунку 2.6

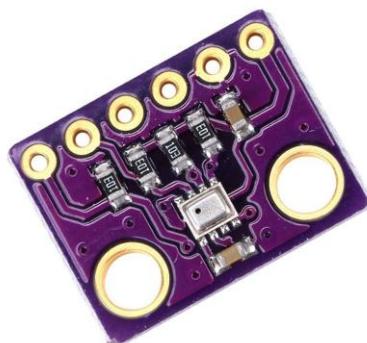


Рис. 2.6. Зовнішній вигляд давача BMP 280 [26]

Цей давач підключається по шині I2C та SPI. Він дозволяє отримати поточні значення атмосферного тиску і температури навколишнього середовища. Також даний давач може визначати висоту, яка залежить від тиску і розраховується по міжнародній барометричній формулі. Характеристики цього давача наведено у таблиці 2.5

### Характеристики давача [26]

№	Назва характеристики	Значення
1	Робоча напруга	1,7 ... 3,6 В
2	Діапазон вимірювання тиску	300 ... 1100 hPa
3	Точність вимірювання тиску	$\pm 0,12$ hPa
4	Інтерфейси	I2C та SPI
5	Кількість виводів	6
6	Габарити	2 × 2,5 × 0,95 мм
7	Ціна	43 грн.

#### 2.3.4 Вибір модуля реального часу

**DS1307 (RTC)** [27] – модуль реально часу. Він був обраний через свої не великі габарити, та досить дешеvu ціну. Зовнішній вигляд модуля DS1307 (RTC) зображено на рис 2.7

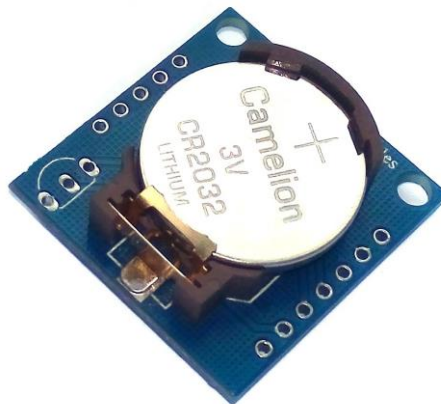


Рис. 2.7. Зовнішній вигляд модуля реально часу DS1307 (RTC) [27]

Модуль відраховує дату, час і зберігає його, а завдяки живленню від літєвої батареї, цей процес не зіб'ється навіть коли метеостанцію відключать від живлення. Характеристики цього модуля наведено у таблиці 2.6



### Характеристики модуля [27]

№	Назва характеристики	Значення
1	Робоча напруга	5 В
2	Діапазон робочих температур	- 40°C ... + 85°C
3	Інтерфейс	I2C
4	Габарити	28 × 25 × 8 мм
5	Ціна	16 грн.

### 2.3.5 Вибір сенсорного давача (кнопки)

**ТТР223** [28] – сенсорний давач, який використовується в якості кнопки, для переключання між основною інформацією, та графіками на екрані метеостанції. Зовнішній вигляд сенсорного давача зображено на рисунку 2.8



Рис. 2.8. Зовнішній вигляд давача ТТР223 [28]

Сенсорна кнопка ТТР223 виконана на базі мікросхеми ТТР223-ВА6 без корпусної плати на ємнісному принципі. Спрацьовує при торканні рукою або піднесенні руки на невелику відстань (до 5 мм). Коли давач ТТР223 підключений до живлення, вихід «OUT» перемикається в низький стан енергоспоживання. Після дотику пальцем до робочої області давача, вихід «OUT» перемикається на високий рівень енергоспоживання і кнопка спрацьовує (в момент спрацювання загорається світлодіод). Характеристики цього давача наведено у таблиці 2.7

### Характеристики датчика [28]

№	Назва характеристики	Значення
1	Робоча напруга	2 ... 5,5 В
2	Час відгуку в активному режимі	60 мс
3	Час відгуку в режимі «енергозбереження»	220 мс
4	Відстань спрацювання	до 5 мм
5	Габарити	20 x 24 x 3 мм
6	Ціна	4,70 грн.

### 2.3.6 Вибір Bluetooth модуля

**НС-06** [29] – Bluetooth модуль, який знадобиться для передачі метеорологічних даних, отриманих з датчиків, на андроїд-додаток, встановлений на смартфоні. Чудово підходить для організації управління мікроконтролерними пристроями за допомогою мобільного телефону або планшета. Зовнішній вигляд Bluetooth модуля зображено на рисунку 2.9



Рис. 2.9. Зовнішній вигляд Bluetooth модуля НС-06 [29]

Модуль працює в пасивному режимі. Тому щоб працювати з ним потрібно задати пошук на керуючому пристрої (ноутбук, телефон, планшет), знайти назву Bluetooth модуля, після цього в пристрої з'явиться послідовний порт. Завдяки цьому відбувається обмін інформацією між мікроконтролером і пристроєм. Параметри Bluetooth модуля (назва, пароль, швидкість послідовного порту) налаштовуються за допомогою AT команд. Характеристики цього модуля наведено у таблиці 2.8

Таблиця 2.8

**Характеристики модуля [29]**

№	Назва характеристики	Значення
1	Робоча напруга	3,6 ... 6 В
2	Діапазон робочих температур	– 25°C ... + 70°C
3	Робоча частота	2,4 ГГц
4	Швидкість передачі даних (можна збільшити)	9600 біт/с
5	Дальність дії	до 10 м
6	Габарити	26,9 × 13 × 2,2 мм
7	Ціна	90 грн.

**2.3.7 Вибір дисплею**

Прилад розробляється відповідно до розглянутих вище цифрових побутових метеостанцій. Тому на дисплеї повинні відображатися основні метеорологічні дані цифрової портативної метеостанції, а саме: температура, вологість, атмосферний тиск, висота тиску над рівнем моря, прогноз опадів; та додаткові дані, тобто дата і час.

**LCD 2004** [30] – рідкокристалічний символний дисплей з контролером HD44780, здатний відображати одночасно до 80 символів (20 стовпців, 4 рядки). Цього більш ніж достатньо для відображення всієї інформації розроблюваної цифрової побутової метеостанції. Дисплей має світлодіодну підсвітку.

Зовнішній вигляд цього дисплею зображено на рисунку 2.10

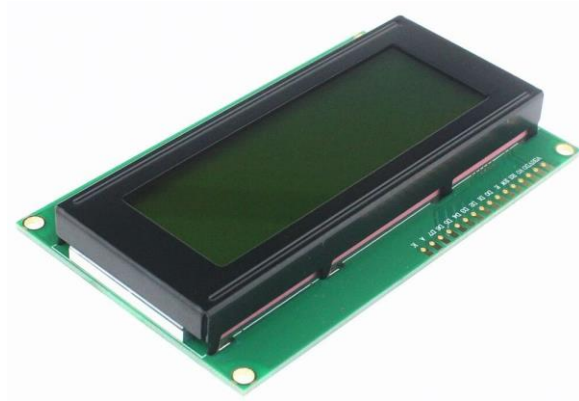


Рис. 2.10. Зовнішній вигляд дисплею LCD 2004 [30]

Характеристики дисплею LCD 2004 наведено у таблиці 2.9

Таблиця 2.9

**Характеристики дисплею [30]**

№	Назва характеристики	Значення
1	Робоча напруга	5 В
2	Діапазон робочих температур	- 20°C ... + 70°C
3	Контролер	HD44780
4	Кількість символів	20 x 4 (80)
5	Габарити	98 x 60 x 12 мм
6	Ціна	128 грн.

Дисплей має достатні розміри для відображення всієї потрібної інформації, також не мало важливе світлодіодне підсвічування за відносно невелику вартість. Тому цей дисплей був обраний для використання в проєктованій метеостанції.

## РОЗДІЛ 3

### РЕАЛІЗАЦІЯ ПОБУТОВОЇ МЕТЕОСТАНЦІЇ ТА ЇЇ ТЕСТУВАННЯ

#### 3.1 Схема електрична принципова

За допомогою даних з розділу 2 було розроблену схему електронну принципову. Схема зображена на рисунку 3.1

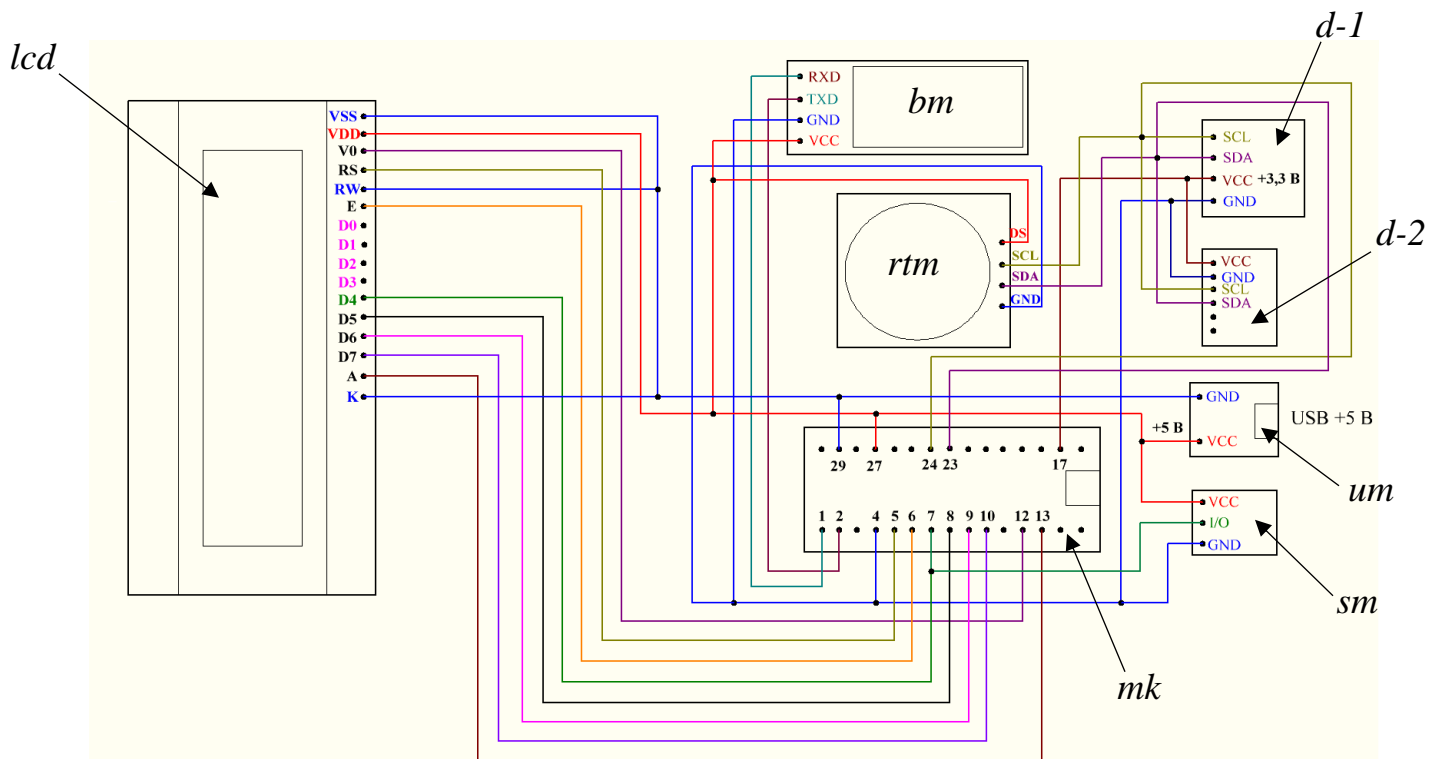


Рис. 3.1. Схема електрична принципова

Таблиця 3.1

#### Список скорочень

<i>lcd</i> – символний lcd дисплей 2004	<i>sm</i> – сенсорний модуль ТТР223
<i>mk</i> – arduino nano (мікроконтролер)	<i>um</i> – micro usb модуль
<i>rtm</i> – модуль реального часу DS1307	<i>d-1</i> – давач HDC 1080
<i>bm</i> – bluetooth модуль HC-06	<i>d-2</i> – давач BMP 280

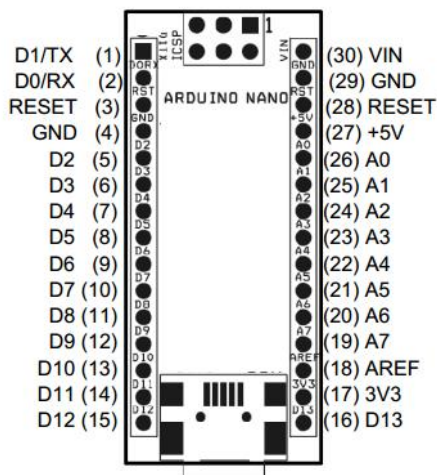


Рис. 3.2. Розпіновка Arduino Nano [32]

Живлення контролера відбувається від 5-ти вольтового блока живлення (також можна застосовувати Power Bank). Так як на платі використовується mini usb роз'єм, довелося допаяти micro usb модуль, для зручнішого використання. Деякі елементи метеостанції, а саме: символний lcd дисплей, модуль реального часу, bluetooth модуль та сенсорна кнопка; живляться від 5-ти вольтового виводу контролера, але датчі метеорологічних даних працюють при напрузі 3,3 В. Працюють вони за рахунок встановленого в arduino стабілізатора напруги AMS1117 на 3,3 В. Метеорологічні дані вимірюються за допомогою датчів: HDC1080 (температура, вологість повітря), та BMP280 (атмосферний тиск, висота тиску над рівнем моря); після чого передаються на мікроконтролер, де обробляються і виводяться на символний lcd дисплей. В якості додаткової інформації на дисплей виводяться дата і час, за допомогою модуля реального часу DS1307. Переключання між основною інформацією, та графіками на дисплеї метеостанції відбувається за допомогою сенсорного модуля TTP223. Bluetooth модуль HC-06 застосовується тільки для передачі метеорологічних даних на андроїд пристрій, на якому повинен бути встановлений спеціально розроблений для цього додаток.

### 3.2 Корпус побутової метеостанції

Перед початком внутрішньої компоновки пристрою слід обрати корпус, в який будемо вмонтовувати електроніку, а саме: дисплей, датчі, модулі та сам мікроконтролер на базі готової плати Arduino Nano. Я вирішив обрати готовий пластиковий корпус чорного кольору. Він чудово підходить по розмірам плати дисплею, а також має вмістити всі внутрішні елементи приладу. Чорний колір чудово підходить для зеленої підсвітки дисплею, а сам пластик доволі дешевий, легкий і не піддається корозії. Сам корпус складається з двох половинок і не має отворів під дисплей та порти прошивки і живлення. Тому спочатку доведеться провести розмітку лицьової частини корпусу, щоб вирізати вікно (75×25 мм) для дисплею, та бокову частини корпусу, щоб вирізати два отвори (7×5 мм та 7×5 мм) під mini usb та micro usb роз'єми відповідно. Розмітка та креслення самого корпусу зображено на рисунку 3.3, 3.4 та 3.5.

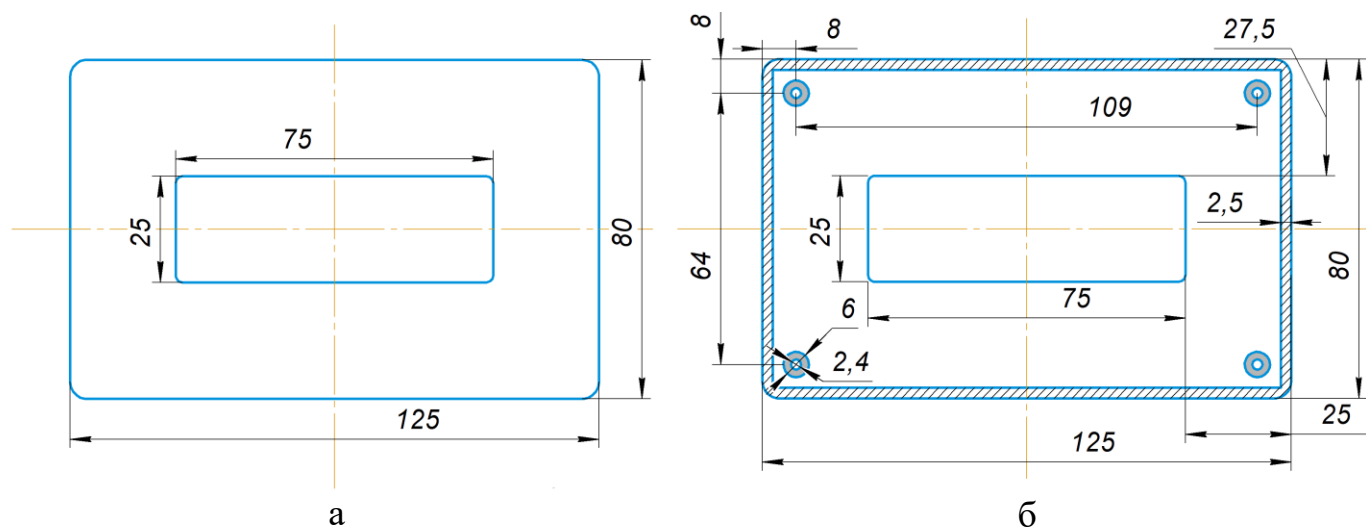


Рис. 3.3. Верхня половина корпусу (лицьова) вид ззовні (а), вид з середини (б)

На рисунку 3.3 бачимо, як виглядає верхня частина корпусу, до якої буде кріпитися дисплей, для якого потрібно буде вирізати вікно, розмірами 75×25 мм.

Розміри плати дисплея менші від використовуваного корпусу, тому сам дисплей доведеться приклеїти з середини, до верхньої частини корпусу.

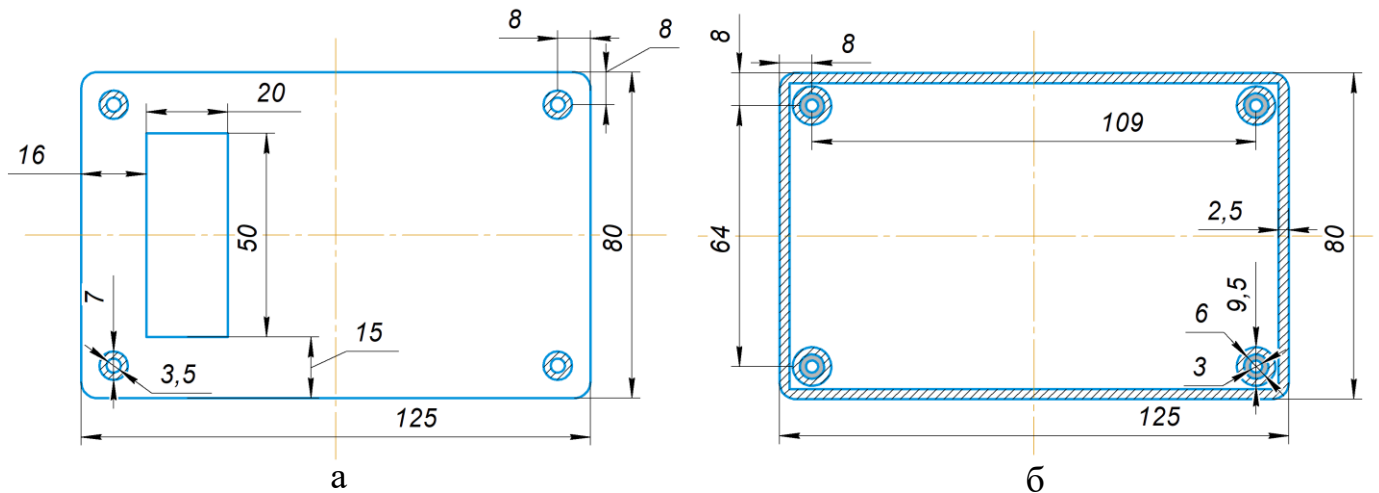


Рис. 3.4. Нижня половина корпусу вид ззовні (а), вид з середини (б)

Нижню половину корпусу можна з'єднати з верхньою за допомогою саморізів (так як немає різьби під гвинти). Тому корпус буде розбірний. Це потрібно для того, щоб в разі прошивки приладу можна було вимкнути живлення від Bluetooth модуля, так як він постійно знаходиться в режимі прийому та передачі інформації, що заважає прошивці мікроконтролера (прошивка не зможе завантажуватися в плату Arduino Nano).

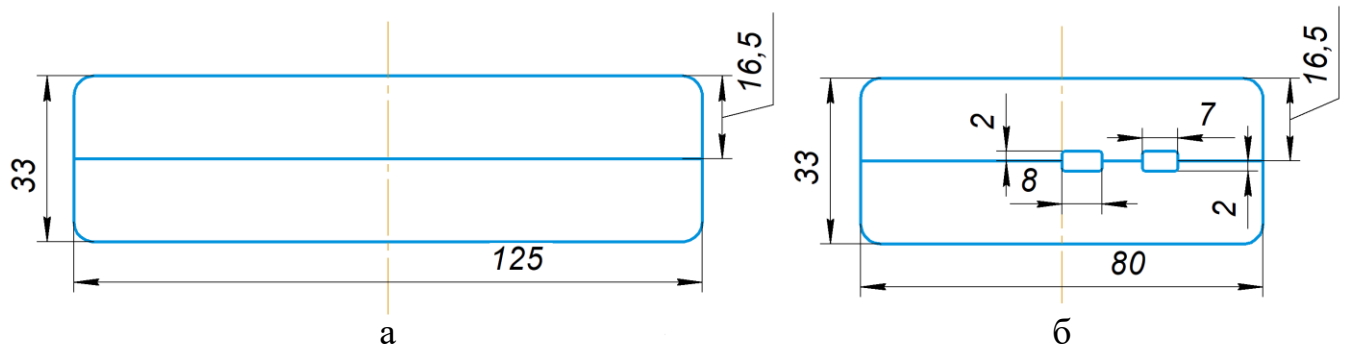


Рис. 3.5. Вид зверху (а), вид збоку (б)



В лівій частині корпусу (якщо дивитися від нас), на нижній та верхній половині потрібно вирізати отвори 8×2 мм під micro usb порт (живлення метеостанції 5В), та 7×2 мм під mini usb порт (прошивка метеостанції).

### 3.3 Розробка додатку для ОС Android

Оскільки планується, що метеорологічні дані будуть не тільки відображатися на символічному lcd дисплеї, а й передаватися за допомогою Bluetooth модуля на смартфон, та інші пристрої з операційною системою Android, для їх отримання та відображення потрібен спеціальний додаток. Для написання додатку я вирішив обрати візуальне середовище програмування MIT App Inventor. За допомогою цього середовища програмування можна створювати повнофункціональні додатки для смартфонів і планшетів.

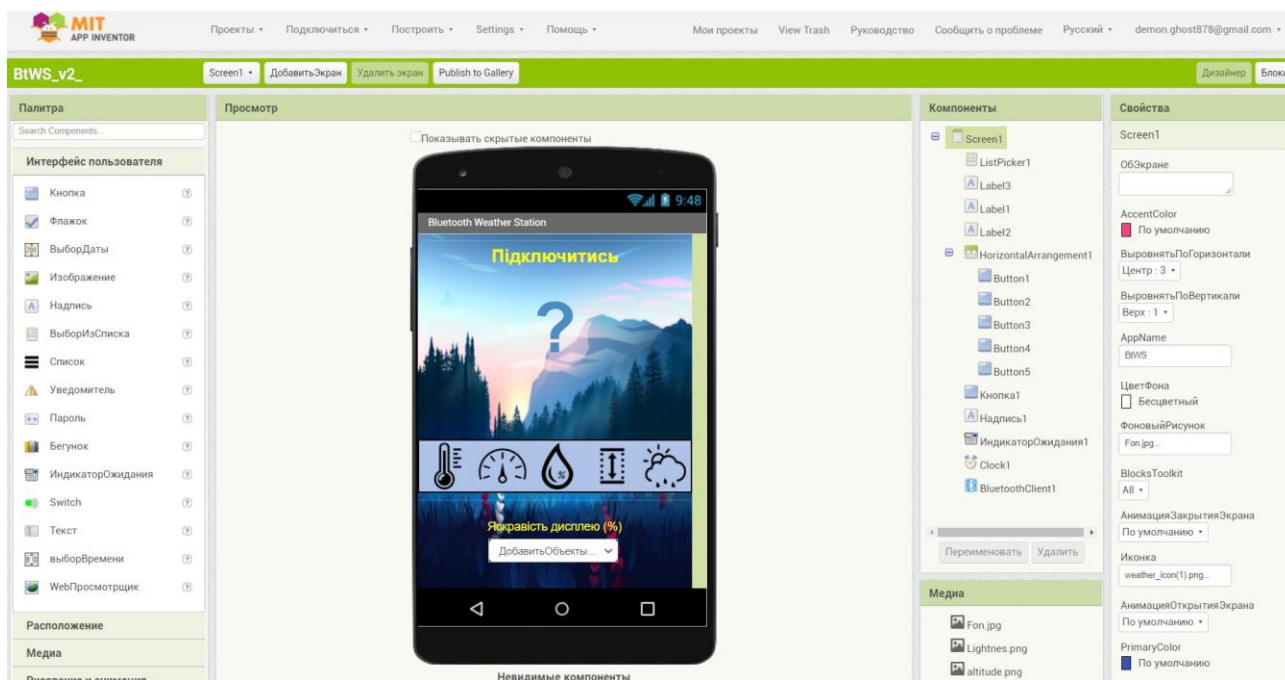


Рис. 3.6. Візуальне середовище розробки програм MIT App Inventor в режимі дизайнера

На рисунку 3.6 зображено режим дизайнера. В ньому можна розміщати використовувані елементи додатку, проводити їх налаштування (розмір, стиль, розміщення на екрані і т.д.), завантажувати зображення для кнопок, та фону самого додатку. Також тут налаштовується назва додатку, його версія, та іконка. Немало важливим є можливість завантажувати свої (або із сторонніх ресурсів) плагіни. Наприклад можна завантажити плагін для роботи з графіками.

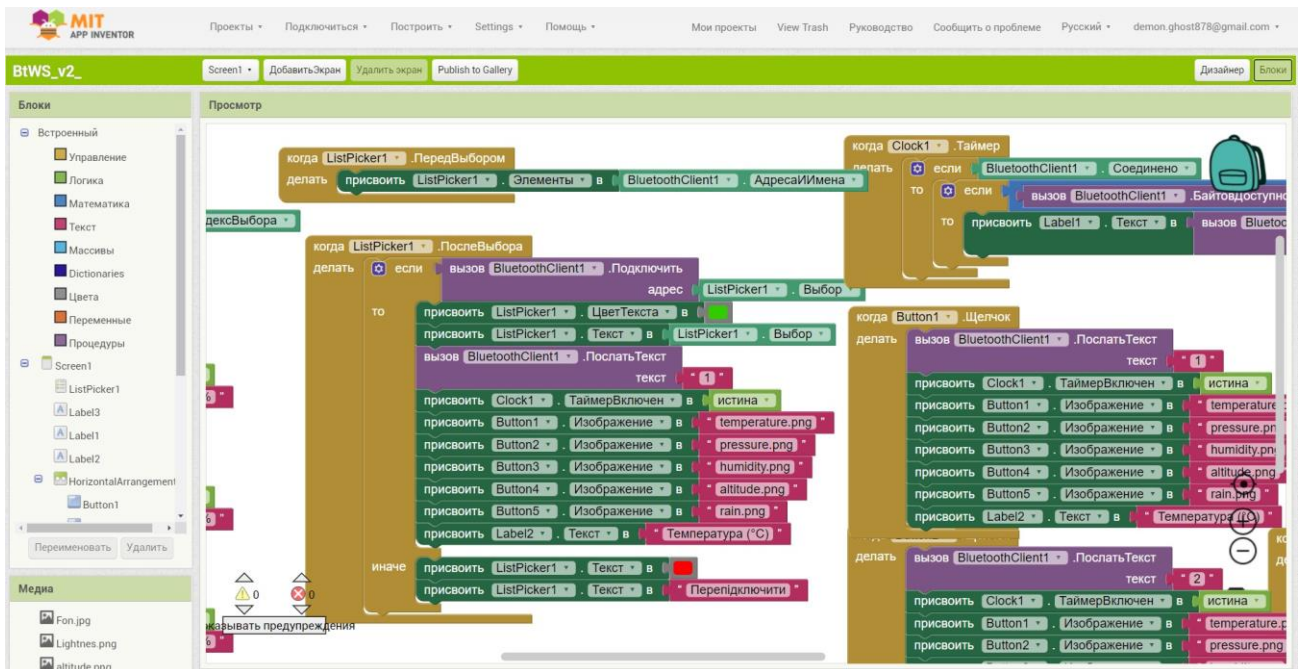


Рис. 3.7. Візуальне середовище розробки програм MIT App Inventor в режимі програмування додатку за допомогою блоків

В середовищі розробки програм MIT App Inventor, програмування відбувається візуально, за допомогою різних блоків (змінні, масиви, логіка, процедури і т.д.). Таке програмування інтуїтивно зрозуміле і не потребує від користувача великих знань програмування. Коли дизайн готовий, а програма написана, можна почати компілювати програму. Після завершення компіляції додаток можна зберегти на комп'ютер або створити QR-код, відсканувати його зі

смартфону і завантаження відбудеться одразу на смартфоні, на якому планується тестувати додаток.

MIT App Inventor розроблений в компанії Google з використанням Java бібліотеки Open Blocks, розробленої в MIT. На основі коду ранніх версій App Inventor в Google був розроблений Google Blockly, вбудований в додатки компонент, що дозволяє включати в них мову візуального програмування. Сучасні версії App Inventor також використовують Blockly. Для програмування в App Inventor використовується графічний інтерфейс, візуальна мова програмування, дуже схожа на мову Scratch і StarLogo TNG. Компілятор, що переводить візуальну блокову мову App Inventor в байт-код Android, заснований на фреймворку GNU для реалізації динамічних мов Kawa, що реалізує (в числі іншого) Scheme (діалектів лісп) для java платформи (і Android) [33-34].

### 3.4 Тестування метеостанції та додатку

Після завершення збірки портативної метеостанції, та внутрішньої компоновки електроніки в корпус, потрібно перевірити прилад на працездатність. Для початку підключимо метеостанцію до 5-ти вольтового блоку живлення. Розроблювана побутова метеостанція зображена на рисунку 3.8.



Рис. 3.8. Портативна побутова метеостанція

Оскільки прилад призначений для збору метеорологічних даних, особливу увагу потрібно звернути на дані, які зчитуються давачами, а саме: температура, вологість, атмосферний тиск, висота над рівнем моря (змінюється від поточного атмосферного тиску), та вірогідність опадів (оновлюється кожні десять хвилин). В спостереженні за цими даними нам допоможуть графіки, які є у розроблюваній побутовій метеостанції. Протягом дня атмосферний тиск може мати не значні зміни, тому графіки висоти над рівнем моря і атмосферного тиску в даній метеостанції відсутні, так як в них просто не має сенсу. Графіки діляться на два типи: мінімальні та максимальні зафіксовані дані за останню годину, та протягом дня, для температури, вологості повітря, та вірогідності опадів. Для чіткого розуміння як змінювалась температура, вологість повітря, та вірогідність опадів, метеостанція повинна працювати протягом декількох годин. Для того, щоб дані про температуру та вологість змінювалися швидше, час від часу буду провітрювати кімнату, для того щоб зафіксувати відносно різкіші зміни.

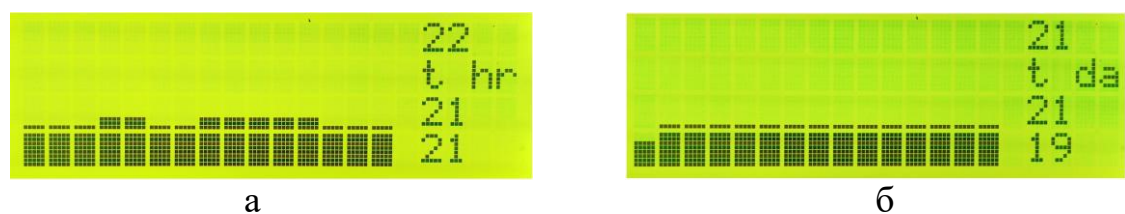


Рис. 3.9. Графіки температури за годину (а), за день (б)

Як бачимо, дані на графіку змінювалися під час провітрювання. Мінімум зафіксована температура протягом декількох годин, яку ми бачимо на графіку (б) становила 19°C. Після закриття вікна температура збільшилась. Оскільки графік температури (б) оновлюється один раз за годину, то максимальна, як і поточна температура становить 21°C. Але графік (а) оновлюється один раз за хвилину. Тому на цьому графіку видно, максимальна температура становить 22°C, поточна, вона ж і мінімальна протягом години становить 21°C.

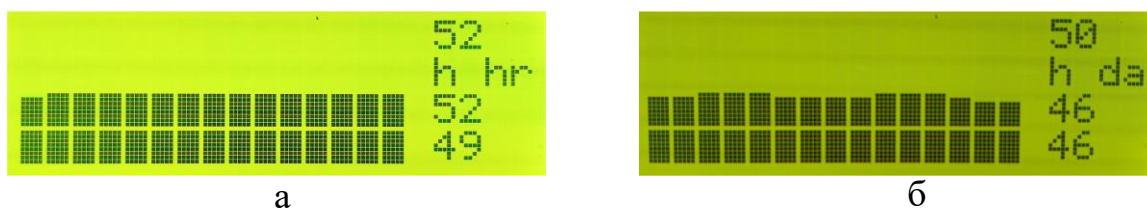


Рис. 3.10. Графіки вологості за годину (а), за день (б)

Протягом години вологість повітря змінювалась від 49% до 52%. Поточна вологість на час фіксування даних складає 52%. На графіку (б) можна побачити мінімальну вологість 46%. Це означає, що при провітрюванні кімнати змінювалась не тільки температура, а й вологість повітря. Отже давач температури і вологості HDC1080 працює.

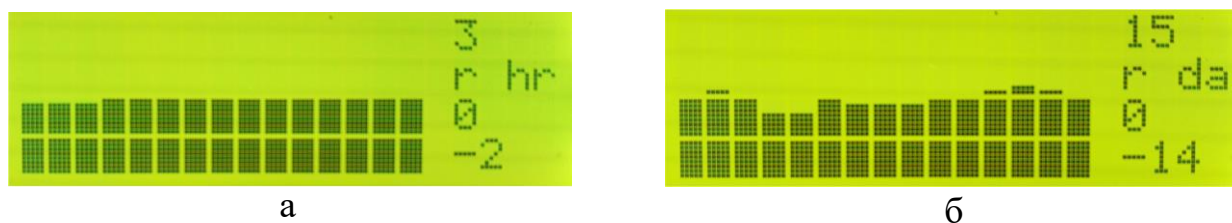


Рис. 3.11. Графіки вірогідності опадів за годину (а), за день (б)

На графіку (а) бачимо, що протягом останньої години вірогідність опадів майже не змінювалась. В момент фіксації даних, атмосферний тиск знизився з 745 до 743 мм.рт.ст. і не змінювався, що означає незмінну погоду. Протягом дня тиск постійно змінювався, що можна помітити на графіку (б). Цілий день було хмарно з проясненнями. Коли небо затягувало хмарами, тиск падав. Це означає, що наближалась область низького тиску (циклон), про що свідчать невеликі опади у вигляді снігу. Коли небо роз'яснювалось, тиск піднімався. Барометричні дані, за допомогою яких проводиться прогнозування погоди правдиві. Тому датчик BMP280 працює.

Як бачимо, давачі справні, а сама метеостанція може робити хоч і короткочасний, але доволі точний прогноз погоди. Додаткові дані, а саме дата і час працюють справно, годинник не відстає, дата в тому числі поточний день змінюються при настанні дванадцятої ночі. Сам сенсорний модуль (кнопка), працює справно. Графіки перемикаються за допомогою плавних дотиків верхньої частини корпусу, зі сторони порту живлення метеостанції. Для того, щоб не прогортувати всі 6 графіків до кінця, наприклад якщо потрібно подивитися тільки графіки температури, вийти в головне меню можна довгим натиском на сенсорний модуль (кнопку).

Розроблювана побутова метеостанція всі свої задані функції виконує. Тепер потрібно перевірити взаємодію розроблюваного додатку з метеостанцією. В додатку повинні відображатися метеорологічні дані, які є на дисплеї побутової метеостанції. Так як на дисплеї даної метеостанції метеорологічні дані оновлюються раз у хвилину (дані про вірогідність опадів оновлюються один раз на 10 хвилин), то в додатку ці дані (окрім вірогідності опадів) будуть оновлюватися в режимі реального часу, на випадок, якщо потрібно швидко перевірити температуру на вулиці або в приміщенні, з явною відмінністю в температурі. Додатковою функцією додатку є можливість зміни яскравості підсвітки дисплею. Така потреба з'явилася, тому що в темний проміжок часу максимальна яскравість заважає зору, а якщо яскравість занадто мала, то в денний час погано видно дані на дисплеї. Тому дана функція доволі корисна, бо можна налаштувати яскравість дисплею, яка буде найбільш комфортною (ввечері можна зменшити яскравість дисплею, а вдень навпаки збільшити). В прошивці стандартна яскравість 50%, бо так підсвітка дисплею і не занадто яскрава і не занадто темна, що чудово підходить для використання в денний та вечірній час.



Рис. 3.12. Додаток для ОС Андроїд до підключення по Bluetooth (а), після підключення по Bluetooth (б)

Для роботи з додатком, спочатку потрібно ввімкнути Bluetooth на пристрої і підключитися до метеостанції, назва якої «BtWS-1.2» (при першому підключенні потрібно ввести PIN-код «1593»). Потім уже в самому додатку натиснути кнопку «Підключитися», після чого з'явиться список збережених Bluetooth пристроїв. Після підключення до Bluetooth модуля метеостанції, на місці кнопки «Підключитися» з'явиться MAC-адреса і назва самої метеостанції, а трохи нижче дані про температуру. Для перегляду інших метеорологічних даних використовуються кнопки з відповідними іконками. Всього їх п'ять: 1) температура; 2) атмосферний тиск; 3) вологість повітря; 4) висота над рівнем моря; 5) вірогідність опадів. Трохи нижче знаходиться список з декількома варіантами налаштувань яскравості підсвітки дисплею.

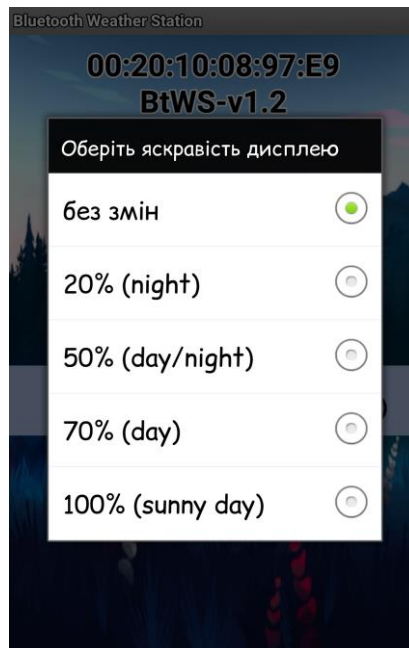


Рис. 3.13. Додаток для ОС Андроїд (яскравість дисплею)

Для зручності біля кожного з варіантів яскравості підсвітки, в дужках є підказка, який варіант краще використовувати вдень та ввечері. Коли в кімнаті вимикається освітлення, яскравість дисплею можна зменшити до 20%, хоча і при 50% яскравість не сильно велика. Взагалі 50% інтенсивності підсвітки вистачає для використання вдень і вона не сильно заважає ввечері. 70% краще використовувати в денний час, а 100% коли в кімнаті забагато освітлення. Сам додаток доволі простий і зі своїми функціями справляється. Тестування проводилося на ОС Android версій: 6.0, 7.1.2, 8.0, 9.2. Тому працездатність на більшості смартфонів гарантована.



## ВИСНОВКИ

1. Було розглянуто декілька найбільш популярних сімейств мікроконтролерів, а саме: PIC, AVR, MSP та ARM; також їхнє використання в готових модулях на основі Arduino.

2. Проведено аналіз аналогів розроблюваної побутової метеостанції, після чого було обрано елементну базу, та розроблено структурну схему пристрою. В якості контролера було вирішено використовувати Arduino Nano. Плата має невеликі габаритні розміри. В якості датчиків метеорологічних даних було використано датчик BMP280 (атмосферний тиск і висота над рівнем моря), та HDC1080 (температура і вологість повітря).

3. За розробленою електричною принциповою схемою, було проведено збірку побутової метеостанції. Перед початком внутрішньої компоновки пристрою, було обрано корпус, в який вмонтовуватиметься електроніка, а саме: дисплей, датчики, модулі, та сам мікроконтролер на базі готової плати Arduino Nano. Розглянуто процес створення додатку для ОС Android в візуальному середовищі програмування MIT App Inventor. Після завершення збірки портативної метеостанції, та написання додатку, було проведено перевірку на працездатність метеостанції, та взаємодію додатку з нею.

4. В підсумку ми отримали пристрій, за допомогою якого можна спостерігати за мікрокліматом у приміщенні, та який може робити короткочасний прогноз погоди. Також дану метеостанцію можна використовувати на вулиці. Рекомендовані робочі температури метеостанції від  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ , граничні від  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ .

## СПИСОК ВИКРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Атмосферний тиск – [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Атмосферний\\_тиск](https://uk.wikipedia.org/wiki/Атмосферний_тиск) – Назва з екрану.
2. Одиниці вимірювання атмосферного тиску – [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://pogoda.rovno.ua/atmosfernyj\\_tysk](https://pogoda.rovno.ua/atmosfernyj_tysk) – Назва з екрану.
3. Грищук Ю.С. Мікроконтролери: архітектура, програмування та застосування в електромеханіці.– Харків: НТУ «ХП», 2019 – С. 26-30.
4. Новацький А.О. Програмування мікропроцесорних систем на базі мікроконтролерів сімейства MCS-51.– Київ: НТУУ «КП», 2016 – 16 с.
5. Мікроконтролер – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Мікроконтролер> – Назва з екрану.
6. Маркування PIC мікроконтролерів – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://ua.nauchebe.net/2012/10/shpargalka-po-pic-mikrokontroleriv/> – Назва з екрану.
7. PIC мікроконтролери – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/PIC> – Назва з екрану.
8. Що таке мікроконтролери – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://elektrik.info/main/automation/549-что-такое-mikrokontrollery-naznachenie-ustroystvo-princip-raboty-soft.html> – Назва з екрану.
9. AVR мікроконтролери – [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://elektrovesti.net/tools/483\\_vse-o-mikrokontrollerakh-avr](https://elektrovesti.net/tools/483_vse-o-mikrokontrollerakh-avr) – Назва з екрану.
10. Мікроконтролери: стислий огляд – [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://myrobot.ru/stepbystep/mc\\_meet.php](https://myrobot.ru/stepbystep/mc_meet.php) – Назва з екрану.
11. А.В. Белов, Микроконтроллеры AVR в радиолюбительской практике. 2007 – с. 21.
12. MSP430 – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/MSP430> – Назва з екрану.

13. Мікроконтролери MSP430 для початківців – [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://sokolsp.at.ua/publ/mikrokontrollery\\_msp430\\_dlja\\_nachinajushhikh\\_s\\_tatja\\_1/1-1-0-30](https://sokolsp.at.ua/publ/mikrokontrollery_msp430_dlja_nachinajushhikh_s_tatja_1/1-1-0-30) – Назва з екрану.
14. Мікроконтролери ARM – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.rlocman.ru/news/new.html?di=514045> – Назва з екрану.
15. Різниця між мікроконтролерами AVR, ARM, 8051 і PIC – [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://digitrode.ru/computing-devices/mcu\\_cpu/1253-mikrokontrollery-8051-pic-avr-i-arm-otlichiya-i-osobennosti.html](http://digitrode.ru/computing-devices/mcu_cpu/1253-mikrokontrollery-8051-pic-avr-i-arm-otlichiya-i-osobennosti.html) – Назва з екрану.
16. Огляд ARM-мікроконтролерів від STMicroelectronics – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.compel.ru/lib/55060> – Назва з екрану.
17. Що таке Arduino – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction> – Назва з екрану.
18. Плата Arduino Uno R3 – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://arduinomaster.ru/platy-arduino/plata-arduino-uno/> – Назва з екрану.
19. Плата Arduino Due – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardDue/> – Назва з екрану.
20. Плата Arduino Nano v3.0 – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://arduinomaster.ru/platy-arduino/plata-arduino-nano/> – Назва з екрану.
21. Метеостанція Digoo C1217-01 – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://prom.ua/p1113295850-chasy-funktsiyami-meteostantsii.html?> – Назва з екрану.
22. Метеостанція WS-19919 – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://prom.ua/p1227863871-meteostantsiya-tsifrovaya-funktsiej.html?> – Назва з екрану.
23. Метеостанція MISOL WH 1150 – [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://superdeal.ua/store/offers/500418-meteostantsiya-misol-wh-1150-mdr\\_0567](https://superdeal.ua/store/offers/500418-meteostantsiya-misol-wh-1150-mdr_0567) – Назва з екрану.

24. Що таке давач (датчик) – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Датчик> – Назва з екрану.
25. Давач HDC1080 – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://1wire.com.ua/hdc1080-cifrovoj-datchik-vlazhnosti-i2c.html> – Назва з екрану.
26. Давач BMP280 – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://arduino.ua/prod1758-barometr-datchik-atmosfernogo-davleniya-na-bmp280> – Назва з екрану.
27. Модуль реального часу DS1307 (RTC) – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://robotchip.ru/obzor-chasov-realnogo-vremeni-ds1307/> – Назва з екрану.
28. Сенсорний давач ТТР223 – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://robotchip.ru/obzor-sensornogo-datchika-ttp223/> – Назва з екрану.
29. Bluetooth модуль HC-06 – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://controller.in.ua/hc-06-bluetooth-modul> – Назва з екрану.
30. РК символний LCD дисплей – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://prom.ua/p568227388-lcd-2004-dlya.html> – Назва з екрану.
31. Що таке барометр – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Барометр> – Назва з екрану.
32. Розпіновка Arduino Nano – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://autohome.org.ua/market/controller-arduino/arduino-nano-r3-v3-0-atmega328-detail> – Назва з екрану.
33. Що таке MIT App Inventor – [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/App\\_Inventor](https://ru.wikipedia.org/wiki/App_Inventor) – Назва з екрану.
34. Про MIT App Inventor – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://appinventor.mit.edu/about-us> – Назва з екрану

## СЛАЙДИ ПРЕЗЕНТАЦІЇ ДО РОБОТИ



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ КРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
КОНОТОПСЬКИЙ ІНСТИТУТ



Кваліфікаційна робота бакалавра

**РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ  
ОБРОБКИ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ДАНИХ**

Студент гр. ЕІ-71к

Д.О. Горбач

Науковий керівник,  
к. ф.-м. н, старший викладач

І.П. Бурик

Конотоп 2021

- 1. Мікроконтролери широко використовуються в обчислювальній техніці, побутовій електроніці, в промисловості.
- 2. За допомогою мікроконтролерів реалізуються різні схеми, оскільки мікроконтролер являє собою мікросхему, яка використовується для управління електронними пристроями.
- 3. Мікроконтролер містить вбудовану незалежну пам'ять, яка зберігає алгоритм (тобто програму) його роботи. Завдяки цьому схема може “перетворитися у звичайну програму”, зменшивши в такий спосіб цілий пристрій до однієї єдиної мікросхеми.
- 4. Прогноз погоди можна дізнатися: по телебаченню, радіо, різних сайтах у мережі Інтернет і т.д.. Такий прогноз погоди є усередненим для досить великої території. Для отримання точної інформації про погоду, метеостанцію доцільніше використовувати безпосередньо в місті проживання.

**Мета роботи:** проведення аналітичного огляду сучасних літературних джерел про автоматизовані системи збору, та обробки даних, із застосуванням в них мікроконтролера (AVR, PIC та ін.), стислий аналіз застосування найбільш розповсюджених метеорологічних станцій, та розробка портативної побутової метеостанції.

# РОЗДІЛ 1 МІКРОКОНТРОЛЕРИ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

3

## Основні різновиди мікроконтролерів

Існує більше 200 модифікацій мікроконтролерів, що випускаються двома десятками компаній. Найбільш популярні мікроконтролери: 8-бітові мікроконтролери PIC від «Microchip Technology» і AVR від «Atmel», 16-бітові MSP430 фірми «Texas Instruments», а також 32-бітові мікроконтролери, архітектури ARM, яку розробляє фірма «ARM Limited».

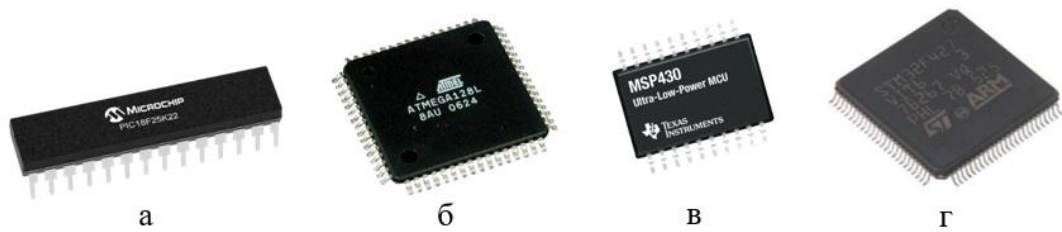


Рис. 1.2. Зовнішній вигляд мікроконтролерів PIC (а), AVR (б), MSP (в), ARM (г)

Arduino – це невелика плата з мікроконтролером і пам'яттю, на якій є пара десятків контактів, до яких можна підключати всілякі компоненти: світлодіоди, кнопки, сервоприводи, датчики і т.д.

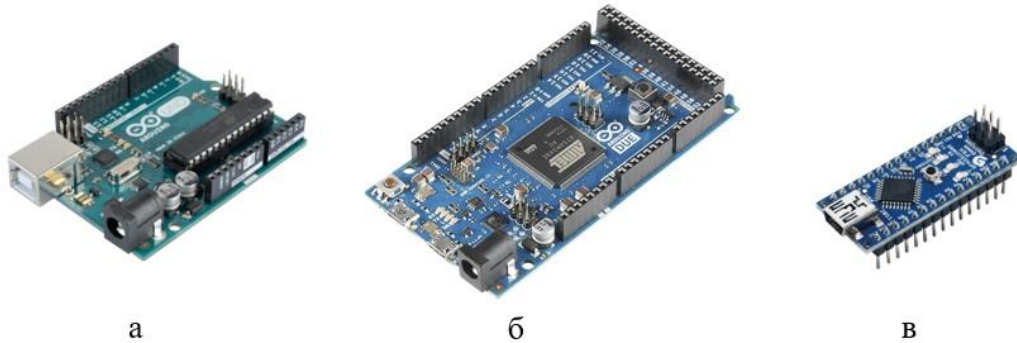


Рис. 1.2. Зовнішній вигляд Arduino Uno (а), Arduino Due (б), Arduino Nano (в)

Програмна частина складається з безкоштовної програмної оболонки (IDE) для написання програм, їх компіляції та програмування апаратури.



Таблиця 1.1

## Технічні характеристики Arduino Uno, Arduino Due, Arduino Nano

Назва плати	Arduino Uno	Arduino Due	Arduino Nano
Робоча наруга	5 В	3,3 В	5 В
Напруга живлення	7-12 В	7-12 В	7-12 В
Цифрові виходи	14	54	14
Аналогові виходи	6	12	8
Максимальний струм одного виводу	40 мА	130 мА	40 мА
Flash-пам'ять	32 кб	512 кб	32 кб
Мікроконтролер	ATmega328	AT91SAM3X8E	ATmega328
Тактова частота	16 МГц	84 МГц	16 МГц

## РОЗДІЛ 2 ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СХЕМОТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ

### Огляд аналогів метеорологічних станцій

Побутові домашні метеостанції з'явилися відносно недавно. Вони мають компактний розмір, оснащені різними датчиками, за допомогою яких вимірюють температуру, вологість, атмосферний тиск. З отриманих даних формують прогноз погоди.



Рис. 2.1. Зовнішній вигляд метеостанції WS-19919 (а),  
Digoo C1217-01 (б), MISOL WH1150 (в)

## Структурна схема метеостанції

7

Під час розробки приладу потрібно розуміти принцип його роботи. Тому ще одним завданням даної кваліфікаційної роботи стала розробка структурної схеми цифрової побутової метеостанції, яку б міг зрозуміти кожен, навіть не маючи знань про функціонал приладу.

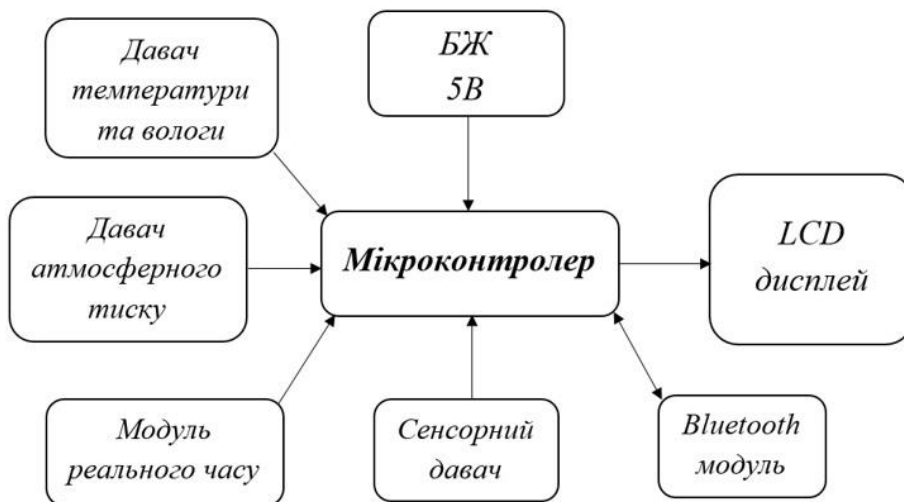


Рис. 2.2. Структурна схема метеостанції

Під час проектування пристрою потрібно вибрати елементну базу, з якої складатиметься прилад. Це дозволить дізнатися приблизну вартість приладу, його розміри, робочі характеристики, в тому числі умови його використання.

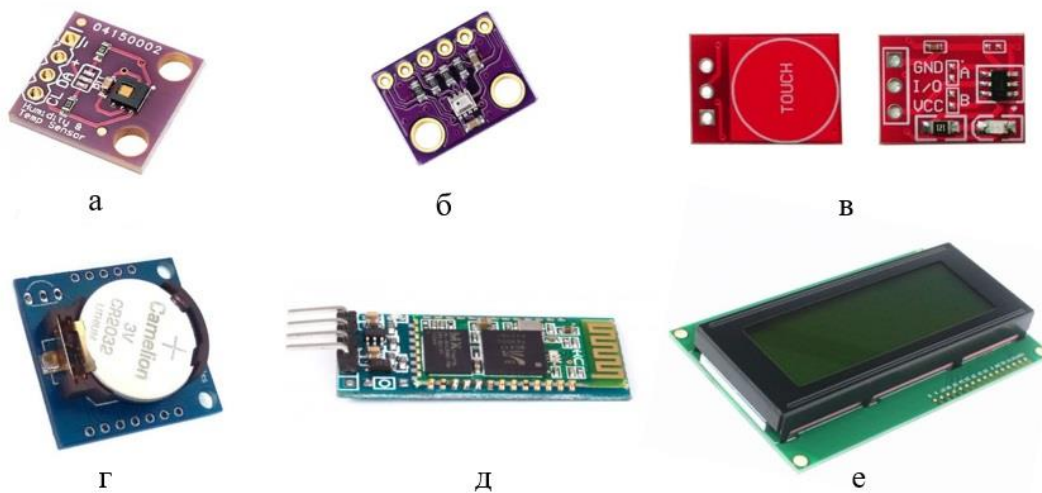


Рис. 2.3. Елементна база пристрою HDC1080 (а), BMP280 (б), TTP223 (в), DS1307 (г), Bluetooth HC-06 (д), LCD 2004 (е)

## РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ ПОБУТОВОЇ МЕТЕОСТАНЦІЇ ТА ЇЇ ТЕСТУВАННЯ 9

### Тестування метеостанції

Після завершення збірки портативної метеостанції, та внутрішньої компоновки електроніки в корпус, потрібно перевірити прилад на працездатність. Для початку підключимо метеостанцію до 5-ти вольтового блоку живлення.



Рис. 3.1. Портативна побутова метеостанція

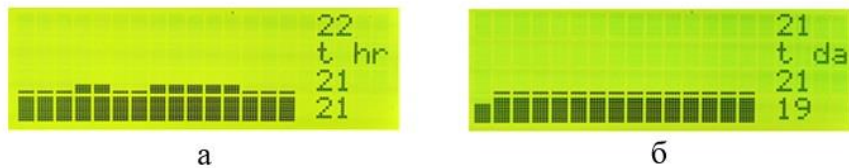


Рис. 3.2. Графіки температури за годину (а), за день (б)



Рис. 3.3. Графіки вологості повітря за годину (а), за день (б)



Рис. 3.4. Графіки вірогідності опадів за годину (а), за день (б)

## Візуальне середовище програмування MIT App Inventor



За допомогою цього середовища програмування можна створювати повнофункціональні додатки для смартфонів і планшетів.

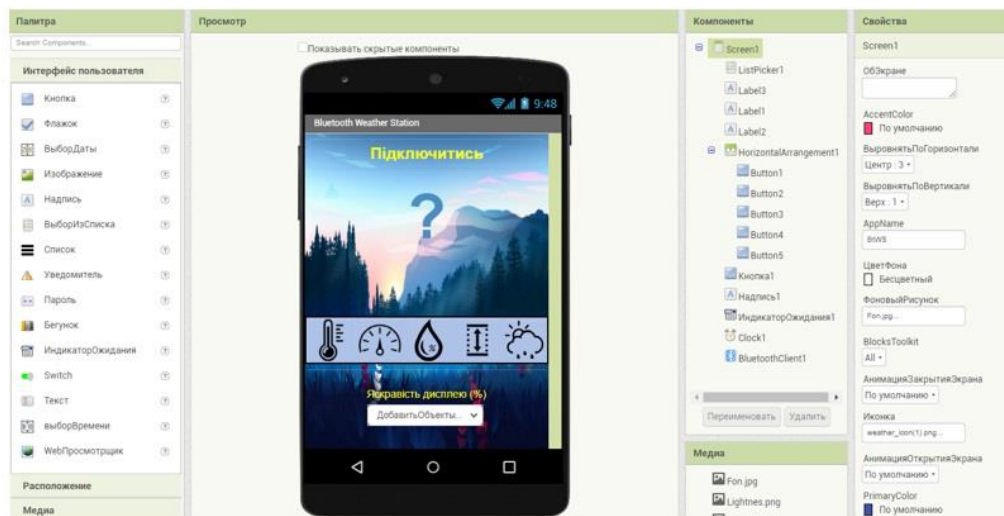


Рис. 3.5. Візуальне середовище програмування MIT App Inventor в режимі дизайнера





### Тестування додатку

В додатку відображаються метеорологічні дані, які є на дисплеї побутової метеостанції. Додатковою функцією додатку є можливість зміни яскравості підсвітки дисплею метеостанції.

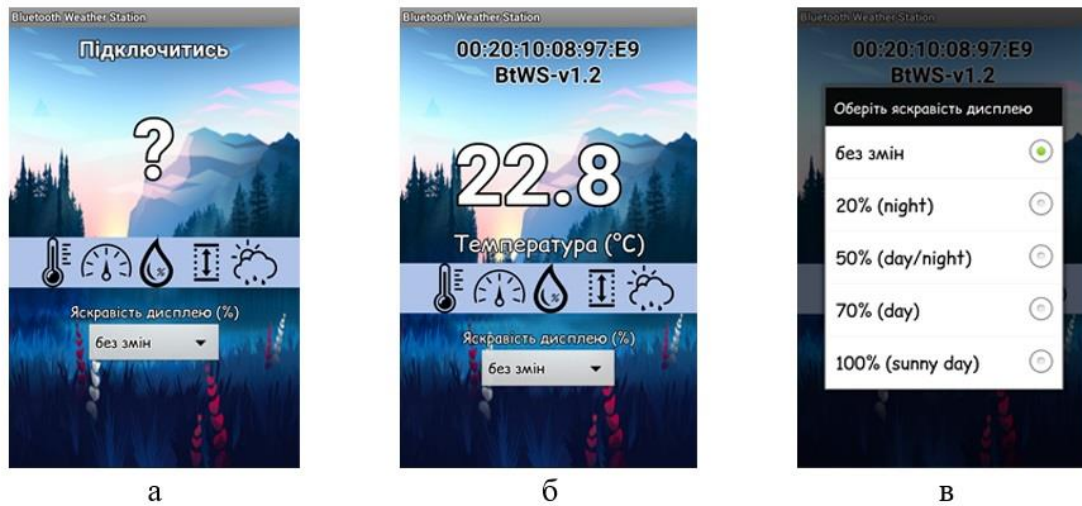


Рис. 3.7. Додаток для ОС Андроїд: до підключення по Bluetooth (а), після підключення по Bluetooth (б), варіанти зміни яскравості підсвітки дисплею метеостанції (в)

1. Було розглянуто декілька найбільш популярних сімейств мікроконтролерів, а саме: PIC, AVR, MSP та ARM; також їхнє використання в готових модулях на основі Arduino.
2. Проведено аналіз аналогів розробленої побутової метеостанції, на основі чого було обрано елементну базу, та розроблено структурну схему пристрою. В якості контролера було використано Arduino Nano. Давачами метеорологічних даних було використано давач BMP280, та HDC1080.
3. За розробленою електричною принциповою схемою проведено збірку побутової метеостанції. Було обрано корпус, в який вмонтовуватиметься електроніка. Розглянуто процес створення додатку для ОС Android в візуальному середовищі програмування MIT App Inventor.
4. За допомогою приладу можна спостерігати за мікрокліматом у приміщенні, та прогнозом погоди. Дану метеостанцію можна використовувати на вулиці. Рекомендовані робочі температури метеостанції від  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ , граничні від  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ .