

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних наук  
(повна назва кафедри)

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розробка інформаційної системи для моніторингу кліматичних даних  
з метою підвищення точності метеопрогнозування з використанням  
хмарних технологій

Виконав: студент IV курсу, групи СН-41

спеціальності 122 Комп'ютерні науки  
(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Ніколайчук Р.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Назаревич О.Б.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Шимчук Г.В.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Боднарчук І.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Тиш Є.В.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2021

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних наук  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Боднарчук І.О.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки  
(шифр і назва спеціальності)

Студенту Ніколайчуку Роману Олександровичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка інформаційної системи для моніторингу кліматичних даних з метою підвищення точності метеопрогнозування з використанням хмарних технологій

Керівник роботи Назаревич Олег Богданович, кандидат технічних наук, доцент кафедри КН  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «02» березня 2021 року № 4/7-171

2. Термін подання студентом завершеної роботи 22 червня 2021р.

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1 Постановка завдання розробки інформаційної системи для моніторингу кліматичних даних. 1.1 Поняття персональної метеостанції. 1.2 Погодні фактори. 1.3 Типи та методи прогнозування погоди. 1.4 Клімат Тернопільської області. 1.5 Аналіз рішень існуючих систем метеомоніторингу. 1.6 Особливості визначення погоди за атмосферним тиском.

1.7 Прогнозування з використанням «Погодних калькуляторів». 1.8 Висновок до першого розділу. 2 Розробка інформаційної системи для моніторингу кліматичних даних з метою підвищення точності метеопрогнозування з використанням хмарних технологій. 2.1 Опис реалізації системи. 2.2 Алгоритм погодного калькулятора «Zambretti». 2.3 Програмна реалізація калькулятора «Zambretti». 2.4 Опис апаратної частини. 2.5 Реалізація апаратної частини. 2.6 Розробка інтерфейсу клієнтської частини інформаційної системи. 2.7 Тестування та калібрування системи. 2.8 Висновок до другого розділу. 3 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. 3.1 Надзвичайні ситуації метеорологічного характеру. 3.2 Розробка конкретних заходів щодо боротьби із статичною електрикою. 3.3 Естетичне оформлення робочого місця оператора ПК. 3.4 Висновок до третього розділу. Висновки. Перелік джерел. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1 Тема кваліфікаційної роботи. 2 Модель побудови прогнозу. 3 Структура адміністративної частини веб-сайту. 4 UML-діаграма взаємодії з веб-сайтом. 5 Стек технологій. 6 Схема підключення апаратної частини. 7 Вигляд прототипу метеостанції. 8 WEB-частина. 9 Форма входу в панель адміністратора. 10 Головна сторінка представлення даних. 11.Уточнення прогнозування. 12 Графік моніторингу кліматичних даних. 13 Практична демонстрація роботи інформаційної системи. 14 Висновки. 15 Дякую за увагу!



## АНОТАЦІЯ

Розробка інформаційної системи для моніторингу кліматичних даних з метою підвищення точності метеопрогнозування з використанням хмарних технологій // Кваліфікаційна робота освітнього рівня «Бакалавр» // Ніколайчук Роман Олександрович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група СН-41 // Тернопіль, 2021 // С. 66, рис. – 25, табл. – 0, додат. – 5, бібліогр. – 40.

**Ключові слова:** інформаційна система, алгоритм, кліматичний моніторинг, програмований логічний контролер, метеопрогнозування, хмарні технології.

Кваліфікаційна робота присвячена розробленню конструктивного та програмного рішення щодо реалізації інформаційної системи моніторингу та прогнозування короткотермінових погодних умов. Досліджено вплив показників тиску на зміну погоди. Розроблено інформаційну систему, що здатна забезпечити аналіз отриманих даних та їх подання.

Мета роботи: дослідження впливу зміни тиску на погодні умови та розробки інформаційної системи моніторингу та аналізу кліматичних умов враховуючи програмне забезпечення системи.

В першому розділі кваліфікаційної роботи описано методи прогнозування погоди, поведінкову характеристику атмосферного тиску. Проаналізовано існуючі рішення метеостанцій.

В другому розділі кваліфікаційної роботи описано структурну схему роботи, апаратну частину, програмну реалізацію інформаційної системи.

В третьому розділі описано питання охорони праці та безпеки життєдіяльності при роботі з інформаційною системою моніторингу кліматичних умов.

## ANNOTATION

Information system development for climate data monitoring aimed at weather forecast accuracy increase using cloud technologies // Qualification work of educational level «Bachelor» // Nikolaichuk Roman Oleksandrovyh // Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Faculty of Computer Information System and Software Engineering, Department of Computer Science, group SN-41 // Ternopil, 2021 // P. 66, Fig. – 25, Tables – 0, Annexes – 5, References – 40.

**Keywords:** information system, algorithm, climate monitoring, programmable logic controller, meteorological forecasting, cloud technologies.

Qualification work is devoted to the development of constructive and software solutions for the implementation of information system for monitoring and forecasting short-term weather conditions. The influence of pressure indicators on weather change is investigated. The developed software is able to provide analysis of the obtained data and their presentation.

**Purpose:** to study the impact of pressure changes on weather conditions and to develop an information system for monitoring and analysis of climatic conditions, taking into account the software of the system.

The first section of the qualification work describes the methods of weather forecasting, behavioral characteristics of atmospheric pressure. The existing solutions of meteorological stations are analyzed.

The second section of the qualification work describes the structural scheme of work, hardware, software implementation of the information system.

The third section describes the issues of labor protection and life safety when working with the information system for monitoring climatic conditions.

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

СІ – міжнародна система одиниць.

гПа – гектопаскаль.

JavaScript – динамічна, об'єктно-орієнтована прототипна мова програмування.

HTML (англ. HyperText Markup Language) – мова розмітки гіпертексту.

CSS (англ. Cascading Style Sheets) – каскадні таблиці стилів.

PHP (англ. Hypertext Preprocessor) – гіпертекстовий препроцесор.

MySQL – вільна система керування реляційними базами даних.

HTTP (англ. HyperText Transfer Protocol) – протокол передачі гіпертекстових документів.

СУБД – система управління базами даних.

UTF-8 (англ. Unicode Transformation Format) – формат перетворення Юнікоду.

IDE (англ. Integrated Development Environment) – інтегроване середовище розробки.

USB (англ. Universal Serial Bus) – універсальна послідовна шина.

Arduino – апаратна обчислювальна платформа.

GND (англ. ground) – земля.

AVR – родина восьмибітових мікроконтролерів фірми Atmel.

АЦП – аналого-цифровий перетворювач.

ЦПУ (англ. Central processing unit, CPU) – центральний процесор.

TX (англ. transmit) – передавати.

RX (англ. receive) – отримувати.

SPI (англ. Serial Peripheral Interface) – фактичний послідовний синхронний повнодуплексний стандарт передачі даних.

LGA (англ. Land Grid Array) – вид корпусу мікросхеми для поверхневого монтажу.

ВМЕ280 – датчик атмосферного тиску, вологості та температури.

TCP / IP (англ. Transmission Control Protocol / Internet Protocol) – набір протоколів мережі Інтернет.

БД (англ. database) – база даних.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ КЛІМАТИЧНИХ ДАНИХ.....	10
1.1 Поняття персональної метеостанції.....	10
1.2 Погодні фактори .....	11
1.3 Типи та методи прогнозування погоди.....	13
1.4 Клімат Тернопільської області.....	15
1.5 Аналіз рішень існуючих систем метеомоніторингу .....	15
1.5.1 Типи метеостанцій.....	16
1.5.2 Основні давачі та технології метеостанцій .....	17
1.6 Особливості визначення погоди за атмосферним тиском .....	18
1.6.1 Величина атмосферного тиску.....	21
1.6.2 Падіння тиску.....	21
1.6.3 Підвищення тиску.....	22
1.6.4 Добовий хід атмосферного тиску .....	23
1.7 Прогнозування з використанням «Погодних калькуляторів» .....	23
1.7.1 «The Sager Weathercaster».....	23
1.7.2 «Zambretti» .....	24
1.8 Висновок до першого розділу .....	26
2 РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ КЛІМАТИЧНИХ ДАНИХ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ МЕТЕПРОГНОЗУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	27
2.1 Опис реалізації системи.....	27
2.2 Алгоритм погодного калькулятора «Zambretti».....	28
2.3 Програмна реалізація калькулятора «Zambretti» .....	29
2.4 Опис апаратної частини.....	31



	8
2.4.1 Платформа Arduino .....	31
2.4.2 Мікроконтролер ATmega.....	34
2.4.3 Середовище розробки Arduino IDE .....	36
2.4.4 Цифровий датчик вологості, тиску та температури BME280 .....	38
2.4.5 Комунікаційна плата.....	41
2.5 Реалізація апаратної частини .....	43
2.6 Розробка інтерфейсу клієнтської частини інформаційної системи ...	45
2.7 Тестування та калібрування інформаційної системи.....	52
2.8 Висновок до другого розділу .....	54
3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ.....	55
3.1 Надзвичайні ситуації метеорологічного характеру .....	55
3.2 Розробка конкретних заходів щодо боротьби із статичною електрикою .....	57
3.3 Естетичне оформлення робочого місця оператора ПК.....	58
3.4 Висновок до третього розділу .....	61
ВИСНОВКИ .....	62
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ .....	63
ДОДАТКИ	

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Метеомоніторинг є важливим аспектом планування діяльності у різних сферах. На території важливих підприємств наявні метеостанції під конкретні вимоги обліку погоди, вони вносять інформацію про опади, температуру, вітер. Точність метеоданих від Гідрометцентру, а також з метеосервісів не є достатньою для локального використання. Адже погода також залежить від різних факторів, а саме: відстань до водойм, рельєф, що переважно не враховуються при прогнозуванні Гідрометцентром.

**Мета і задачі дослідження.** Метою даної кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр» є:

- Огляд методів розв'язання та програмні засоби реалізації задачі короткострокового чисельного прогнозу погоди для м. Тернопіль.
- Формування Інформаційно-аналітичної системи короткострокового прогнозування опадів.
- Удосконалення та короткострокового прогнозу погоди на основі чисельних методів.
- Розробка програмного забезпечення для обробки запитів до бази метеорологічних даних.
- Розробка обладнання метеостанції.

**Об'єкт дослідження:** основним об'єктом дослідження є інформаційна система моніторингу та прогнозування короткотермінових погодних умов.

**Предмет дослідження:** залежність погодних умов від зміни атмосферного тиску.

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблена система та результати досліджень можуть бути використані при впровадженні або удосконаленні систем метеопрогнозування.

# 1 ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ КЛІМАТИЧНИХ ДАНИХ

## 1.1 Поняття персональної метеостанції

Персональна метеостанція – це певний набір давачів для вимірювання погоди, що використовуються приватною особою, асоціацією, бізнесом. Давачі часто відрізняються залежно від моделі, але переважно вимірюються швидкість та напрямок вітру, зовнішня і внутрішня температура, вологість, барометричний тиск, кількість опадів, ультрафіолетове та сонячне випромінювання [1].

Метеостанції, мають цифрову панель, що забезпечує отримання зібраних даних. Вони взаємодіють з персональним комп'ютером або сервером, де дані можна зберігати та відображати.

Персональні метеостанції можуть використовуватись виключно для особистих цілей або водночас бути частиною інших проєктів. Проєкт спостереження за погодою для громадян (CWOP) – послуга, яка полегшує обмін інформацією з персональних метеорологічних станцій [2]. Дані відправляються за допомогою спеціального програмного забезпечення і в подальшому використовуються національними службами погоди для уточнення моделей прогнозування. Weather Underground – сайт для обміну метеоданими з іншими людьми по всьому світу. Кожна станція, яка подає дані, має веб-сторінку з відображеними даними.

Прогноз погоди складається на основі людських знань і можливостей комп'ютера. Першочерговим етапом є аналіз карт, де наведена структура атмосфери по горизонталі і по вертикалі. На їх основі можна оцінити розвиток синоптичних об'єктів. Використання в метеорології комп'ютерів та мікроконтролерів полегшує прогноз температури, тиску та інших метеорологічних елементів.

## 1.2 Погодні фактори

Погода – сукупність значень метеорологічних елементів (атмосферний, температура, вологість тощо) та атмосферних явищ, що спостерігаються у визначений момент часу в тій чи іншій точці простору [3].

Температура повітря – важливий параметр погоди і клімату. Це показник ступеня нагріву повітря, який визначається за допомогою термометрів. З фізичної точки зору температура повітря характеризує кінетичну енергію молекул атмосфери, вимірюють в джоулях або калоріях. Однак вимір температури почався до створення сучасних фізичних теорій, тому температуру вимірюють в умовних одиницях – градусах. У метеорології використовують шкалу Цельсія, в якій за 0 градусів приймають точку замерзання води, а за 100 градусів – точку кипіння води при нормальному атмосферному тиску. Мінімальна температура повітря зафіксована в Антарктиді на так званому «полюсі холоду» – мінус 88,3 градуса за шкалою Цельсія, максимальна температура плюс 58 градусів відзначена в районі Тріполі (Північна Африка). Температура повітря залежить в першу чергу від потоку сонячної радіації, що припадає на той чи інший регіон. Для даного параметра характерний виражений добовий і річний хід. Температурна динаміка в значній мірі визначається проходженням теплих і холодних атмосферних фронтів.

Вологість повітря – вміст води в повітрі. Розрізняють абсолютну та відносну вологість. Абсолютна вологість – кількість води, яка міститься в одиниці маси повітря. У метеорології розглядають відносну вологість, яка є відношенням парціального тиску парів води в повітрі відносно рівноважного тиску парів води при повному насиченні повітря за певної температури. Таким чином, цей параметр показує відношення кількості води у повітрі, до максимально можливої кількості при даній температурі. Процеси насичення і конденсації водяної пари відіграють ключову роль у фізиці атмосфери:

процеси утворення хмар та атмосферних фронтів визначаються процесами насичення і конденсації, а тепло, яке виділяється при конденсації водяної пари забезпечує енергетичний механізм виникнення та розвитку циклонів і ураганів. Відносна вологість в екваторіальній зоні – висока (середньорічна вологість складає вище 85%), також у полярних широтах та взимку у материковій частині середніх широт. Низька вологість спостерігається в субтропічних, тропічних пустелях (50% і нижче).

Атмосферний тиск – гідростатичний тиск товщі атмосферного повітря на всі предмети і земну поверхню. Такий тиск створюється гравітаційним тяжінням маси повітря до Землі. У кожній точці атмосферний тиск дорівнює вазі стовпа повітря з основою, рівним одиниці площі. Показником тиску служить висота ртутного стовпа в мм, врівноважується тиском повітря. В системі СІ вимірюється – в гектопаскалях (гПа).

Нормальним атмосферним тиском прийнято вважати тиск в 760 мм рт.ст. Зміна атмосферного тиску на рівні моря відбуваються в межах 680 – 810 мм рт.ст. Атмосферний тиск зменшується в міру збільшення висоти. При підвищенні температури повітря розширюється і конвективно піднімається, а тиск падає. При зменшенні температури повітря стискається, стає більш щільним, а тиск зростає.

На поверхні землі атмосферний тиск змінюється в конкретному місці і характеризується періодичною і хаотичною динамікою в часі. Періодичні зміни тиску часто пов'язані з річним і добовим ходом метеорологічних процесів. Неперіодичні зміни атмосферного тиску з першу чергу пов'язують із виникненням, розвитком областей високого тиску (антициклонів) і великих вихорів (циклонів), в області яких переважає знижений тиск. Саме розподіл атмосферного тиску по земній поверхні обумовлює рух повітряних мас і атмосферних фронтів, визначає напрям і швидкість вітру. З цієї причини рух атмосферних фронтів супроводжується перепадами атмосферного тиску.

Дуже швидкі і високоамплітудні квазіперіодичні перепади тиску спостерігаються при вітряній погоді.

### 1.3 Типи та методи прогнозування погоди

Виділяють такі типи прогнозування погоди:

- короткостроковий;
- довгостроковий.

Також існує класифікація прогнозу погоди: прогнози погоди для загального користування, та спеціалізовані з певною специфікою: синоптичні, чисельні, статистичні (фізико-статистичні) та інші [4].

Розглянемо методи прогнозування:

- Використання барометра.

Вимірювання барометричного тиску та зміна тиску з часом використовуються для прогнозування з кінця 19 століття. Чим більша зміна тиску, тим більшу зміну погоди можна очікувати. Якщо падіння тиску швидке, наближається зона низького, підвищується ймовірність опадів. Швидко зростаючий тиск пов'язаний з покращенням погодних умов [5].

- Стан атмосфери.

Стан неба один із найважливіших параметрів, що використовується для прогнозування погоди в гірських районах. Потовщення хмарного покриву свідчить про дощ найближчим часом. Високі тонкі циростратові хмари можуть створювати ореоли навколо Сонця або Місяця, що вказує на наближення теплового фронту та пов'язаного з ним дощу. Ранковий туман прогнозує хорошу погоду, оскільки дощовим умовам передують вітер або хмари, що перешкоджають утворенню туману. Наближення лінії гроз може свідчити про наближення холодного фронту. Безхмарне небо свідчить про хорошу погоду.

- Поточний стан.

Прогнозування погоди на наступні шість годин, називають поточною погодою. У цей проміжок часу можна з достатньою точністю прогнозувати точніші характеристики, такі як окремі зливи та грози, а також інші особливості, занадто незначні, для прогнозування за допомогою комп'ютерної моделі. Отримані радіолокаційні, супутникові та спостережні дані, дають змогу зробити кращий аналіз наявних малих масштабів, а отже, зможе зробити точніший прогноз на наступні кілька годин [6].

– Прогнозні моделі.

До стрімкого розвитку технологій синоптик відповідав за генерацію прогнозу погоди на основі наявних спостережень. Зараз функція синоптика це вибір моделі на основі різних параметрів, таких як упередження моделі та продуктивність. Консенсус прогнозних моделей, та використання їх синергії допомагає зменшити похибку прогнозу. Попри знижену похибку в окремих системах, помилки в межах все ще можливі для кожної із заданих моделей. Люди повинні інтерпретувати дані моделі в прогнозах погоди, зрозумілих для кінцевого користувача. Можна використовувати відомості про місцеві особливості, які можуть бути занадто малі за розміром, для впливу на модель, або для впливу на модель прогнозу. Підвищення точності прогнозних моделей означає, витісняє участь людини у прогнозуванні та впливі на моделі [7].

– Використання шаблонів.

Шаблони або аналогії – це комплексний підхід прогнозування, що вимагає попередніх даних, на основі яких буде імітована модель прогнозу. Майже не існує ідеального аналогу для події в майбутньому. Цей метод залишається корисним для спостереження за опадами над великими пустими територіями, такими як океани, а також прогнозуванням кількості та розподілу опадів у майбутньому [8].

## 1.4 Клімат Тернопільської області

Клімат Тернопільщини – визначають як помірно континентальний. Літо не спекотне, помірна зима, більшість опадів формуються переважно у вигляді циклонів із Атлантичного океану; у літню пору такі циклони це хмарність, опади, низька температура повітря, у зимову пору – снігопади. Вітри західні, південно-західні. В зимовий період під дією східних антициклонів формується суха та холодна погода [9].

Клімат Тернопільщини утворюється під впливом Атлантичних повітряних мас, зумовлюючи часті циклони. Взимку частини сибірського антициклонів, зумовлюють холодну погоду, у літню пору – Азорський максимум, навесні та на початку осені – холодне арктичне повітря.

Температурний режим характерний для континентального розташування. Амплітуда коливань повітря – 23-24 °С. Середня найтепліша температура – +18 – +19 °С, найхолодніша –4,5 – –5°С [10].

## 1.5 Аналіз рішень існуючих систем метеомоніторингу

Інноваційні технології покращують комфорт повсякденного життя. Практично будь-яку інформацію легко отримати у мережі Інтернет, включно з прогнозом погоди, який впливає на планування справ у найближчий час: від вибору одягу до агросектору, промисловості, космічної галузі і т.д.

Метеорологія це розділ атмосферних наук, який включає хімію та фізику атмосфери, з основним акцентом на прогнозуванні погоди. Метеорологи досліджують стан і прогноз погоди беручи за основу супутникові знімки, відстежуючи напрямки циклонів, аналізуючи статистичну інформацію, що у свою чергу дозволяє отримати більш точну інформацію на великих територіях, проте точність прогнозування нижча для конкретної місцевості. Таку проблему вирішують локальні, компактні,



автономні метеостанції. Такі станції відображають поточні погодні умови і здійснюють короткостроковий прогноз. Такий прогноз з малим радіусом дії, адже за основу прогнозування взяті локальні метеодані.

З розвитком електроніки розроблено велику кількість пристроїв, які здійснюють прогнозування погоди, і включають в себе такі функції як: вимірювання температури, вологості, швидкості і напрямку вітру. В якості додаткових можливостей – збереження температурних значень, годинник, календар, визначення температури точки роси, індексу нагрівання, вимір температури охолодження вітром [11].

Існуючі портативні метеостанції не дозволяють отримувати інформацію про погоду віддалено. Відображення поточної погоди здійснюється за допомогою дисплея, що не завжди зручно.

Погодна або домашня метеостанція – це багатокomпонентний пристрій побутового або професійного рівня для збору місцевої погодної інформації, яке використовує різні типи давачів.

Локальна метеостанція здатна прогнозувати погоду в конкретній місцевості в часовому проміжку 12-24 години.

### **1.5.1 Типи метеостанцій**

Метеостанції поділяються на два головних типи: механічні та електронні.

Механічна метеостанція об'єднує в собі набір таких пристроїв як механічний барометр, рідинний або механічний термометр, механічний гігрометр.

Для більшого збору даних і відображення інформації рекомендується обирати метеостанцію електронного типу, яка являє собою цифровий пристрій з дисплеєм, а для збору даних у різних точках місцевості головний

блок електронної метеостанції може бути доповнений бездротовими зовнішніми датчиками.

Таким чином, головний дисплей може відображати інформацію (цифри, гістограми) про температуру, відносну вологість повітря і атмосферний тиск як усередині приміщення, так і на вулиці. Також додатково можна встановити дощомір, анемометр, флюгер.

### **1.5.2 Основні датчики та технології метеостанцій**

Основними датчиками метеостанцій є:

- Термометр – вимірює температуру повітря в діапазоні від  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Гігрометр – відповідає за вимірювання відносної вологості повітря.
- Барометр – вимірює атмосферний тиск. На основі барометричних даних створюється місцевий прогноз погоди.
- Дощомір – вимірює рівень опадів, використовується для контролю поливу.
- Анемометр та флюгер – вимірює швидкість і напрям вітру.

Найчастіше передача даних між зовнішнім датчиком і головним блоком метеостанції проходить на частоті 433 МГц. Даний діапазон радіочастот використовується великою кількістю пристроїв, тому можливі завади та неточності при передачі даних. Технологія «Instant Transmission», для прикладу використовується у метеостанції LA CROSSE WS9032IT. Ця технологія здійснює передачу даних на частоті 868/915 МГц, що виключає можливе підключення подібних пристроїв розташованих в одній зоні, які використовують частоту 433 МГц [12].

Технологія «Mobile-Alerts» – сенсорна система домашнього моніторингу, яка може бути розширена різними датчиками, такими як датчик відкриття вікна або витoku води. Завдяки мобільному шлюзу усі датчики

передають дані через Інтернет і можуть надати всю інформацію про будинок в будь-якій точці планети за допомогою push-повідомлень, що надходять на смартфон і мобільний додаток. Дана технологія дозволяє підключити до 50 різних сенсорів [13].

Практично усі електронні метеостанції оснащені вмонтованими годинниками. Наприклад, компанія BRESSER пропонує метеостанцію з діодною проекцією часу і температури, а компанія LA CROSSE пропонує метеостанцію з давачем вимірювання CO<sub>2</sub> або з функцією Bluetooth і вбудованим динаміком.

Деякі моделі оснащені постійним підсвічуванням дисплея, що може використовуватися як нічник.

Є моделі, які відображають схід та захід Сонця і фазу.

У більш дорогих моделях присутня функція зберігання даних з фіксацією максимумів та мінімумів значень і складанням гістограм, що допоможе проаналізувати зібрану інформацію за певний період часу.

Всі ці опції значно розширюють функціонал і роблять метеостанцію не просто пристроєм для збору метеоданих, а повноцінним інформаційним центром.

## **1.6 Особливості визначення погоди за атмосферним тиском**

Нормальною вважається величина атмосферного тиску, на рівні моря, яка складає 1013 або 760 гПа.

Винахід перших метеоприладів (термометра і барометра) у XVII столітті стало початком інструментальних спостережень.

Згодом, у другій половині XIX – початку XX століття було дано початок розвитку синоптичної метеорології (цей розділ метеорології вивчає атмосферні великомасштабні процеси), циклони та антициклони починають вивчати як основні погодні механізми [14].

Один із метеорологічних елементів – це атмосферний тиск. Він визначається вагою повітря над нами (від верхніх меж атмосфери до поверхні моря) і пов'язаний з виникненням, розвитком та руйнуванням циклонів та антициклонів, які, у свою чергу, формують погоду.

Циклон – це область низького тиску. Вітер завжди прямує з областей підвищеного тиску до областей пониженого, відхиляючись внаслідок обертання землі вправо (в північній півкулі). Тому в циклоні повітря з периферійних районів з більш високим атмосферним тиском спрямовується до центру, де тиск низький, і відхиляється при цьому вправо. Виникає повітряний вихор з вітрами, спрямованими у поверхні землі до його центру і рухом проти годинникової стрілки.

У центральній частині циклону повітря піднімається вгору і потім розходить до його периферії. При підйомі – повітря розширюється, охолоджується, а водяна пара, що міститься в ньому конденсується, утворюючи спочатку дрібні крапельки туману – хмари. Потім крапельки починають зливатися, збільшуються в розмірах і падають на землю у вигляді дощу. Тому в районі, через який проходить циклон, переважає погана, вітряна, похмура погода: влітку прохолодна (внаслідок хмарності), дощова, взимку здебільшого з відлигами і снігопадами.

Тиск в центрі циклону коливається зазвичай в межах 1000-970 гПа; в окремих випадках воно може знижуватися до 940-935 гПа. Циклони переміщуються найчастіше із заходу на схід зі швидкістю близько 30 км на годину (або 700 км на добу), поступово руйнуються і зникають.

Антициклон – це область підвищеного тиску. В антициклонах тиск повітря знижується до периферії, тому вітри в антициклоні (у поверхні землі) дмуть від центру до периферії, відхиляючись вправо і прямуючи по руху годинникової стрілки. Повітря, що спускається від центру антициклону до його країв, безперервно заміщається повітрям, що протікає в верхніх шарах атмосфери до центру антициклону і спускається до поверхні землі.

Опускаючись, повітря нагрівається, поглинає водяну пару, хмари в ньому розсіюються. Тому в районі антициклону стоїть ясна, безхмарна погода зі слабкими вітрами: влітку спекотна, взимку морозна, так як відсутні хмари, які оберігають поверхню землі від охолодження.

У центрі антициклону тиск може досягати 1070 гПа, але в середньому дорівнює 1020-1030 гПа.

Антициклони охоплюють більш значні площі, ніж циклони, вони стійкіші, повільніше руйнуються, пересуваються з меншою швидкістю, іноді довго затримуються на одному місці [15].

З наближенням циклону тиск повітря знижується, а з наближенням антициклону – підвищується. Цю ознаку можна використовувати при прогнозі погоди. Крім того, враховуючи особливості розподілу вітрів в циклонах і антициклонах, можна визначити і напрямок, в якому знаходяться від спостерігача області підвищеного та зниженого тиску. Для цього потрібно стати спиною до вітру, тоді область зниженого тиску (циклон) буде знаходитися попереду зліва від спостерігача, а область високого тиску (антициклон) – ззаду справа, наведено на рисунку 1.1.

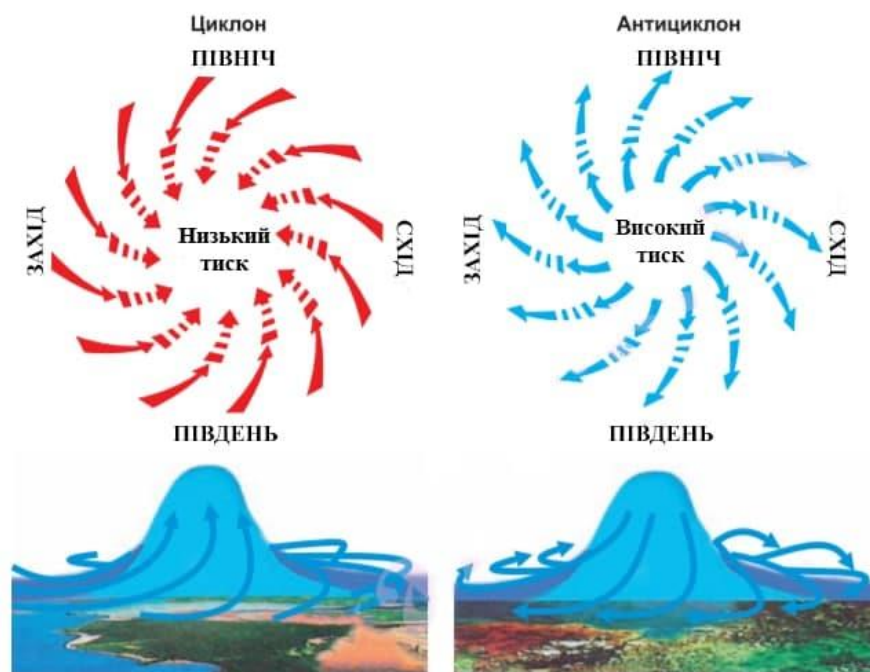


Рисунок 1.1 – Схематичне зображення циклону та антициклону

Для прогнозування погоди важливо не абсолютне значення атмосферного тиску, а тенденція його зміни. Така тенденція називається барометричною. Користуючись барометром складно визначити таку тенденцію, для цього потрібно постійно вести спостереження за переміщенням стрілки барометра, а так же, фіксувати значення тиску за певний період часу. Для цієї мети був сконструйований барограф. Це той же барометр, але з можливістю запису значень атмосферного тиску за певний проміжок часу. В результаті, отримуємо графік (барограма) зміни тиску за добу або тиждень [16].

### **1.6.1 Величина атмосферного тиску**

Розглянемо залежність погоди від зміни тиску протягом року:

1. Якщо величина тиску, не більше 1015 гПа влітку та 1020 гПа взимку, і ця величина не змінюється або повільно знижується, то це означає, що над конкретною територією знаходиться область циклонального характеру. Погана погода збережеться протягом 6-12 год.

2. Якщо величина тиску, також приведена до рівня моря, більше 1015 гПа влітку та 1020 гПа взимку, і протягом доби мало змінюється, то це означає, що територія знаходиться в області антициклонального характеру. Гарна погода збережеться протягом доби.

3. При величині тиску, від 1010 до 1020 гПа в даному районі може бути область циклону, і антициклону.

### **1.6.2 Падіння тиску**

1. Стрімке зниження тиску означає погіршення погоди.

2. Якщо тиск протягом 6-12 год і більше безперервно падає, можна очікувати проходження циклону, а саме: вітряної погоди з опадами.

3. При стрімкому зниженні тиску (2-3 гПа і більш за 3 год) говорить про наближення центральної області циклону або дуже активної частини циклону, то слід очікувати шторму. Чим швидше падає тиск, тим швидше погіршується погода.

4. Тиск падає перед проходженням через місце моніторингу теплового фронту і тим швидше, чим швидше наближається фронт. Якщо тиск продовжує повільно спадати після проходження теплового фронту, це свідчить, що циклон заглиблюється в спостережувану область; якщо тиск залишається на одному і тому ж низькому рівні (як правило, нижче 1015 гПа влітку та 1020 гПа взимку), циклон не змінюється.

5. Якщо тиск у ранкову пору починає повільно зменшуватися, а температура і вологість одночасно зростають швидше, ніж зазвичай, то можна очікувати опадів, а влітку – зливи і грози в найближчі 8-12 годин.

6. Перед наближенням холодного фронту – на початку тиск змінюється повільно, потім починає швидко спадати (протягом 1-2 год). У зоні такого фронту слід очікувати сильного вітру, шквалу, зливових опадів, грози. Після проходження холодного фронту тиск значно підвищується, а температура різко знижується [17].

### **1.6.3 Підвищення тиску**

1. Якщо тиск зростає або сталий, слід очікувати збереження антициклонної погоди.

2. Повільне, безперервне і тривале, впродовж декількох діб, зростання тиску – ознака встановлення тривалої антициклонної погоди: влітку – спекотної, взимку – морозної.

3. Якщо тиск протягом декількох годин зростає і пізніше зупиняється, то через місце спостереження проходить вихор підвищеного тиску – покращення погоди буде короткочасним [17].

#### **1.6.4 Добовий хід атмосферного тиску**

У добовому ході атмосферного тиску спостерігається два максимуми – близько 10 і 22 години і два мінімуми – близько 4 і 16 години. Ці зміни тиску особливо чітко виражені в тропічних широтах. Поблизу екватора амплітуда добових коливань тиску становить 3-4 гПа.

У вищих широтах амплітуда добових коливань має тенденцію до зменшення і вже на широті 60° становить близько 0,3 гПа. В середніх і полярних широтах добові коливання спотворюються неперіодичними, значно більшими змінами тиску внаслідок частого проходження в цих широтах циклонів і атмосферних фронтів.

Якщо на кривій барографа помітний більш-менш правильний добовий хід атмосферного тиску, слід очікувати тривалої гарної погоди.

### **1.7 Прогнозування з використанням «Погодних калькуляторів»**

Для формування прогнозу погоди протягом десятиліть спостережень і визначень певних залежностей, були сформовані «погодні калькулятори» – зручний формат вводу даних і отримання прогнозу погоди, переважно шляхом переміщення і співставлення дисків, що обертаються.

#### **1.7.1 «The Sager Weathercaster»**

«The Sager Weathercaster» – «калькулятор» створений ВВС США. Заснований на 5000 варіантах вхідних даних. Дозволяє отримувати короткостроковий прогноз (від 12 до 24 годин) в радіусі 50 км від місця спостереження. «Калькулятор» дійсний для Північної півкулі з широтами на північ від 25 градусів [18].



### 1.7.2 «Zambretti»

«Zambretti» – інструмент прогнозування погоди, який використовується в поєднанні з барометром. Він інтерпретує зчитування барометра в одному прогнозі з великого вибору перестановок після врахування змінних факторів. Сюди входять напрямок вітру, показники барометра, а також сезон.

Прилад був розроблений англійською фірмою Negretti & Zambra в 1915 році. За умови точних вхідних даних він здатен прогнозувати з ймовірністю 90%.

Розглянемо детальніше погодний калькулятор Zambretti, який складається з трьох дисків. Зовнішній великий диск враховує напрямок вітру. Середній диск – атмосферний тиск. Внутрішній диск – зміна тиску і сезон. Сезон в даному випадку поділяється на літній (квітень – вересень) і зимовий (жовтень – березень), зображено на рисунку 1.2.



Рисунок 1.2 – Передній вигляд диску «Zambretti»

Шляхом поєднання дисків складається прогноз погоди на внутрішньому диску. Прогноз виводиться у вигляді букви латинського алфавіту A-Z, де A це «Очікується хороша погода», Z – «Вітер з дощем», наведено на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Задній вигляд диску «Zambretti»

Програмна реалізація розроблена на основі наступного алгоритму:

1. Визначають тенденцію зміни атмосферного тиску (зростає, спадає, незмінний протягом декількох годин).
2. У момент розрахунку визначають значення атмосферного тиску.
3. Розраховують показник  $Z$  за формулами (1.1, 1.2, 1.3).
4. Проводять кореляцію отриманого значення  $Z$  за напрямком вітру, баричної тенденції і по сезону.

5. За отриманим значенням  $Z$  визначають прогноз погоди, розшифровуючи його.

Значення  $Z$  для різних тенденцій атмосферного тиску:

– для позитивної тенденції:

$$Z = 130 - P \div 8,1 \quad (1.1)$$

– для негативної тенденції:

$$Z = 147 - 5P \div 37,6 \quad (1.2)$$

– для стабільного тиску:

$$Z = 179 - 2P \div 12,9 \quad (1.3)$$

де  $P$  – атмосферний тиск в момент розрахунку.

Далі здійснюється коригування отриманих значень і їх зіставлення з прогнозом погоди [19].

Шляхом поєднання середнього диска (атмосферний тиск) з зовнішнім (напрямок вітру) отримують прогноз погоди у відповідному віконці на внутрішньому диску. Прогноз виводиться у вигляді латинської літери A-Z. Розшифрування прогнозу погоди диску «Zambretti» наведено у додатку Б.

## 1.8 Висновок до першого розділу

В першому розділі кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр»:

– Проведено огляд існуючих систем прогнозування, основних погодних факторів.

– Наведено особливості визначення погоди з допомогою атмосферного тиску.

– Проведено оцінку та вибір алгоритму «погодного калькулятора» для розробки інформаційної системи.

## **2 РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ КЛІМАТИЧНИХ ДАНИХ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ МЕТЕПРОГНОЗУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Для впровадження інформаційної системи контролю і моніторингу були проведені дослідження кліматичних характеристик, що дало змогу проаналізувати режими роботи для налагодження усіх систем та алгоритму програми.

### **2.1 Опис реалізації системи**

В даний час велика частина мобільних пристроїв підтримує вихід в Інтернет, тому впровадження веб-інтерфейсу зробило б роботу з пристроєм більш зручною і надійною. Дані показники досягаються тим, що на веб-сервері реалізовано зберігання інформації за певний період, що дозволяє будувати погодну статистику. Також в даній інформаційній системі передбачені функції аутентифікації і авторизації користувачів [20].

Проаналізувавши існуючі рішення, постає завдання розробити інформаційну систему метеостанції з функцією моніторингу температури, вологості повітря, атмосферного тиску і на їх основі визначення короткострокового прогнозу погоди [21-22].

Система здатна організувати роботу використовуючи додаткові JavaScript бібліотеки для візуалізації даних. Передбачена система команд для взаємодії через POST-запити.

При початковому налаштуванні станції встановлюється пароль для доступу. Для запобігання несанкціонованого доступу в системі передбачено службовий аккаунт.

Програмна частина інформаційної системи розробляється засобами HTML, CSS, PHP, MySQL, JavaScript в середовищі Microsoft Visual Studio Code.

У розробленій інформаційній системі для формування короткострокового прогнозу використовуються: програмна реалізація погодного калькулятора «Zambretti».

Розроблювана метеостанція являє собою пристрій, який фіксує поточний стан погоди та надсилає його на сервер, сервер, виходячи з отриманих даних здійснює обрахунок, прогнозування, та подальше представлення інформації в інформаційній системі.

## **2.2 Алгоритм погодного калькулятора «Zambretti»**

Було вирішено розробити програмну реалізацію погодного калькулятора «Zambretti» на мові програмування PHP.

Алгоритм:

1. Спостерігаємо за атмосферним тиском і визначаємо стан: спадає, зростає або залишається незмінним протягом декількох годин.
2. В момент розрахунку визначаємо показання барометра або барографа.
3. Розраховуємо значення  $Z$  за такими формулами:
  - для позитивної тенденції (Див. формула 1.1);
  - для негативної тенденції (Див. формула 1.2);
  - для стабільного тиску (Див. формула 1.3).
4. Проводимо кореляцію отриманого значення за напрямком вітру, барометричної тенденції і по сезону. Сезон включає два стани «літо» – з квітня по вересень включно, та «зима» – з жовтня по березень.

Північний вітер, як правило, несе покращення погодних умов, тому від значення  $Z$  потрібно відняти число від 0 до 1 (піднятися вгору за алфавітом до більш кращої погоди).

Шкала Північних вітрів не великих розмірів, тому для Північно-Східного вітру, можна відняти 0,5.

Південні вітри, навпаки, несуть погіршення погодних умов, тому до значення  $Z$  потрібно додати від 0 до 2 (тобто потрібно спуститися в таблиці за алфавітом до гіршої погоди, таблиця наведена у додатку В).

Шкала Південних вітрів ширша, тому додається число від 0 до 2. Наприклад, для Південно-Східного потрібно додати 1, а для Південного – 2.

Підвищення тиску, як правило, показує тенденцію до покращення прогнозу погоди, тому в сезоні «літо» віднімаємо 2, а в сезоні «зима» віднімаємо 1.

Зниження тиску, навпаки показує тенденцію про погіршення погоди, тому в сезоні «літо» додаємо 2, а в сезоні «зима» додаємо 1 [23].

5. За отриманого значення  $Z$  визначаємо прогноз погоди з таблиці яка наведена у додатку Б.

### **2.3 Програмна реалізація калькулятора «Zambretti»**

Найбільш часто в побутових приладах і метеостанціях використовується алгоритм, який називається «Zambretti». Цей алгоритм використовує три параметри: поточний атмосферний тиск, тенденція зміни тиску і напрям вітру. Методика «Zambretti» дає правильний результат більш ніж в 90% випадках.

Програмна реалізація алгоритму «Zambretti» на мові PHP наведена в додатку Г у лістингу Г.1.

Також необхідно зберігати та аналізувати дані. Для цього використовуємо хмарні технології та HTTP-методи відповідно до визначення протоколу.

Серверна та клієнтська частина реалізується на ресурсах хостинг провайдера «TheHost». Це дає змогу використовувати інформаційну систему будь-коли та у будь якій точці земної кулі де є доступ до мережі Інтернет. Використання хмарних технологій дозволяє об'єднати велику кількість проектів, з доступом до баз даних, зекономивши таким чином на підтримці власних апаратних ресурсів.

Параметри СУБД MySQL:

- Сервер: MySQL (Localhost via UNIX socket).
- Версія сервера: 5.6.34.
- Protocol version: 10.
- MySQL Charset: UTF-8 Unicode (utf8).

Параметри веб сервера:

- Apache.
- MySQL client version: 5.6.34.
- PHP extension: mysqli.
- Версія phpMyAdmin: 3.4.10.1deb1.

На рисунку 2.1 зображена таблиця бази даних з назвою полів.

The screenshot shows the phpMyAdmin interface for a MySQL database. The breadcrumb path is 'MySQL > serverbme280 > sensor'. The 'Structure' tab is active, displaying a table with 6 columns. The columns are: 'id' (int(11), AUTO\_INCREMENT), 'time' (timestamp, CURRENT\_TIMESTAMP), 'temperature' (float), 'humidity' (float), 'pressure' (float), and 'altitude' (float). Each column has an 'Action' column with edit, delete, and 'More' options.

#	Column	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra	Action
<input type="checkbox"/>	1 <b>id</b>	int(11)			No	None	AUTO_INCREMENT	More ▼
<input type="checkbox"/>	2 <b>time</b>	timestamp			No	CURRENT_TIMESTAMP		More ▼
<input type="checkbox"/>	3 <b>temperature</b>	float			No	None		More ▼
<input type="checkbox"/>	4 <b>humidity</b>	float			No	None		More ▼
<input type="checkbox"/>	5 <b>pressure</b>	float			No	None		More ▼
<input type="checkbox"/>	6 <b>altitude</b>	float			No	None		More ▼

Рисунок 2.1 – Таблиця бази даних з назвою полів

Відповідно поле:

- id – записується порядковий ідентифікатор;
- time – зберігає поточний час сервера на момент запису даних;
- temperature – запис значень температури з давача BME280;
- humidity – запис значень вологості з давача BME280;
- pressure – запис значень тиску з давача BME280;
- altitude – запис значень висоти з давача BME280 (при прогнозуванні не використовується).

## **2.4 Опис апаратної частини**

### **2.4.1 Платформа Arduino**

Arduino – це прототип платформи з відкритим кодом, в основі якого доступне апаратне та програмне забезпечення. Платформа складається з друкованої плати, мікропроцесор якої програмується та готового програмного забезпечення під назвою Arduino IDE (інтегроване середовище розробки), яке використовується для запису та завантаження комп'ютерного коду на фізичну плату.

Ключові особливості:

- Плати Arduino здатні зчитувати аналогові або цифрові вхідні сигнали з різних давачів і перетворювати їх у вихідний сигнал, наприклад увімкнення/вимкнення світлодіода, двигуна або підключення до хмари та інші різноманітні.

- Керування функціями плати, надісланням набору інструкцій мікроконтролеру за допомогою Arduino IDE (програмне забезпечення для завантаження).

- Arduino не потребує додаткового апаратного забезпечення для завантаження нового коду на плату. Можна використовувати USB-кабель.



- IDE Arduino використовує спрощену версію C++.
- Arduino пропонує стандартний форм-фактор, який розбиває функції мікроконтролера на більш доступний пакет.

Розглянемо контакти вводу-виводу, які використовуються для з'єднання з різними додатковими компонентами, зображено на рисунку 2.2.

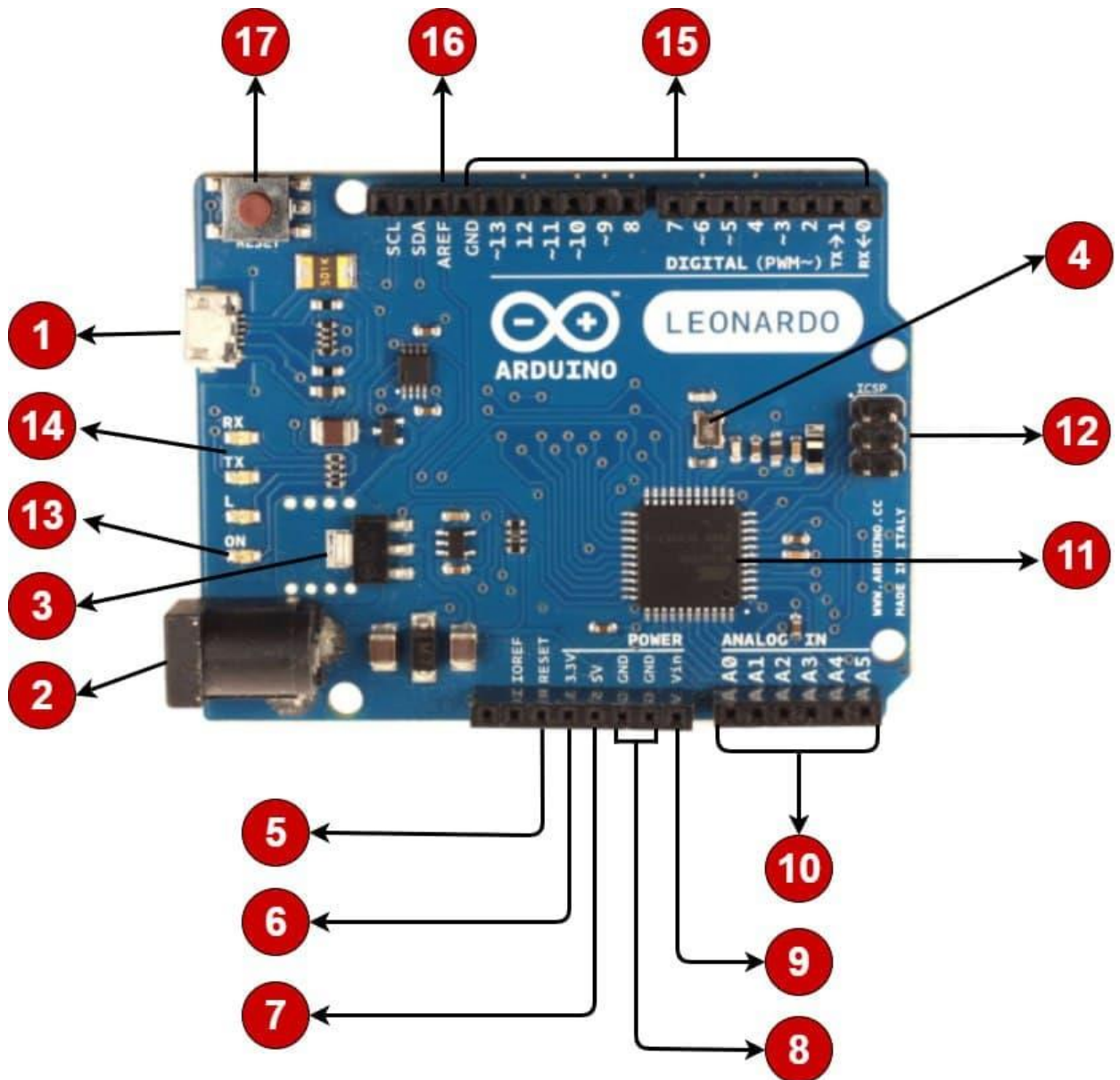


Рисунок 2.2 – Контакти вводу-виводу для з'єднання з компонентами

Згідно рисунка 2.2 компоненти на платі відповідають наступним позначенням:

– (1) Живлення USB. Плату Arduino можна живити за допомогою кабелю USB від комп'ютера.

– (2) Живлення з мережі. Плати Arduino можуть отримувати живлення безпосередньо від електромережі змінного струму, підключаючи його до розетки.

– (3) Регулятор напруги. Функція регулятора напруги полягає в контролі напруги, що подається на плату Arduino, і стабілізації напруг постійного струму, що використовуються процесором та іншими елементами.

– (4) Кристалічний генератор. Кристалічний генератор відповідає за час. Частота становить 16 МГц.

– (5, 17) Скидання Arduino. «Скидання» – термін означає можливість запустити програму з самого початку. Це можна зробити двома шляхами: за допомогою кнопки скидання (17) на платі, або підключити зовнішню кнопку скидання до контакту з написом RESET (5).

– (6-9) Контакти (3.3, 5, GND, Vin):

– 3,3 В (6) – живлення 3,3 вихідних вольт.

– 5 В (7) – напруга 5 вихідних вольт.

– GND (8) (Ground) – на Arduino є кілька штифтів GND, будь-який з яких може бути використаний для заземлення ланцюга.

– Vin (9) – цей контакт також може використовуватися для живлення плати Arduino від зовнішнього джерела живлення, наприклад, від джерела змінного струму.

– (10) Аналогові контакти. Плата Arduino має шість аналогових вхідних контактів від А0 до А5. Вони можуть зчитувати сигнал з аналогового датчика, такого як датчик вологості, температури, і перетворювати його в цифрове значення, яке може зчитувати мікропроцесор.

– (11) Головний мікроконтролер. Кожна плата Arduino має власний мікроконтролер (11). Мікроконтролери, як правило, компанії ATMEL.

– (12) ICSP. Переважно, ICSP (12) – це AVR, частина програмування для Arduino, що складається з MOSI, MISO, SCK, RESET, VCC та GND. Його часто називають SPI (послідовний периферійний інтерфейс), який можна розглядати як «розширення» вихідних даних.

– (13) Індикатор живлення. Цей світлодіод загоряється, при підключенні до джерела живлення, щоб вказати, що ваша плата живиться правильно. Якщо це світло не вмикається, значить, щось не так із підключенням.

– (14) Світлодіоди TX та RX. Світлодіоди: TX (передача) і RX (отримання). Індикатор TX блимає з різною швидкістю під час надсилання послідовних даних. Швидкість блимання залежить від швидкості передачі, яку використовує плата RX блимає під час прийому.

– (15) Цифровий ввід/вивід. Плата Arduino має цифрові виводи вводи-виводи (15) (з них 6 забезпечують вихід ШІМ (модуляція ширини імпульсу). Штифти з позначкою «~» можуть бути використані для генерації ШІМ.

– (16) AREF. AREF розшифровується як Analog Reference. Іноді він використовується для встановлення зовнішньої опорної напруги (від 0 до 5 Вольт) як верхньої межі для аналогових вхідних контактів [24].

#### **2.4.2 Мікроконтролер ATmega**

ATmega32U4 – економічний 8-бітний мікроконтролер, виконаний на основі RISC ЦПУ AVR. За рахунок виконання більшості інструкцій за один цикл синхронізації ATmega32U4 досягає продуктивності 1 MIPS/МГц, що дозволяє оптимізувати співвідношення споживаної потужності і продуктивності. На рисунку 2.3 зображено мікроконтролер ATmega32U4.

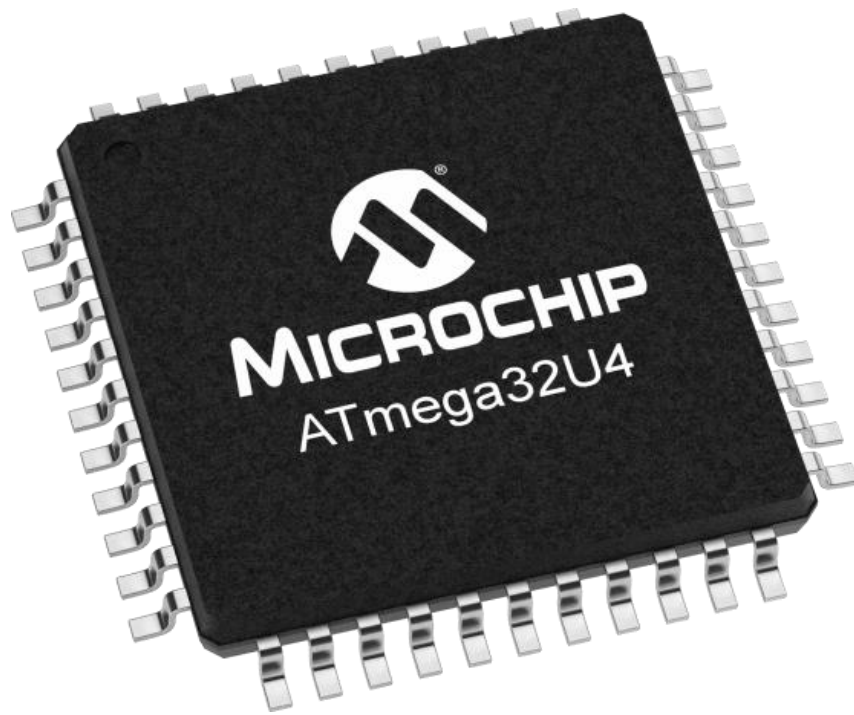


Рисунок 2.3 – Мікроконтролер ATmega32U4

Ядро AVR підтримує великий набір інструкцій і містить 32 робочих регістра загального призначення.

Мікроконтролер ATmega32U4 містить 32 Кбайт флеш-пам'яті з можливостями читання під час запису, 1 Кбайт ЕСППЗУ, 2.5 Кбайт статичної ОЗУ, 26 ліній введення-виведення загального призначення, 32 робочих регістра загального призначення, 12-канальний 10-бітний АЦП з опціональним диференціальним входним каскадом, вбудований відкалібрований давач температури, програмований таймер з генератором, інтерфейс SPI. У режимі холостого ходу ЦПУ не працює, але в роботі залишаються статична ОЗУ, таймери-лічильники та система переривань. В режимі відключення (Power-down) зберігається вміст регістрів, при цьому, зупиняється генератор, відключаючи вбудовані функції до наступного переривання або апаратного скидання. У режимі зниження шуму АЦП зупиняється ЦПУ і всі введення-виведення, але не АЦП, що дозволяє мінімізувати вплив цифрового шуму на результат перетворення. У черговому режимі (Standby) залишається в роботі кварцовий генератор. Використання

цього режиму дозволяє домогтися максимальної швидкості відновлення нормального функціонування і, при цьому, зберігати середнє енергоспоживання на низькому рівні.

Мікроконтролер випускається за технологією високощільної незалежної пам'яті ATME1. Внутрішня системно-програмована флеш-пам'ять підтримує можливість перепрограмування через інтерфейс SPI, завдяки програматору звичайної незалежній пам'яті або під управлінням вбудованої завантажувальної програми, що виконується ядром AVR. Завантажувальна програма для завантаження коду програми в сектор прикладної програми флеш-пам'яті. може використовувати будь-який інтерфейс. Програма в завантажувальному секторі флеш-пам'яті залишиться активною навіть під час поновлення сектора прикладної програми флеш-пам'яті, таким чином підтримуючи можливість зчитування під час запису.

Поєднання в одному кристалі 8-бітного RISC ЦПУ з системною само-програмованою флеш-пам'яттю робить мікроконтролер ATmega32U4 ефективним і недорогим інструментом для вирішення завдань вбудованого управління.

Мікроконтролер ATmega32U4 підтримується повним набором апаратних і програмних засобів для проектування [25].

### **2.4.3 Середовище розробки Arduino IDE**

Програмне забезпечення Arduino є відкритим. Вихідний код середовища Java випускається під GPL, а бібліотеки мікроконтролерів C / C++ – під LGPL.

На рисунку 2.4 зображено зовнішній вигляд середовища Arduino IDE.

```

weather_station_send_data_to_server | Arduino 1.8.15 (Windows Store 1.8.49.0)
Файл Правка Скетч Інструменти Допомога

weather_station_send_data_to_server

#include <Wire.h>
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <Adafruit_BME280.h>
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>

byte mac[] = {
  0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xFD, 0xFE, 0xED };

IPAddress ip(192,168,0,20);

#define SEALEVELPRESSURE_HPA (1013.25)
Adafruit_BME280 bme;

char server[] = "www.server.stanko.pp.ua";

EthernetClient client;

void setup() {
  Serial.begin(9600);

  if (!bme.begin(0x76)) {
    Serial.println("Could not find a valid BME280 sensor, check wiring!");
    while (1);
  }

  Ethernet.begin(mac, ip);
}

void loop() {
  String data = "temperature=";
  data += bme.readTemperature();
  data += "&humidity=";
  data += bme.readHumidity();
}

```

1 Arduino Uno на COM5

Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд середовища Arduino IDE

Мікропрограма (Sketch) – програма Arduino.

Програми Arduino можна розділити на три основні частини: Структура, Значення (змінні та константи) та Функції.

Почнемо зі Структури. Структура програмного забезпечення складається з двох основних функцій:

- функція `setup()`;
- функція `loop()`.
- Призначення (purpose) – функція `setup()` викликається при запуску програми. Її використовують для ініціалізації змінних, режимів

виведення, початку використання бібліотек тощо. Функція налаштування буде запускатися лише один раз, після кожного включення або скидання плати Arduino [26].

- Вхід (input).
- Вихід (output).
- Повернення (return).

#### 2.4.4 Цифровий датчик вологості, тиску та температури BME280

BME280 – це комбінований цифровий датчик вологості, тиску та температури, заснований на перевірених принципах зондування. Модуль датчика розміщений у надзвичайно компактному корпусі LGA з металевією кришкою із розміром площі всього 2,5 x 2,5 мм<sup>2</sup> при висоті 0,93 мм. Невеликі габарити та низьке енергоспоживання дозволяють використовувати такі пристрої, що працюють від акумуляторів. На рисунку 2.5 зображено цифровий датчик BME280.

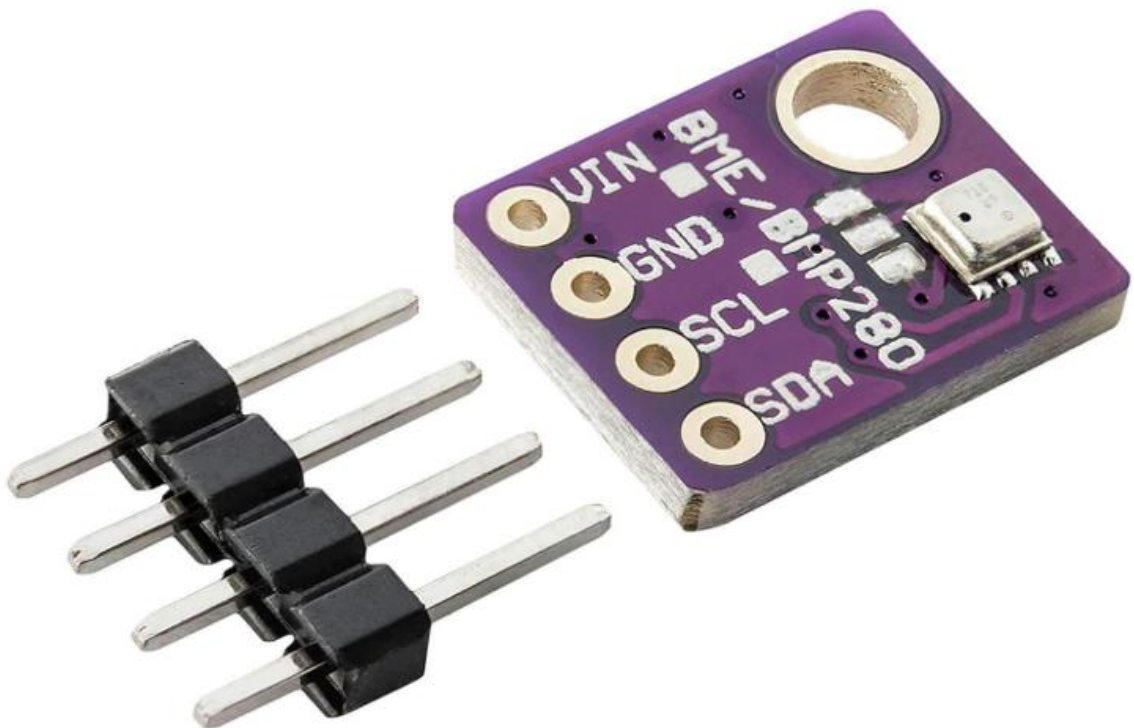


Рисунок 2.5 – Цифровий датчик BME280

ВМЕ280 досягає високої продуктивності у всіх додатках, що вимагають вимірювання вологості та тиску. Ці нові додатки для управління домашньою автоматизацією, навігації у дверях, фітнесу, а також вдосконалення GPS вимагають одночасно високої точності та низької загальної вартості.

Давач вологості забезпечує надзвичайно швидкий час відгуку для програм та високу загальну точність у широкому діапазоні температур.

Давач тиску – це абсолютний барометричний давач тиску з надзвичайно високою точністю та роздільною здатністю.

Вбудований давач температури оптимізований для найнижчого рівня шуму та найвищої роздільної здатності. Його вихідний сигнал використовується для температурної компенсації давачів тиску та вологості, а також може використовуватися для оцінки температури навколишнього середовища [27].

ВМЕ280 можна експлуатувати в трьох режимах живлення:

- Режим сну.
- Нормальний режим.
- Вимушений режим.

Для того, щоб адаптувати швидкість передачі даних, шум, час відгуку та поточне споживання до потреб користувача, можна вибрати різні режими передискретизації, режими фільтрації та швидкості передачі даних.

Основні характеристики:

- Упаковка (2,5 мм x 2,5 мм x 0,93 мм металева кришка LGA).
- Цифровий інтерфейс (I<sup>2</sup>C (до 3,4 МГц) і SPI (3 і 4 дроти, до 10 МГц)).
- Напруга живлення:
  - діапазон напруги  $V_{DD}$  основної напруги: 1,71 В до 3,6 В;
  - діапазон напруги інтерфейсу  $V_{DDIO}$ : 1,2 В до 3,6 В).
- Поточне споживання: від 1,8  $\mu$ А до 3,6  $\mu$ А, та 0,1  $\mu$ А в режимі сну.



– Робочий діапазон (-40...+85 °С, 0...100 % відн. вологість, 300...1100 гПа).

– Давач вологості та давач тиску можна ввімкнути / вимкнути незалежно.

– Реєстрація та продуктивність, сумісні з цифровим давачем тиску Bosch Sensortec BMP280.

Основні параметри давача вологості:

- Час реакції ( $\tau_{63\%}$ ) – 1 с.
- Точність –  $\pm 3\%$  відносної вологості.
- Гістерезис –  $\pm 1\%$  відносної вологості.

Основні параметри давача тиску:

- Середньоквадратичний шум – 0,2 Па, екв. до 1,7 см.
- Коефіцієнт зміщення температури –  $\pm 1.5$  Па/К, екв. до  $\pm 12.6$  см при зміні температури 1 °С.

Типове застосування:

- Поінформованість про зміну кліматичних умов.
- Моніторинг фізичного стану / самопочуття.
  - Попередження щодо сухості або високих температур.
  - Вимірювання обсягу та витрати повітря.
- Контроль домашньої автоматизації.
  - управління опаленням, вентиляцією, кондиціонуванням (HVAC).
- Інтернет речей.
- Навігація в приміщенні (зміна висоти).
- Прогноз погоди.
- Індикація вертикальної швидкості (підйом / швидкість опускання).

Цільові пристрої:

- Телефони, планшетні ПК, GPS-пристрої.
- Навігаційні системи.
- Домашні метеостанції.
- Годинники.

## 2.4.5 Комунікаційна плата

Комунікаційна плата (Ethernet Shield) на базі мікросхеми WizNet W5100 – це повнофункціональний однокристальний контролер Ethernet з підтримкою Інтернету 10/100, розроблений для вбудованих програм, де потрібна простота інтеграції, стабільність, продуктивність, контроль за площею та системою. W5100 був розроблений, щоб полегшити легке здійснення підключення до Інтернету без ОС. W5100 відповідає стандартам IEEE 802.3 10BASE-T та 802.3u 100BASE-TX [28].

Контролер включає стеки TCP / IP та інтегрований Ethernet MAC & PHY. Апаратний стек TCP / IP підтримує TCP, UDP, IPv4, ICMP, ARP, IGMP та PPPoE, що вже кілька років було доведено в різних програмах. Внутрішній буфер 16 Кбайт включений для передачі даних. Немає необхідності розглядати питання роботи з контролером Ethernet, потрібно просте програмування сокетів. На рисунку 2.6 зображено Ethernet контролер.

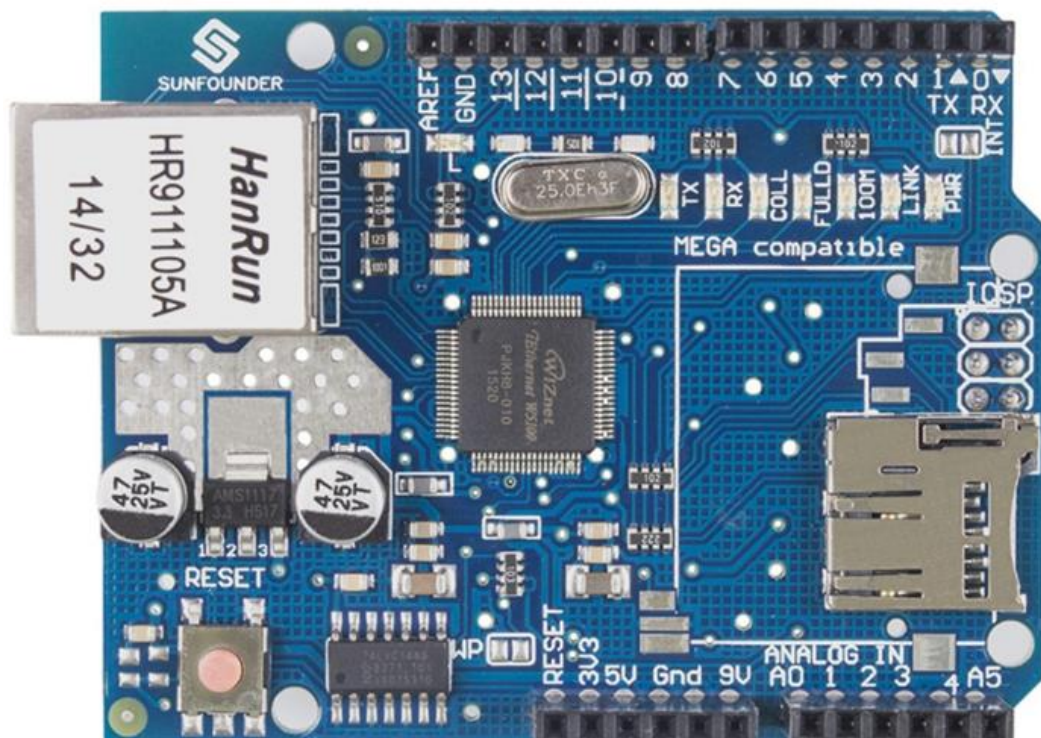


Рисунок 2.6 – Ethernet контролер

Для зручності інтеграції на стороні MCU підтримуються три різні інтерфейси, такі як спосіб доступу до пам'яті, який називається прямою, непрямою шиною та SPI.

Мікросхема W5100 добре підходить для багатьох вбудованих програм, зокрема:

- Пристрої домашньої мережі: приставки, PVR, цифрові медіа-адаптери.
- Послідовний Ethernet: елементи керування доступом, світлодіодні дисплеї, бездротові реле точки доступу тощо.
- Паралельний Ethernet: POS / Mini принтери, копіювальні машини.
- USB-до-Ethernet: пристрої зберігання даних, мережеві принтери.
- GPIO-до-Ethernet: датчики домашньої мережі.
- Системи безпеки: відеореєстратори, мережеві камери, кіоски.
- Автоматизація заводів та будівель.
- Обладнання для медичного моніторингу.
- Вбудовані сервери.

Особливості:

- Підтримка дротових протоколів TCP / IP: TCP, UDP, ICMP, IPv4 ARP, IGMP, PPPoE, Ethernet.
- Вбудований 10BaseT / 100BaseTX Ethernet PHY.
- Підтримка автоматичних переговорів (повний або двосторонній дуплекс).
- Підтримка Auto MDI / MDIX.
- Підтримка ADSL-з'єднання (з підтримкою протоколу PPPoE з аутентифікацією PAP / CHAP режим).
- Підтримує 4 незалежні розетки одночасно.
- Не підтримує фрагментацію IP.
- Внутрішня пам'ять 16 Кбайт для буферів Tx / Rx.
- 0,18 мкм CMOS-технологія.

- Робота 3,3 В з допуском сигналу вводу-виводу 5 В.
- Невеликий 80-контактний пакет LQFP.
- Підтримка послідовного периферійного інтерфейсу (SPI MODE 0).

## 2.5 Реалізація апаратної частини

Метеостанція має в основі:

- Мікроконтролер Arduino Leonardo.
- Комунікаційну плату на базі мікросхеми WizNet5100.
- Давач ВМЕ280 (вимірює температуру, вологість, атмосферний тиск).

Апаратна частина забезпечує таку функціональність системи:

- час;
- дата;
- температури;
- станція атмосферний тиск;
- атмосферний тиск на рівні моря;
- вологість;
- короткочасний місцевий прогноз погоди.

На рисунку 2.7 наведено схему підключення апаратної частини.

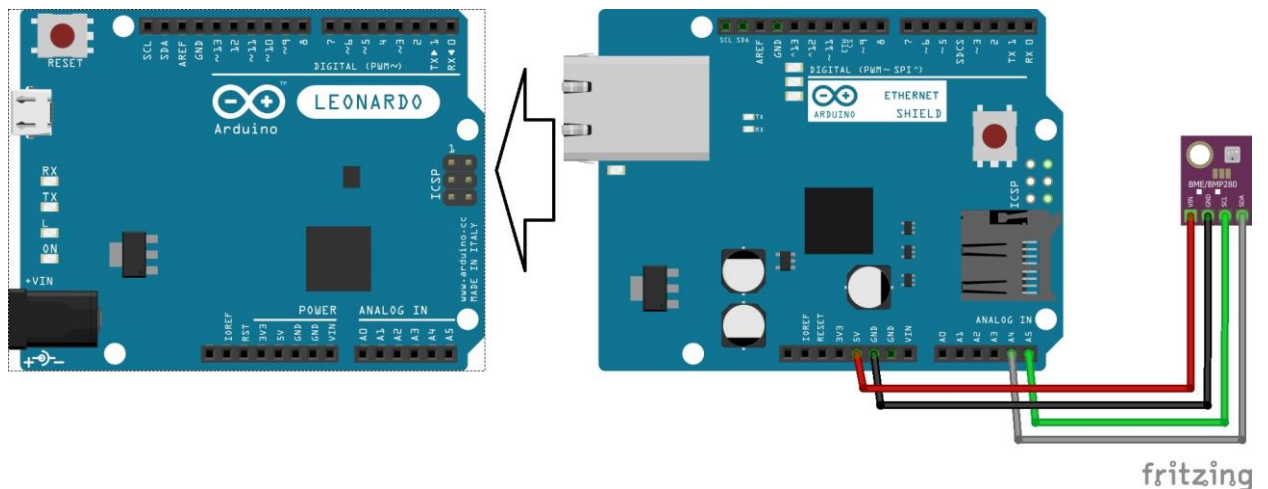


Рисунок 2.7 – Схема підключення апаратної частини

На рисунку 2.8, зображено розроблену установку метеостанції вигляд зверху.

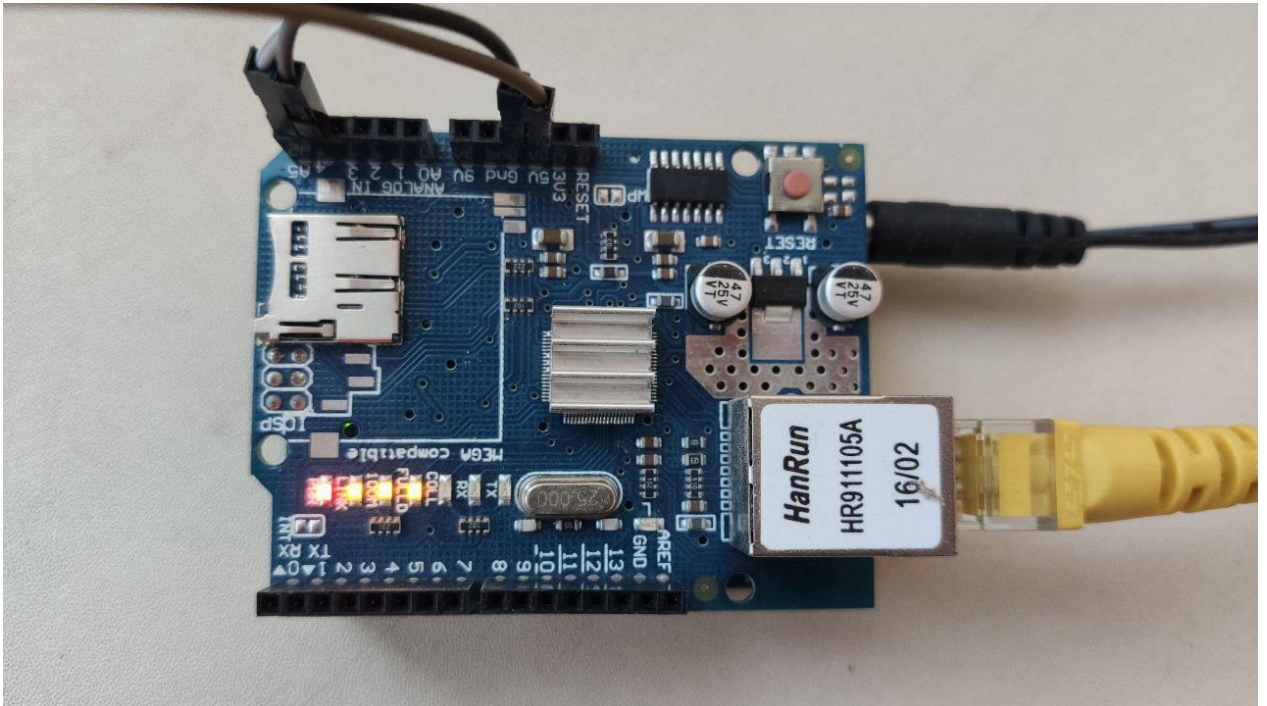


Рисунок 2.8 – Розроблена установка метеостанції вигляд зверху

На рисунку 2.9, зображено датчик температури, вологості та тиску BME280.

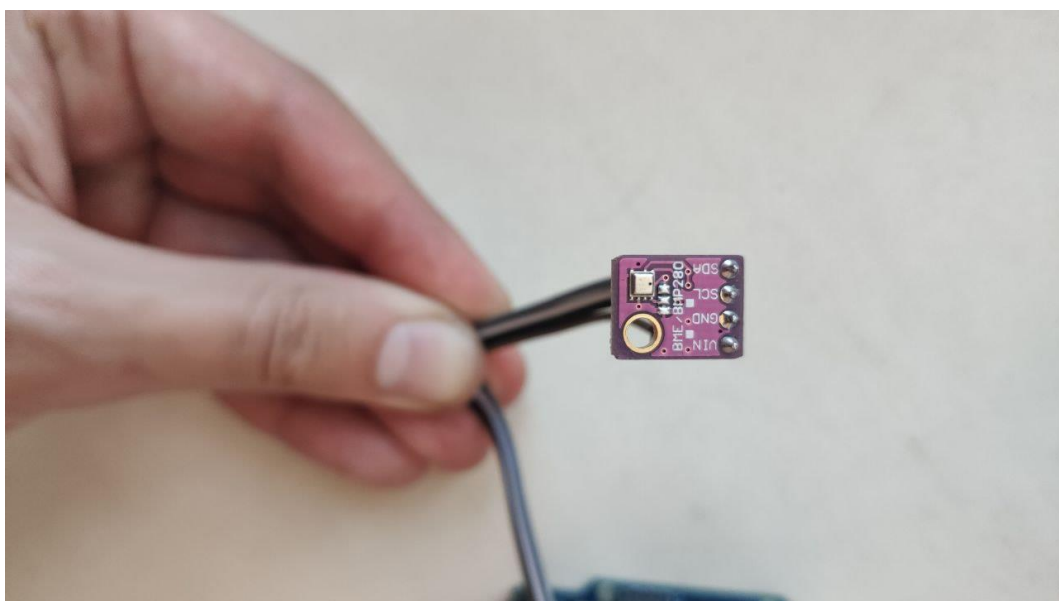


Рисунок 2.9– Датчик BME280

На рисунку 2.10, зображено повноцінну розроблену метеостанцію на базі платформи Arduino.

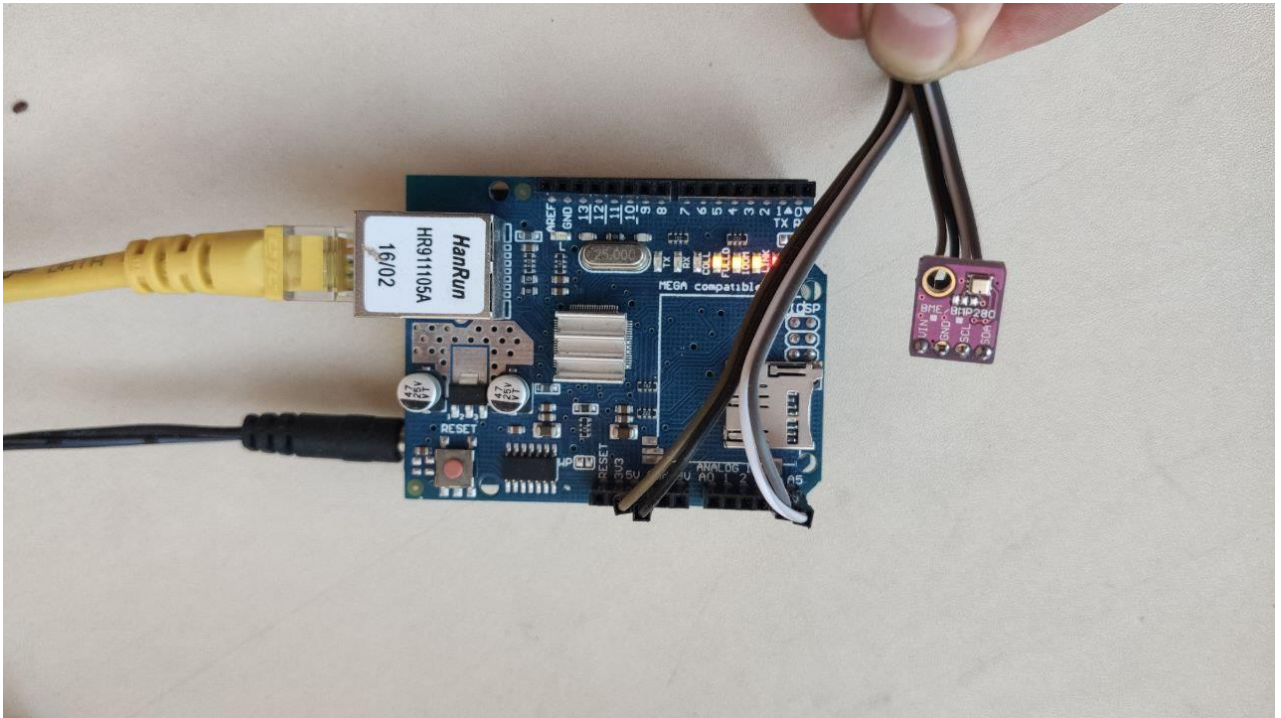


Рисунок 2.10 – Повноцінна розроблена метеостанція

## **2.6 Розробка інтерфейсу клієнтської частини інформаційної системи**

Розробка клієнтської частини передбачає веб-сайт з адміністративною формою входу, панель відображення інформації у вигляді блоків, сторінку з графічним представленням даних.

На рисунку 2.11, зображено сторінку інформаційної системи із формою для входу в адміністративну-панель керування.

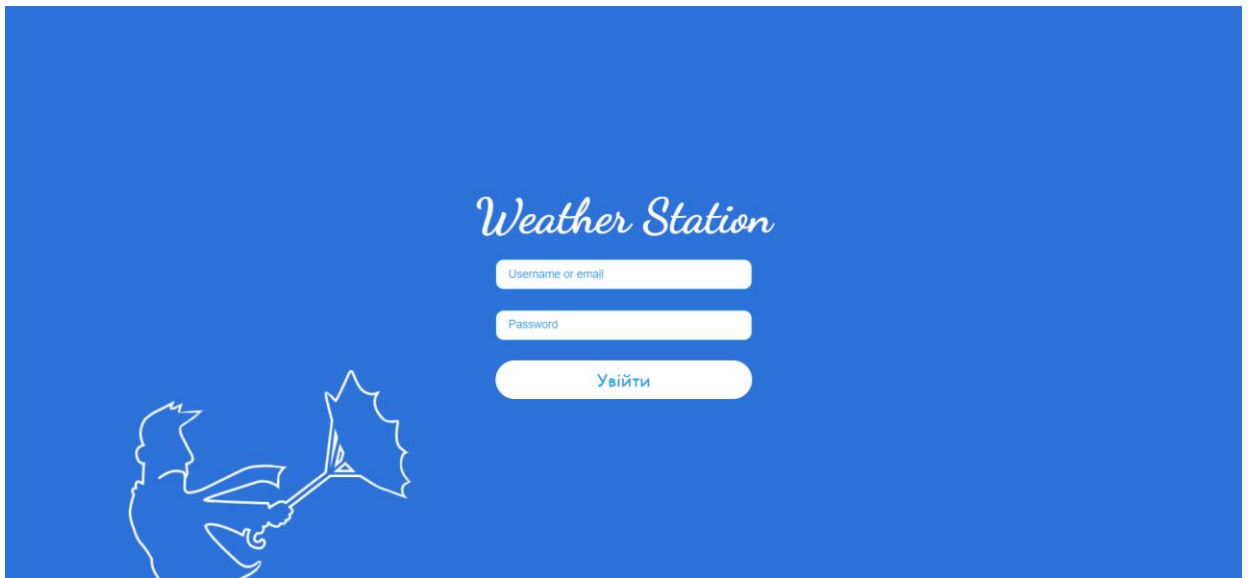


Рисунок 2.11 – Вхід в адміністративну-панель

У лістингу 2.1, наведено html-код для форми входу в адміністративну панель.

#### Лістинг 2.1 – Форма входу в адміністративну панель

```
<form action="" method="POST">

    <h1>Weather Station</h1>

    <div id="errorLogin">

        <?php foreach ($errors as $error): ?>
        <p id="message"><?= $error; ?></p>
        <?php endforeach; ?>

    </div>

    <input name="username" id="inputUsername"
placeholder="Username or email">

    <input id="inputPassword" type="password" name="password"
placeholder="Password">

    <input style="font-family: 'Comfortaa', cursive;"
id="btnLogIn" name="submit" type="submit" value="Увійти"
disabled>

</form>
```

На рисунку 2.12, зображено головну сторінку адміністративної панелі.



Рисунок 2.12 – Головна сторінка адміністративної панелі

Програмний код головної сторінки адміністративної панелі наведений в додатку Г у лістингу Г.1.

На рисунку 2.13, зображено шапку адмін-панелі інформаційної системи.



Рисунок 2.13 – Вигляд шапки адмін-панелі інформаційної системи

У лістингу 2.2, наведено структуру шапки адмін-панелі інформаційної системи.

Лістинг 2.2 – Шапка адмін-панелі інформаційної системи

```
<?php
    include ('../config.php');
?>
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
```



```

<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-
scale=1.0">
  <title>Dashboard</title>
  <link rel="stylesheet" href="css/admin.css">
</head>
<body>
<div class="box-area">
  <header>
    <div class="wrapper">
      <div class="logo"><a href="">Weather Station</a></div>
      <nav>
        <a href="charts/index.php">Графіки</a>
        <a href="logout.php">Вийти</a>
      </nav>
    </div>
  </header>
</div>

```

На рисунку 2.14, зображено інформаційний блок, який містить поточну інформацію м. Тернопіль, яка виводиться з бази даних.

Тернопіль	
Дата:	10.06.2021
Час:	11:30
Температура:	26.63 °C
Вологість:	36.91 %
Тиск:	975.7 гПа (731.84 мм рт. ст.)
Висота над рівнем моря:	440 м
Сезон:	Літо (Квітень - Вересень)

Рисунок 2.14 – Вигляд інформаційного блоку поточної інформації

У додатку Г в лістингу Г.2, наведено програмний код інформаційного блоку поточної інформації.

На головній сторінці адмін-панелі розміщено шапку інформаційної системи, інформаційний блок поточної інформації, яка виводиться з БД та відображається у даному блоці, блок прогнозування, який відображає зображення прогнозу, блок уточнення прогнозу за напрямком вітру містить: чотири кнопки, при натисненні на які оновлюється зображення з прогнозом відповідно програми кореляції.

На рисунку 2.15, зображено уточнений прогноз за напрямком вітру, натиск на першу кнопку.

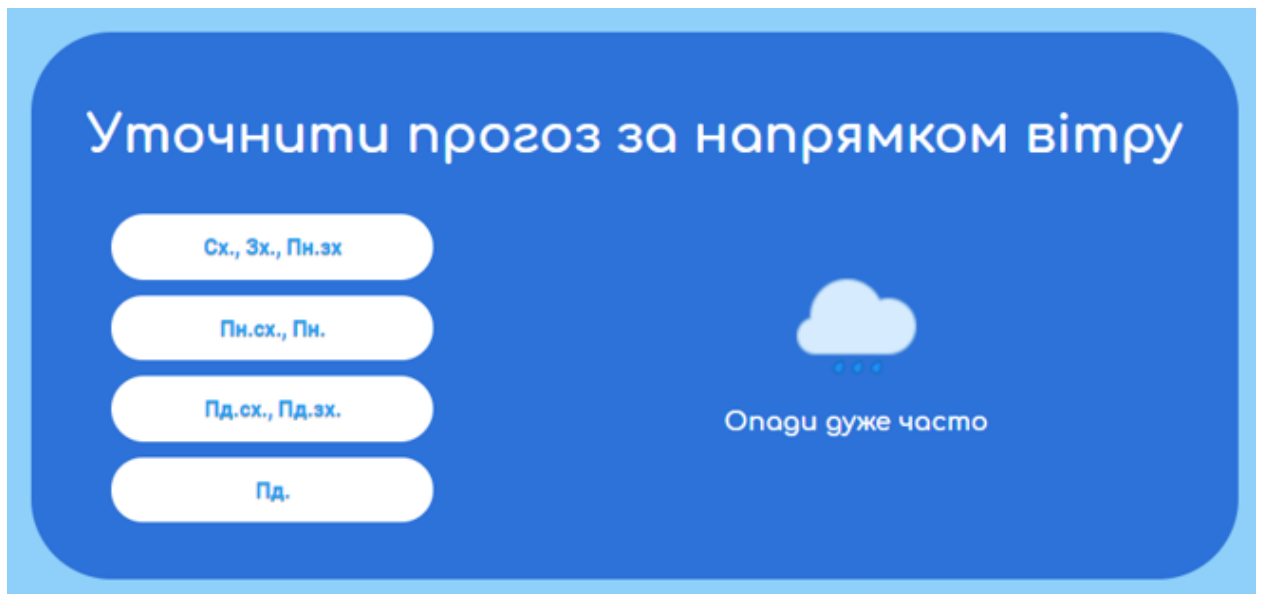


Рисунок 2.15 – Уточнений прогноз за напрямком вітру, натиск на першу кнопку

На рисунку 2.16, зображено уточнений прогноз за напрямком вітру, натиск на другу кнопку.

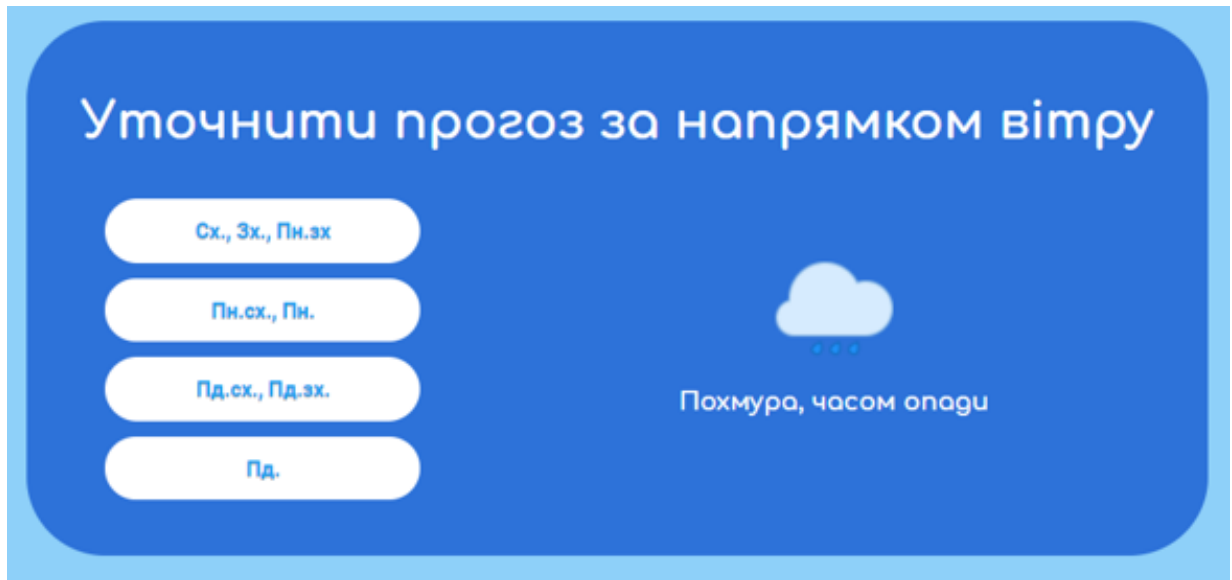


Рисунок 2.16 – Уточнений прогноз за напрямком вітру, натиск на другу кнопку

На рисунку 2.17, зображено уточнений прогноз за напрямком вітру, натиск на третю кнопку.

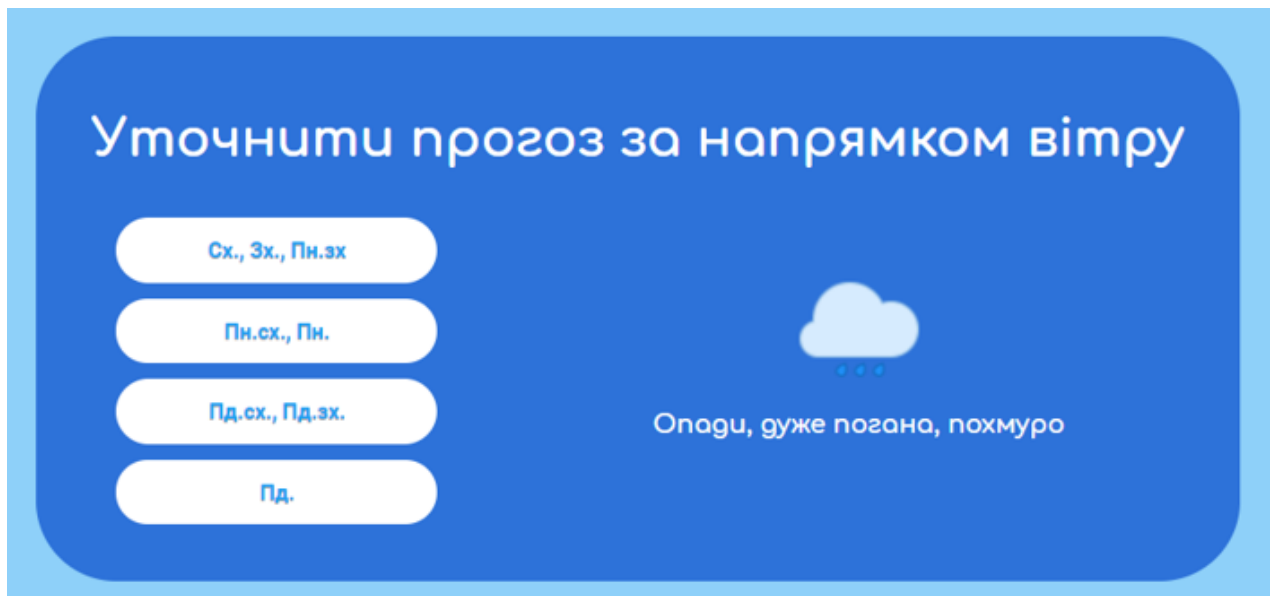


Рисунок 2.17 – Уточнений прогноз за напрямком вітру, натиск на третю кнопку

На рисунку 2.18, зображено уточнений прогноз за напрямком вітру, натиск на третю кнопку.

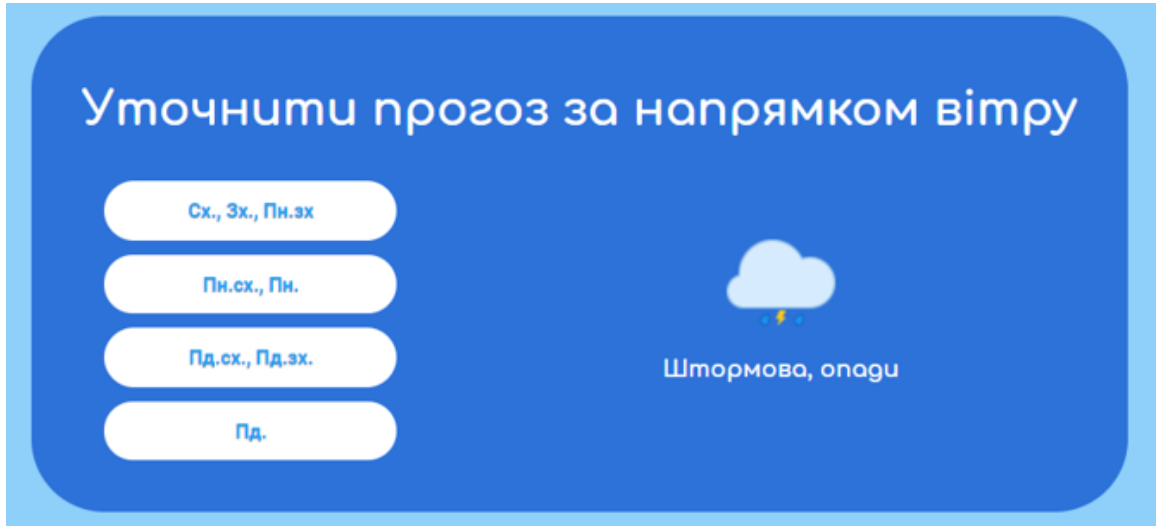


Рисунок 2.18 – Уточнений прогноз за напрямком вітру, натиск на четверту кнопку

На рисунку 2.19, зображено графік кліматичних даних: температури, вологості та тиску за останні 12 годин.



Рисунок 2.19 – Графік кліматичних даних за останні 12 годин

## 2.7 Тестування та калібрування інформаційної системи

Тестування інформаційної системи передбачає перевірку усіх функціональних частин серверної та клієнтської частини на наявність неполадок або невідповідностей. Як видно з рисунків проблем із системою не виявлено, пошук неполадок здійснювався у кілька проходів, в усіх популярних браузерях та на кількох варіаціях апаратної платформи, різних версіях веб серверу.

Калібрування передбачає приведення даних давача до уточненого вигляду, шляхом порівняння даних Гідрометцентру, а також з інформацією з інших локальних метеостанцій. Обравши три додаткових джерела показників тиску, визначили середнє значення у порівнянні з показами нашої системи. Як наслідок компенсували показники давача ВМЕ280 програмним шляхом додавши 5 гПа до усіх наступних замірів.

Перевірка точності прогнозу: розглянемо інформацію Гідрометцентру та порівняємо із власним прогнозом погодних умов. Як видно з рисунку 2.20, прогноз погоди на 10 червня передбачає часткову хмарність та грози.



Рисунок 2.20 – Прогноз погоди у м. Тернопіль на 10 червня

На рисунку 2.21, зображено дані тиску у м. Тернопіль станом на 10 червня.

Тиск, мм рт. ст.							
Чт, 10 чер, сьогодні							
0 <sup>00</sup>	3 <sup>00</sup>	6 <sup>00</sup>	9 <sup>00</sup>	12 <sup>00</sup>	15 <sup>00</sup>	18 <sup>00</sup>	21 <sup>00</sup>
732	732	732	732	733	732	732	732

Рисунок 2.21 – Дані тиску для м. Тернопіль станом на 10 червня

Порівнюємо із власним прогнозом зображеним на рисунку 2.22:

*Weather Station* Графіки Вийти

**Тернопіль**

Дата: 10.06.2021

Час: 11:30

Температура: 26.63 °C

Вологість: 36.91 %

Тиск: 975.7 гПа (731.84 мм рт. ст.)

Висота над рівнем моря: 440 м

Сезон: Літо (Квітень - Вересень)

**Прогнозування**

Опади дуже часто

**Уточнити прогроз за напрямком вітру**

Сх., Зх., Пн.зх.

Пн.сх., Пн.

Пд.сх., Пд.зх.

Пд.

Штормова, опади

Рисунок 2.22 – Порівняння із власним прогнозом

Як видно із усіх наведених рисунків – прогноз погоди можна вважати ТОЧНИМ.

## 2.8 Висновок до другого розділу

В другому розділі кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр»:

- Описано процес реалізації інформаційної системи.
- Розроблено програмну та апаратну частину на базі платформи Arduino.
- Спроектовано інтерфейс клієнтської частини.
- Проведено тестування та калібрацію апаратної частини для підвищення точності прогнозування.

## 3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ

### 3.1 Надзвичайні ситуації метеорологічного характеру

Небезпечні метеорологічні явища, що мають місце в Україні:

- сильні зливи (Карпатські та Кримські гори);
- град (на всій території України);
- сильна спека (степова зона);
- суховії, посухи (степова та східна лісостепова зони);
- урагани, шквали, смерчі (більша частина території);
- пилові бурі (південний схід степової зони);
- сильні тумани (південний схід степової зони);
- сильні заметілі (південний схід степової зони);
- снігові заноси (Карпати);
- значні ожеледі (степова зона);
- сильний мороз (північ Полісся та схід лісостепової зони) [29].

В Україні щорічно спостерігається до 150 випадків стихійних метеорологічних явищ. Частіше за все повторюються сильні дощі, снігопади, ожеледі, тумани. Рідше бувають пилові бурі, крижані обмерзання [30].

– Сильні дощі. В Україні серед стихійних явищ найпоширенішими є сильні дощі (зливи). Вони спостерігаються щорічно і поширюються на значні території. Найчастіше вони трапляються у Карпатах та горах Криму.

– Град. В теплий період року сильні дощі супроводжуються градом, що завдає відчутних збитків сільськогосподарським культурам. У 40% випадків випадіння граду спостерігається дрібний інтенсивний град. Великий град помічається в період з кінця серпня до середини вересня в Автономній Республіці Крим.

– Сильна спека. У степовій зоні щорічно буває сильна спека з температурою вище 30°C.



– Посухи. Тривала та значна нестача опадів, частіше при підвищеній температурі та низькій вологості повітря, що викликає зниження вологи у ґрунті і, як наслідок, погіршення росту, а іноді і загибель рослин. Суховії – це вітри з високою температурою і низькою відносною вологістю повітря.

– Урагани, бурі, смерчі – це рух повітряних мас з величезною швидкістю (до 50 м/с і більше) і руйнівною силою зі значною тривалістю. Шкала Бофорта для визначення сили вітру наведена у додатку Д.

– Сильні снігопади і заметілі. Сильні снігопади найчастіше спостерігаються в Карпатах, а також у лісостеповій та степовій зонах.

– Сильні морози. Найхолодніша частина країни – східні та північно-східні області. В цих місцевостях температура буває від  $-35^{\circ}\text{C}$ .

– Сильні ожеледі. Ожеледь виникає на земній поверхні та на предметах при намерзанні переохолоджених крапель дощу або туману частіше при температурі повітря трохи нижче  $0^{\circ}\text{C}$ .

– Тумани. Це різке порушення рівноваги в атмосфері, яке проявляється у незвичних умовах циркуляції повітря з дуже високими швидкостями повітряного потоку.

– Лавини – це снігова маса, що спадає зі схилів гір під дією сили ваги (перевантаження схилів снігом, послаблення структурних зв'язків усередині снігової товщі або їх спільної дії).

– Блискавки призводять до загорання будинків, виробничих будівель і споруд, руйнування ліній зв'язку і електромережі. Сила струму при грозовому електричному розряді може бути від 10 000 до 40 000 А.

Часто блискавка попадає в телевізійні антени, через це для зниження ризику ураження при загрозі телевізор доцільно вимкнути. Небезпечною є і телефонна мережа. Важливо захищати прилад метеопрогнозування від удару блискавки шляхом передбаченого заземлення. Та дотримуватись Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів [31-32].

### 3.2 Розробка конкретних заходів щодо боротьби із статичною електрикою

Статична електрика – це сукупність явищ, що пов'язані з виникненням, накопиченням та релаксацією вільного електричного заряду на поверхні або в об'ємі діелектричних та напівпровідникових речовин, матеріалів та виробів. Виникнення зарядів статичної електрики є результатом складних процесів перерозподілу електронів чи іонів при стиканні двох різнорідних тіл (речовин) [33].

Порушення поверхневого контакту при терті тіл призводить до електризації – виникнення електричних зарядів, які можуть утримуватись на поверхні цих тіл протягом тривалого часу. Такі заряди, на відміну від рухомих зарядів динамічної електрики (електричний струм) знаходяться у статичному стані [34].

Електричні заряди виникають:

- при терті діелектричних тіл один об одного або об метал (пасові передачі);
- при переливанні, перекачуванні, перевезенні в ємностях горючих та легкозаймистих рідин;
- при транспортуванні горючих газів трубопроводом;
- при подрібненні діелектриків;
- при переміщенні сухого запиленого повітря з великою швидкістю.

За сприятливих умов, при низькій вологості повітря статичні заряди не лише утворюються, а й накопичуються. Коли в результаті такого накопичення вони набудуть високого потенціалу, то може виникнути швидкий іскровий розряд між частинами устаткування або розряд на землю. Такий іскровий розряд при наявності горючих сумішей може спричинити вибух чи пожежу. В цьому і полягає основна небезпека статичної електрики.

Захист від статичної електрики та її небезпечних проявів досягається трьома основними способами:

- Запобіганням виникнення та накопичення статичної електрики;
- Прискоренням стікання електростатичних зарядів;
- Нейтралізацією електростатичних зарядів.

Запобігти виникненню статичної електрики чи зменшити її величину можна заміною небезпечної технології, зменшенням швидкості руху речовини по трубопроводу, виготовленням поверхонь, що труться, з однорідних матеріалів.

Прискоренню стікання зарядів сприяє заземлення устаткування, збільшення електропровідності матеріалів шляхом нанесення на їх поверхню антистатичних добавок чи присадок, підвищення відносної вологості повітря.

Нейтралізація зарядів статичної електрики здійснюється внаслідок іонізації повітря індукційними, високовольтними, радіоактивними та комбінованими нейтралізаторами [35-36].

### **3.3 Естетичне оформлення робочого місця оператора ПК**

До чинників, які формують рівень естетичної свідомості, традиційно відносять естетичне почуття, естетичний смак, естетичний ідеал.

Особливості естетичного робочого середовища.

Вимоги до організації робочих місць можна згрупувати таким чином: інформаційні, економічні, енергомічні, гігієнічні, естетичні, технічні, організаційні. Продуктивність праці людини значною мірою залежить від елементів зовнішнього оформлення середовища, в якому вона працює.

В кожній складовій робочого місця, варто прийняти багато вирішень, що впливають на естетичну якість робочого середовища [37]. Зокрема необхідно:

- визначити і реалізувати помірний ступінь упорядкованості елементів робочого середовища з урахуванням площі робочого місця і розмірів цих елементів;

- установити раціональний розподіл світла і тіні;

- визначити ступінь взаємного узгодження елементів робочого середовища за формою, кольором і матеріалом;

- покращити естетичні параметри засобів праці.

Робоче місце – це оснащений технічними засобами простір, де здійснюється діяльність виконавця.

Організація робочого місця включає:

- облік психофізіологічної сумісності виконавця і засобів праці;

- аналіз антропометричних характеристик людини для вибору ергономічно-обґрунтованого робочого положення і робочих зон;

- раціональне компонування робочого місця;

- облік факторів зовнішнього середовища, у тому числі соціально-психологічного її аспекту.

Оцінка технічного рівня робочого місця проводиться шляхом аналізу:

- відповідності технологічного процесу, будівель і споруд – проектам, обладнання – нормативно-технічній документації, а також характеру та обсягу виконаних робіт, оптимальності технологічних режимів;

- технологічної оснащеності робочого місця (наявності технологічного оснащення та інструменту, контрольно-вимірювальних приладів і їхнього технічного стану, забезпеченості робочого місця підйимально-транспортними засобами);

- відповідності технологічного процесу, обладнання, оснащення інструменту і засобів контролю вимогам стандартів безпеки та нормам охорони праці;

- впливу технологічного процесу, що відбувається на інших робочих місцях.

Гігієнічні вимоги – це вимоги до освітлення робочих місць, повітрообміну, температурного режиму, вологості, шуму та інших факторів середовища, які впливають на здоров'я і працездатність людини [38]. Ергономічні вимоги пов'язані зі створенням для людини оптимальних умов праці, що роблять її високопродуктивною та надійною і водночас забезпечують людині необхідні зручності, зберігаючи сили, здоров'я та працездатність [39].

Робоча зона – це просторова зона дії, оснащена технічними засобами, в якій здійснюється трудова діяльність працівника або групи працівників.

Слід відрізнити поняття робоча зона і робоче місце, робоча зона – частина робочого місця, обмежена крайніми точками досяжності рук чи ніг працюючого із зміщенням на один-два кроки від центру робочого місця.

Залежності від технологічного процесу всі робочі місця можна розділити на постійні і тимчасові. Постійні робочі місця – це ті, які не змінюють своє розміщення в просторі. В свою чергу, вони поділяються на основні, допоміжні, обслуговуючі [40].

Можна виділити окремі загальні риси, зумовлені певними основними вимогами при їх організації:

- точне виконання встановленої технології;
- забезпечення споріднення ручних операцій;
- створення на робочому місці умов, які б дозволяли працівнику працювати в найбільш сприятливій позі;
- забезпечити дотримання вимог ергономіки до робочого місця, предметів праці;
- створити нормативні санітарні умови праці і комфортність робочого місця.

Організація робочого місця – це сукупність заходів з питань його планування, оснащення засобами виробництва та раціонального розміщення.

Основні вимоги до організації робочого місця:

- на робочому місці постійно має бути все необхідне для безперервної та високопродуктивної роботи;
- територія робочого місця має бути такою, щоб працюючий у нормальних умовах виробничого процесу не робив жодного зайвого руху і у той самий час був вільний в кожному виробничо-необхідному русі;
- для економії часу та зусиль працівника кожний елемент оснащення робочого місця має бути розташований на місці його безпосереднього застосування;
- кожний елемент робочого місця має бути раціонально розташований відносно інших елементів та працюючого, щоб він міг будь-коли легко дістати будь-яке знаряддя;
- точка функціонування та лінії руху працівника мають бути визначені ретельно, з урахуванням умов економії часу, зусиль і вимог фізіології праці.

### **3.4 Висновок до третього розділу**

В третьому розділі кваліфікаційної роботи описано надзвичайні ситуації метеорологічного характеру, які важливі при розробці інформаційної системи метеопрогнозування як з точки зору передбачення таких явищ так і захисту від них.

Розроблено рекомендації щодо боротьби із статичною електрикою, з огляду на чутливе обладнання та ризики для здоров'я людини при монтажі та обслуговуванні метеостанції.

Наведено етапи раціоналізації робочих місць, що являє собою зменшення витрат робочого часу на його обслуговування; забезпечення нормальних умов праці і зменшення втомлюваності та напруження працівників; найбільш економне використання площі і підвищення продуктивності праці персоналу. Продуктивність праці прямо пропорційно залежить від організації робочих місць.

## ВИСНОВКИ

В результаті проведених досліджень в процесі виконання кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр» можна сформулювати наступні висновки:

- Проаналізовано технічні рішення з моніторингу кліматичних даних.
- Проаналізовано стратегію побудови інформаційної системи на основі платформи Arduino.
- Досліджено залежність зміни погодних умов від атмосферного тиску.
- Обґрунтовано вибір алгоритмів прогнозування які застосовуються в системі моніторингу.
- Створено програмну та апаратну частину моніторингу кліматичних даних.
- Розроблено програму роботи мікроконтролера.
- Спроектовано та реалізовано установку метеостанції.
- Протестовано усі частини розроблюваної системи на наявність несправностей.

Розроблена система забезпечує моніторинг кліматичних даних у м. Тернопіль з можливістю прогнозування, віддаленого контролю та збору статистичних даних.

Впровадження розробленої системи дозволить покращувати локальне та короткотермінове прогнозування, покращуючи інформування про погодні умови для критичних областей життєдіяльності людини.

**ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ**

- 1 The use of personal weather station observations to improve precipitation estimation and interpolation. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://www.researchgate.net>. – Дата доступу: 10.05.2021.
- 2 Citizen Weather Observer Program. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <http://www.wxqa.com/>. – Дата доступу: 11.05.2021.
- 3 Weather. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://www.merriam-webster.com>. – Дата доступу: 10.05.2021.
- 4 Прогноз погоди. Методи прогнозування. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://pogoda.rovno.ua/prognoz-pogodi-metodi-prognozuvannya>. – Дата доступу: 11.05.2021.
- 5 The History of Atmospheric Discovery. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://scied.ucar.edu/>. – Дата доступу: 11.05.2021.
- 6 Weather forecasting. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://www.britannica.com/>. – Дата доступу: 12.05.2021.
- 7 Process-Oriented Evaluation of Climate and Weather Forecasting Models. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://www.researchgate.net/>. – Дата доступу: 12.05.2021.
- 8 Predicting weather forecast uncertainty with machine learning. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/>. – Дата доступу: 13.05.2021.
- 9 Чиняк А. Розподіл температур повітря і опадів по території України [текст] А. Чиняк, М. В. Приходько //Збірник наукових праць студентів географічного факультету. Ужгород, 2020.- С. 116-120.
- 10 Географічні відомості. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <http://www.oda.te.gov.ua/>. – Дата доступу: 14.05.2021.



- 11 6 Best Home Weather Stations to Buy in 2021. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://www.goodhousekeeping.com/>. – Дата доступу: 13.05.2021.
- 12 La Crosse Technology. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://www.lacrossetechnology.com/>. – Дата доступу: 14.05.2021.
- 13 MOBILE ALERTS. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://measurements.mobile-alerts.eu/>. – Дата доступу: 10.05.2021.
- 14 История прогноза погоды. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://habr.com/>. – Дата доступу: 15.05.2021.
- 15 Метеопост – Циклоны и антициклоны. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://meteorpost.com/info/Cyclones/>. – Дата доступу: 18.05.2021.
- 16 ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА МЕТОДИ СКЛАДАННЯ СЕРЕДНЬОСТРОКОВИХ ПРОГНОЗІВ ПОГОДИ. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://meteo.gov.ua/>. – Дата доступу: 18.05.2021.
- 17 Прогноз погоды по атмосферному давлению. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <http://sea-library.ru/>. – Дата доступу: 19.05.2021.
- 18 Weather forecast using Sager algorithm. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://www.weather-above.com/>. – Дата доступу: 19.05.2021.
- 19 Zambretti Algorithm for Weather Forecasting. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://communities.sas.com/>. – Дата доступу: 20.05.2021.
- 20 Коли Гідрометцентр не потрібен. Коротко про метеостанції. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://www.smartfarming.ua/>. – Дата доступу: 20.05.2021.
- 21 Wireless Weather Station Using Arduino Mega and Arduino Nano. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://www.researchgate.net/>. – Дата доступу: 22.05.2021.

- 22 Weather Data Accumulation using Arduino. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://www.researchgate.net/>. – Дата доступу: 22.05.2021.
- 23 Погодний калькулятор Zambretti (варіант 3). [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://monatkodenis.blogspot.com/>. – Дата доступу: 23.05.2021.
- 24 Arduino Leonardo with Headers. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://store.arduino.cc/>. – Дата доступу: 23.05.2021.
- 25 ATMEGA32U4 Datasheet (PDF) – ATMEL Corporation. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://www.alldatasheet.com/>. – Дата доступу: 23.05.2021.
- 26 Arduino – Program Structure. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://www.tutorialspoint.com/>. – Дата доступу: 24.05.2021.
- 27 Humidity Sensor BME280 | Bosch Sensortec. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://www.bosch-sensortec.com/>. – Дата доступу: 24.05.2021.
- 28 WIZnet: Internet Offload Processor Provider. [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://www.wiznet.io/>. – Дата доступу: 25.05.2021.
- 29 "МЕТЕОРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ": Керівний документ, Державна гідрометеорологічна служба. – 2006 Режим доступу: URL: <https://meteo.gov.ua>. – Дата доступу: 25.05.2021.
- 30 Безпека життєдіяльності. Надзвичайні ситуації природного характеру. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://web.posibnyku.vntu.edu.ua>. – Дата доступу: 25.05.2021.
- 31 МІНІСТЕРСТВО ПАЛИВА ТА ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ. Наказ 25.07.2006 № 258 "Про затвердження Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів" [Електронний ресурс]. – 2006. – Режим доступу: URL: <https://zakon.rada.gov.ua>. – Дата доступу: 26.05.2021.
- 32 Стеблюк М.І. Цивільна оборона та цивільний захист: Підручник / М.І. Стеблюк. – 3-тє вид., стер. — К.: Знання, 2013. — 487 с.

33 ДСТУ 7302:2013 Статична електрика. Терміни та визначення основних понять. – 2014. – [Електронний ресурс] Режим доступу: URL: <http://online.budstandart.com>. – Дата доступу: 03.05.2021.

34 ДНАОП 0.00-1.29-97. Правила захисту від статичної електрики (33581) [Електронний ресурс] Режим доступу: URL: <https://dnaop.com>. – Дата доступу: 15.05.2021.

35 Охорона праці. Правові та організаційні основи охорони праці. [Електронний ресурс] Режим доступу: URL: <http://орсб.kpi.ua>. – Дата доступу: 15.05.2021.

36 Запорожець О. І., Протоєрейський О. С., Франчук Г. М., Боровик І. М. Основи охорони праці. Підручник. - К.: Центр учбової літератури, 2009. - 264 с.

37 МІНІСТЕРСТВО ДОХОДІВ І ЗБОРІВ УКРАЇНИ. Наказ 05.09.2013 № 443 "Про затвердження Примірної інструкції з охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин" [Електронний ресурс]. – 2013. – Режим доступу: URL: <https://zakon.rada.gov.ua>. – Дата доступу: 23.05.2021.

38 МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПІН 3.3.2.007-98 [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://zakon.rada.gov.ua>. – Дата доступу: 23.05.2021.

39 ЕРГОНОМІКА РОБОЧИХ МІСЦЬ: Методичні вказівки, Харків – ХНУМГ ім. О. М. Бекетова – 2017. – [Електронний ресурс] Режим доступу: URL: <https://core.ac.uk>. – Дата доступу: 12.05.2021.

40 МІНІСТЕРСТВО СОЦІАЛЬНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ. НАКАЗ 14.02.2018 № 207. Про затвердження Вимог щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу: URL: <https://zakon.rada.gov.ua>. – Дата доступу: 26.05.2021.

# ДОДАТКИ

*IV Міжнародна студентська науково - технічна конференція  
"ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ НАУКИ. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ"*

**Міністерство освіти і науки України,  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя  
Маріборський університет (Словенія)  
Технічний університет в Кошице (Словаччина)  
Каунаський технологічний університет (Литва)  
Львівський національний університет  
імені Івана Франка,  
Гірничо-металургійна академія ім. Станіслава Сташиця  
(Польща)  
Луцький національний технічний університет,  
Чернівецький національний університет  
імені Юрія Федьковича,  
Вроцлавський економічний університет (Польща)  
Донбаська державна машинобудівна академія**



*Студентське наукове товариство*



**IV МІЖНАРОДНА  
студентська науково - технічна конференція  
"ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ  
НАУКИ.**

**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ"**

**28-29 квітня 2021 р.**

*(збірник тез конференції)*

*Тернопіль 2021*

УДК 004.056.5

Ніколайчук Р. - ст. гр. СН-41, Станько А. - аспірант

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **РОЗРОБКА МЕТЕОСТАНЦІЇ З ФУНКЦІЄЮ ПРОГНОЗУВАННЯ НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРА ATMEGA**

Nikolaichuk R., Stanko A.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

### **DEVELOPMENT OF A WEATHER STATION WITH FORECASTING FUNCTION BASED ON ATMEGA MICROCONTROLLER**

Малогабаритні метеостанції мають змогу показувати поточні погодні умови і виконують короткотерміновий прогноз погоди. Часто міні-метеостанції є складовою систем «розумне місто» Цей пристрій може бути корисний для уточнення локального прогнозування погодних умов, допомагати людям чутливим до змін артеріального тиску. Існуючі готові рішення, попри широку функціональність, є дорогими, а також з обмеженими можливостями подальшої модифікації.

Враховуючи вищесказане, розробка міні-метеостанції з короткотерміновим прогнозуванням є актуальним завданням. Метеостанція включає в себе визначення температури, атмосферного тиску, вологості повітря. Програмна частина метеостанції включає в себе введення початкових налаштувань, опис давачів. Серверна частина передбачає веб-сайт, базу даних, аналіз даних та прогнозування.

Складання прогнозу погоди в простих метеостанціях може здійснюватися наступними способами. Першочергово збирається інформація з давачів про динаміку зміни атмосферного тиску  $T_p$  за останні 12 годин. Далі, в залежності від величини  $T_p$ , виводиться наступний індикатор прогнозу:

- при  $T_p > 0,25\text{кПа}$  виводиться прогноз «Сонце»;
- при  $-0,25\text{кПа} < T_p < 0,25\text{кПа}$  виводиться прогноз «Часткова хмарність»;
- при  $T_p < 0,25\text{кПа}$  виводиться прогноз «Очікуються опади».

Складнішим метод полягає у тому, щоб визначити відношення приросту тиску до інтервалу часу  $T_p\text{Ш}$  в межах 2-3 годин. Далі прогноз виконується за такою схемою:

- при  $T_p\text{Ш} > 0,25\text{кПа} / \text{год}$  - надмірно швидке підвищення тиску. Прогноз «Нестабільна погода»;
- при  $0,05\text{кПа} / \text{год} < T_p / \text{ДК} < 0,05\text{кПа} / \text{год}$  прогноз «незмінна погода»;
- при  $-0,25\text{кПа} / \text{год} < T_p / \text{ДК} < -0,05\text{кПа} / \text{год}$  відбувається зниження тиску. Прогноз «Стійка дощова погода»;
- при  $T_p / \text{ДК} < -0,25\text{кПа} / \text{год}$  відбувається надмірно швидке зниження тиску, виводиться прогноз «Нестійка погода, шторм».

Ще одним простим методом передбачення погоди є «Метод Замбретті» (Zambretti Forecaster), представлений компанією Negretti and Zambra в 1920 році. «Прогнозувальником» є картонні концентричні диски з отворами, суміщені по осі відносного обертання. На сьогоднішній день відомо чимало програмних алгоритмів, отриманих реверс-інжинірингом «прогнозувальника» Замбретті.

Головним недоліком відомих простих методів передбачення погоди є неточне формулювання прогнозу, відсутність прогнозу очікуваної температури і ймовірності опадів. [1,2] Вирішити завдання підвищення інформативності локального прогнозу можна шляхом застосування більш складних моделей прогнозу.

В рамках даної розробки визначені вимоги до міні-метеостанцій:

- діапазон виміру температури від  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- діапазон виміру атмосферного тиску від  $85\text{кПа}$  до  $110\text{кПа}$
- діапазон виміру відносної вологості повітря від  $0\%$  до  $100\%$ .

При виборі апаратної платформи виявлено, що найбільш оптимальним для зберігання і обробки даних, отриманих від датчиків, є платформа Arduino Mega 2560. Апаратна платформа, відповідні програмні бібліотеки - дозволяють вирішити задачу вибору компонентів пристрою різними варіаціями, що безпосередньо впливає на кількість та точність даних.

Відповідно до вимог можемо вибрати давач BME280, який має можливість вимірювання атмосферного тиску, температури і відносної вологості повітря. Підключення до платформи Arduino здійснюється через інтерфейс I2C [3]. Підвищення інформативності прогнозу також може бути досягнуто використанням давача для вимірювання швидкості руху повітря і визначення напрямку вітру. Отримані дані надсилаються на веб-сервер через будь яку доступну мережеву плату Arduino. На основі обраних компонентів була побудована схема міні-метеостанції (Рис 1).



Рис. 1 Схема підключення компонентів

На Рис. 2 відображено момент роботи програми, що відображає час і дані давачів. Для створення прогнозу погоди використовуються програмні алгоритми на основі вищеприписаних способів. В рамках даного огляду опис такої моделі не наводиться.



Рис. 2 Вікно моніторингу кліматичних даних

В результаті роботи проаналізовані алгоритми створення прогнозу погоди, виконано підбір системи: мікроконтролер Arduino Mega2560, датчик вимірювання температури, атмосферного тиску і відносній вологості повітря BMP280, мережевий модуль W5500. У програмному середовищі Arduino IDE створено програмне забезпечення, отримані дані з датчиків надсилаються і в подальшому аналізуються на веб-сервері.

#### **Література**

- [1] Кардашук, В. С., and О. В. Давиденко. "Метеостанція на Arduino з візуалізацією і аналізом даних погодної станції." (2018).
- [2] Krishnamurthi, Karthik, et al. "Arduino based weather monitoring system." International Journal of Engineering Research and General Science 3.2 (2015): 452-458.
- [3] BME280 Combined humidity and pressure sensor- (2019) [Електронний ресурс] / [www.bosch-sensortec.com/media/boschsensortec/downloads/datasheets/bst-bme280-ds002.pdf](http://www.bosch-sensortec.com/media/boschsensortec/downloads/datasheets/bst-bme280-ds002.pdf)



## Розшифрування прогнозу погоди диску «Zambretti»

A	Settled fine	Чудова, ясно
B	Fine weather	Хороша, ясно
C	Becoming fine	Стає хорошою, ясною погодою
D	Fine, becoming less settled	Хороша, але погіршується
E	Fine, possible showers	Хороша, можливі опади
F	Fairly fine, improving	Достатньо хороша, покращується
G	Fairly fine, possible showers early	Достатньо хороша, можливі опади
H	Fairly fine, showery later	Достатньо хороша, але очікуються опади
I	Showery early, improving	Опади, але покращується
J	Changeable, mending	Перемінна, але покращується
K	Fairly fine, showers likely	Достатньо хороша, можливі опади
L	Rather unsettled clearing later	Похмуро, але проясняється
M	Unsettled, probably improving	Похмуро, можливе покращення
N	Showery, bright intervals	Опади, часом з проясненнями
O	Showery, becoming less settled	Опади, стає менш стабільна
P	Changeable, some rain	Перемінна, невеликі опади
Q	Unsettled, short fine intervals	Похмура, короткі прояснення
R	Unsettled, rain later	Похмура, очікуються опади
S	Unsettled, some rain	Похмура, часом опади
T	Mostly very unsettled	Переважно, дуже похмура
U	Occasional rain, worsening	Місцями опади, погіршення
V	Rain at times, very unsettled	Місцями опади, дуже погана, похмуро
W	Rain at frequent intervals	Опади дуже часто
X	Rain, very unsettled	Опади, дуже погана, похмуро
Y	Stormy, may improve	Штормова, але покращується
Z	Stormy, much rain	Штормова, опади

Додаток В

Таблиця розрахунку погодних умов в залежності від атмосферного тиску, вітру, сезону

Тиск спадає			Тиск стабільний			Тиск зростає		
N	Z	P	N	Z	P	N	Z	P
1	A	1050	10	A	1033	20	A	1030
2	B	1040	11	B	1023	21	B	1022
3	D	1024	12	E	1014	22	C	1012
4	H	1018	13	K	1008	23	F	1007
5	O	1010	14	N	1000	24	G	1000
6	R	1004	15	P	994	25	I	995
7	U	998	16	S	989	26	J	990
8	V	991	17	W	981	27	L	984
9	X	985	18	X	974	28	M	978
			19	Z	960	29	Q	970
<b>Поправка на вітер (W)</b>						30	T	965
E, W, NW		0	SE, SW		+ 1	31	Y	959
NE, N		- 1	S		+ 2	32	Z	947
<b>Поправка на сезон (S)</b>			P → N;			<b>Поправка на сезон (S)</b>		
IV – IX		+ 2	N + W + S = N;			IV – IX		- 2
X – III		+ 1	N → Z.			X – III		- 1

## Програмна реалізація алгоритму «Zambretti» на мові PHP

У лістингу Г.1 наведено програмний код із файлу admin/index.php.

### Лістинг Г.1 – Програмний код із файлу admin/index.php

```
<?php
    session_start();

    if(empty($_SESSION["user"]))
    {
        header('Location: login.php');
    }

    include('partials/header.php');

    $result = mysqli_query($conn, 'SELECT * FROM sensor ORDER BY
id DESC LIMIT 1');

    while($row = mysqli_fetch_array($result))
    {
        $timeDB = $row["time"];
        $dateAndTime = explode(' ', $timeDB);
        $dateYearMonthDay = explode('-', $dateAndTime[0]);
        $timeHoursMinutesSeconds = explode(':',
$dateAndTime[1]);
        $date =
$dateYearMonthDay[2].'.'. $dateYearMonthDay[1].'.'. $dateYearMonth
Day[0];
        $time =
$timeHoursMinutesSeconds[0].':'. $timeHoursMinutesSeconds[1];
?>

<div id="wrapper1">
    <div id="left">
        <div class="block-data">
            <p class="location">Тернопіль</p>
            <div class="name-data">
                <p>
                    Дата:<span><?php echo $date; ?></span>
                </p>
                <p>
                    Час:<span><?php echo $time; ?></span>
                </p>
                <p>
                    Температура:<span><?php echo
$row['temperature']."' . " &#8451"; ?></span>
```

```

        </p>
        <p>
            Вологість:<span><?php echo
$row['humidity'] ." %";?></span>
        </p>
        <p>
            Тиск:<span><?php echo $row['pressure'] ." гПа
(".round($row['pressure'] * 0.75006156, 2) ." мм рт.
ст.)";?></span>
        </p>
        <p>
            Висота над рівнем моря:<span><?php echo "440
м";?></span>
        </p>
        <p>
            <?php
            $fullNameMonth = date("F");
            switch($fullNameMonth)
            {
                case "April":
                case "May":
                case "June":
                case "July":
                case "August":
                case "September":
                    $season = "Літо";
                    $season_text = "Літо (Квітень - Вересень)";
                    break;
                case "October":
                case "November":
                case "December":
                case "January":
                case "February":
                case "March":
                    $season = "Зима";
                    $season_text = "Зима (Жовтень - Березень)";
                    break;
                default:
                    echo "Error!";
                    break;
            }
            ?>
            Сезон:<span><?php echo $season_text; ?></span>
        </p>
    </div>
</div>
<?php
}
?>
<div id="content">
    <div id="prognoz-block">

```

```

<h1>Прогнозування</h1>
<?php
    $result1 = mysqli_query($conn,'SELECT id, time,
pressure FROM sensor ORDER BY id DESC LIMIT 1');

    while ($row = mysqli_fetch_array($result1))
    {
        $id30MinutesAgo = $row['id'] - 3;
        $p1 = $row['pressure'];
    }

    $result2 = mysqli_query($conn,'SELECT id, time,
pressure FROM sensor WHERE id = '.$id30MinutesAgo);

    while ($row = mysqli_fetch_array($result2))
    {
        $p2 = $row['pressure'];
    }
    $p = $p1 - $p2;
    if ($p >= 0.1)
    {
        $Z = 179 - 2 * $p1 / 12.9;
        if ($season == "Літо")
        {
            $Z -= 2;
        }
        if ($season == "Зима")
        {
            $Z -= 1;
        }
    }
    else if ($p > -0.1 && $p < 0.1)
    {
        $Z = 147 - 5 * $p1 / 37.6;
    }
    else if ($p <= -0.1)
    {
        $Z = 130 - $p1 / 8.1;
        if ($season == "Літо")
        {
            $Z += 2;
        }
        if ($season == "Зима")
        {
            $Z += 1;
        }
    }

    $weather = array(
        "1"=>["Чудова, ясно", "<img
src='images/sunny.png' alt='Хмарно'>"],

```

"2"=>["Хороша, ясно", "<img src='images/sunny.png' alt='Хмарно'>"],

"3"=>["Хороша, але погіршується", "<img src='images/sun\_and\_cloud.png' alt='Хмарно'>"],

"4"=>["Достатньо хороша, але очікуються опади", "<img src='images/sun\_and\_cloud.png' alt='Хмарно'>"],

"5"=>["Опади, стає менш стабільна", "<img src='images/cloudy.png' alt='Хмарно'>"],

"6"=>["Похмура, очікуються опади", "<img src='images/sun\_cloud\_rain.png' alt='Хмарно'>"],

"7"=>["Місцями опади, погіршення", "<img src='images/sun\_cloud\_rain.png' alt='Хмарно'>"],

"8"=>["Місцями опади, дуже погана, похмуро", "<img src='images/cloud\_and\_rain.png' alt='Хмарно'>"],

"9"=>["Опади, дуже погана, похмуро", "<img src='images/cloud\_and\_rain.png' alt='Хмарно'>"],

"10"=>["Чудова, ясно", "<img src='images/sunny.png' alt='Хмарно'>"],

"11"=>["Хороша, ясно", "<img src='images/sunny.png' alt='Хмарно'>"],

"12"=>["Хороша, можливі опади", "<img src='images/sun\_and\_cloud.png' alt='Хмарно'>"],

"13"=>["Достатньо хороша, можливі опади", "<img src='images/sun\_and\_cloud.png' alt='Хмарно'>"],

"14"=>["Опади, часом з проясненнями", "<img src='images/sun\_cloud\_rain.png' alt='Хмарно'>"],

"15"=>["Перемінна, невеликі опади", "<img src='images/sun\_cloud\_rain.png' alt='Хмарно'>"],

"16"=>["Похмура, часом опади", "<img src='images/cloud\_and\_rain.png' alt='Хмарно'>"],

"17"=>["Опади дуже часто", "<img src='images/cloud\_and\_rain.png' alt='Хмарно'>"],

"18"=>["Опади, дуже погана, похмуро", "<img src='images/cloud\_and\_rain.png' alt='Хмарно'>"],

"19"=>["Штормова, опади", "<img src='images/thunderstorm.png' alt='Хмарно'>"],

"20"=>["Чудова, ясно", "<img src='images/sunny.png' alt='Хмарно'>"],

"21"=>["Хороша, ясно", "<img src='images/sunny.png' alt='Хмарно'>"],

"22"=>["Стає хорошою, ясною погодою", "<img src='images/sun\_and\_cloud.png' alt='Хмарно'>"],

"23"=>["Достатньо хороша, покращується", "<img src='images/sun\_and\_cloud.png' alt='Хмарно'>"],

"24"=>["Достатньо хороша, можливі опади", "<img src='images/cloudy.png' alt='Хмарно'>"],

"25"=>["Опади, але покращується", "<img src='images/cloud\_and\_rain.png' alt='Хмарно'>"],

"26"=>["Перемінна, але покращується", "<img src='images/cloudy.png' alt='Хмарно'>"],

"27"=>["Похмуро, але прояснюється", "<img src='images/cloudy.png' alt='Хмарно'>"],

```

                "28"=>["Похмуро, можливе покращення", "<img
src='images/cloudy.png' alt='Хмарно'>"],
                "29"=>["Похмура, короткі прояснення", "<img
src='images/cloudy.png' alt='Хмарно'>"],
                "30"=>["Переважно, дуже похмура", "<img
src='images/cloud_and_rain.png' alt='Хмарно'>"],
                "31"=>["Штормова, але покращується", "<img
src='images/cloud_and_rain.png' alt='Хмарно'>"],
                "32"=>["Штормова, опади", "<img
src='images/thunderstorm.png' alt='Хмарно'>"]
            );
            // $weather[$Z][0] - прогноз текстом
            // $weather[$Z][1] - прогноз-картинка
            echo $weather[$Z][1];
            echo '<p style="font-weight: bold; margin-
bottom: 0px;">'. $weather[$Z][0]. '</p>';
            ?>
        </div>
        <div id="clarifyTheForecast">
            <h1>Уточнити прогоз за напрямком вітру</h1>
            <div id="formClarifyTheForecastLeft">
                <form id="formWindDirection" action="" method="POST">
                    <input name="E-W-NW" type="submit" value="Сх., Зх., Пн.зх">
                    <input name="NE-N" type="submit" value="Пн.сх., Пн.">
                    <input name="SE-SW" type="submit" value="Пд.сх., Пд.зх.">
                    <input name="S" type="submit" value="Пд.">
                </form>
            </div>
            <div id="updatedForecastRight">
                <?php
                    if(isset($_POST['E-W-NW']))
                    {
                        $newZ = ($Z) + 0;
                    }
                    if(isset($_POST['NE-N']))
                    {
                        $newZ = round($Z) - 1;
                    }
                    if(isset($_POST['SE-SW']))
                    {
                        $newZ = round($Z) + 1;
                    }
                    if(isset($_POST['S']))
                    {
                        $newZ = round($Z) + 2;
                    }
                ?>
                <?php echo $weather[$newZ][1];?>
                <p style="font-weight: bold;"><?php echo
$weather[$newZ][0];?></p>
            </div>
            <div class="clearfix"></div>

```

```

        </div>
    </div>
    <div class="clearfix"></div>
</div>
<?php mysqli_close($conn); ?>
</body>
</html>

```

## Лістинг Г.2 – Програмний код інформаційного блоку поточної інформації

```

<div class="block-data">
    <p class="location">Тернопіль</p>
    <div class="name-data">
        <p>
            Дата:<span><?php echo $date; ?></span>
        </p>
        <p>
            Час:<span><?php echo $time; ?></span>
        </p>
        <p>
            Температура:<span><?php echo
$row['temperature'] ." &#8451"; ?></span>
        </p>
        <p>
            Вологість:<span><?php echo
$row['humidity'] ." %"; ?></span>
        </p>
        <p>
            Тиск:<span><?php echo $row['pressure'] ." гПа
(".round($row['pressure'] * 0.75006156, 2) ." мм рт.
ст.) "; ?></span>
        </p>
        <p>
            Висота над рівнем моря:<span><?php echo "440
м"; ?></span>
        </p>
        <p>
            <?php
            $fullNameMonth = date("F");
            switch($fullNameMonth)
            {
                case "April":
                case "May":
                case "June":
                case "July":
                case "August":
                case "September":
                    $season = "Літо";
                    $season_text = "Літо (Квітень - Вересень)";
                    break;
            }
        </p>
    </div>
</div>

```



```
case "October":
case "November":
case "December":
case "January":
case "February":
case "March":
    $season = "Зима";
    $season_text = "Зима (Жовтень - Березень)";
    break;
default:
    echo "Error!";
    break;
}
?>
    Сезон:<span><?php echo $season_text; ?></span>
</p>
</div>
</div>
```

## Шкала Бофорта для визначення сили вітру

Бал	Швидкість вітру, м/с	Характеристика вітру	Дії вітру
0	0—0,5	Штиль	Повна відсутність вітру. Дим із труб піднімається вертикально
1	0,6—1,7	Тихий	Дим із труб піднімається не зовсім вертикально
2	1,8—3,3	Легкий	Рух вітру відчувається обличчям. Шелестить листя
3	3,4—5,2	Слабкий	Шелестить листя, коливаються дрібні гілки. Розвиваються легкі прапори
4	5,3—7,4	Помірний	Коливаються гілки дерев. Вітер піднімає пил і папір
5	7,5—9,8	Свіжий	Коливаються великі гілки. На воді з'являються хвилі
6	9,9—12,4	Сильний	Коливаються великі гілки. Гудять телефонні дроти
7	12,5—15,2	Міцний	Коливаються невеликі стовбури дерев. На морі піднімаються хвилі.
8	15,3—18,2	Дуже міцний	Ламаються гілки дерев. Важко йти проти вітру
9	18,3—21,5	Шторм	Невеликі руйнування. Зриваються труби і черепиця
10	21,6—25,1	Сильний шторм	Значні руйнування. Дереву вибиваються з корінням
11	25,2—29,0	Жорстокий шторм	Значні руйнування
12	Понад 29	Ураган	Призводить до спустошливих наслідків