

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Кафедра комп'ютерної інженерії



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему Розробка метеостанції для розумного будинку
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувача Скабальюка В.Р.
(прізвище, ініціали)

4 курсу 541a групи

Керівник: ст.викл. Бондаренко В.Г.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: д.е.н., проф. Басюркіна Н.Й.
(посада, прізвище та ініціали)

доцент, ст. викл. Сахарова С.В.
(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 10.06 2023 р., протокол № 8

Завідувач кафедри комп. інженерії Сергій АРТЕМЕНКО
(назва кафедри) (підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса - 2023 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет комп'ютерної інженерії, програмування та кіберзахисту
Кафедра комп'ютерної інженерії
Ступінь вищої освіти бакалавр
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
Освітня програма Мережеві технології та інтернет речей

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри комп'ютерної інженерії

Сергій АРТЕМЕНКО
« 10 » квітня 2023 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Скабalyuka Віктора Руслановича

1. Тема роботи Розробка метеостанції для розумного будинку

Затверджена наказом університету від « 10 » квітня 2023 р., наказ № 146-03

2 Термін здачі здобувачем закінченої роботи 5 червня 2023 р.

3. Вихідні дані роботи

1. Вибір необхідної моделі мікропроцесора. 2. Підбір необхідних елементів та датчиків.

3. Розробка схеми в процесі технічного проектування. 4. Розробка скетча, керуючого роботою схеми. 5. Прошивка мікропроцесора.

4. Перелік питань, які потрібно розробити

1. Аналітичний огляд існуючих подібних систем. 2. Підбір необхідних елементів та складання схеми. 3. Розробка скетча, керуючого роботою схеми 4. «Прошивка» мікропроцесора. 5. Економічні розрахунки. 6. Охорона праці. 7. Загальні висновки.

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

Слайд 1. Мета, предмет, об'єкт. Слайд 2. Термометри. Слайд 3. Датчики вологості.

Слайд 4. Біметалічний термометр. Слайд 5. Гігрометри. Слайд 6. Датчики вологості

Слайд 7. Барометри. Слайд 8. Метеостанції. Слайд 9. Метеостанції. Слайд 10. Функц.

схема. Слайд 11 Датчики Arduino. Слайд 12. Економічні розрахунки. Слайд 13. Загальні висновки.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Економіка	Басюркіна Н.Й., д.е.н., проф.		
Охорона праці			
Нормоконтроль			

7. Дата видачі завдання 17.04.2023

Керівники _____ Валерій БОНДАРЕНКО
_____ Світлана САХАРОВА
Завдання прийняв до виконання _____ Віктор СКАБАЛЮК

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналітичний огляд існуючих подібних систем	13.03.2023	
2.	Підбір необхідних елементів та складання схеми	27.03.2023	
3.	Розробка скетча	03.04.2023	
4.	«Прошивка» мікропроцесора	17.04.2023	
5.	Техніко-економічний розрахунок проекту	01.05.2023	
6.	Охорона праці при експлуатації метеостанції	08.05.2023	
7.	Оформлення розрахунково-пояснювальної записки	15.05.2023	
8.	Підготовка графічного матеріалу	01.06.2023	
9.			
10.			

Керівники роботи _____ Валерій БОНДАРЕНКО
_____ Світлана САХАРОВА

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач - дипломник _____ Віктор СКАБАЛЮК

АНОТАЦІЯ

В дипломному проекті було удосконалено автоматизовану метеостанцію з мікроконтролерним керуванням. Для порівняння розглянуто різні типи сучасних метеостанцій.

Був проведений огляд мікроконтролерів та датчиків для реалізації керування макетом. Обґрунтовано вибір комплектуючих, у тому числі детально описано вибір елементної бази. Розроблено та описано електричну та функціональну схеми. Детально описано та зображено на схемах підключення сенсорів на макетну плату.

Призначення автоматизованої метеостанції - вимірювання температури тиску та вологості повітря. Зручна для використання у невеликих приміщеннях, які не потребують великої точності вимірювань.

Ключові слова: автоматизована метеостанція, мікроконтролер, датчик вимірювання, Arduino,

ABSTRACT

An automated meteorological station with microcontroller control was improved in this project. For comparison, different types of modern meteorological stations are considered.

A review of microcontrollers and sensors for the implementation of layout control was conducted.

The choice of components is substantiated, including the choice of element base is described in detail. Electrical and functional circuits are developed and described.

An interface has been created for clear display of measured data and comfortable use. The step-by-step connection of sensors to the layout is also described.

Purpose of the automated meteorological station - measurement of temperature, pressure and humidity. Convenient for use in small rooms that do not require high measurement accuracy.

Key words: automated meteorological station, microcontroller, measurement sensor, Arduino.

ЗМІСТ

ВСТУП. МЕТА, ПРЕДМЕТ, ОБ’ЄКТ ПРОЕКТУВАННЯ.....	7
1 ОГЛЯД МЕТЕО–ПРИЛАДІВ	9
1.1 ПРИНЦИП РОБОТИ МЕТЕОПРИЛАДІВ	9
1.2 СУЧАСНІ МЕТЕОСТАНЦІЇ	24
2 ПІДБІР НЕОБХІДНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТА СКЛАДАННЯ СХЕМИ	33
2.1 ОПИС ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ПРИЛАДУ	33
2.2 ВИБІР ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ.....	34
3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	51
3.1 ВИБІР ТА ПІДКЛЮЧЕННЯ ДАТЧИКІВ	51
3.2 РОЗРОБКА СКЕТЧА, КЕРУЮЧЕГО РОБОТОЮ СХЕМИ	52
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	56
4.1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	56
4.2 ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ПРОЕКТУ	61
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	71
ВИРОБНИЧА САНІТАРІЯ, ВИРОБНИЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ І ВЕНТИЛЯЦІЯ	75
ВИСНОВКИ	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	78
ДОДАТОК А – СКЕТЧ, КЕРУЮЧИЙ РОБОТОЮ СХЕМИ.....	84

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка метеостанції для розумного будинку			Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Скабальюк В.Р.								
Перевір.		Бондаренко ВГ							6	103
Нормоконтр								ОНТУ, гр.541а		
Рецензент										
Затверд.		Артеменко СВ								

ВСТУП. МЕТА, ПРЕДМЕТ, ОБ'ЄКТ ПРОЕКТУВАННЯ.

Погода може змінюватися протягом короткого періоду часу, наприклад годин та днів. У минулому погодні моделі були легко передбачуваними на основі знань корінних народів, наприклад, можна було б сказати, в які місяці року очікуються дощі для певного місця. Такі методи прогнозування погоди стали ненадійними.

Коли погодні умови спостерігаються протягом тривалого періоду часу, це інформує про клімат регіону. Клімат є середнім для сукупності погодних параметрів протягом тривалого періоду часу, і Всесвітня метеорологічна організація рекомендує період 30 років. Протягом минулого століття спостерігалось загальне глобальне потепління та сильні дощі, що призвело до збільшення повені та посухи в різних частинах світу, що свідчило про зміну клімату та викликає занепокоєння у всьому світі. У деяких регіонах Східної Африки сезонні дощі часто приходять рано чи пізно, погано розподіляються і часто нижче норми. Бідні країни зіткнулися з несприятливими погодними наслідками, такими як посуха, яка спричинила голод у деяких районах. Дослідження економічного впливу посухи на сільське господарство показало зниження валового внутрішнього продукту (ВВП) на 5%, що також призвело до втрат у промисловому секторі.

Наука, яка вивчає явища, що відбуваються в атмосфері, а отже погоду і клімат, називається метеорологією. Метеорологія має дуже велике значення для народного господарства і, зокрема, для сільського господарства. У цю епоху, коли погода непередбачувана, а знання корінних народів про погоду зазнали невдач, існує необхідність у точному та своєчасному зборі та передачі даних. Це вимагає надійних погодних приладів для надання точних та своєчасних метеорологічних даних, що може бути досягнуто за рахунок збільшення щільності мереж метеостанцій, отже, підвищеної точності зчитування та кращого представлення зон, що спостерігаються.

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Однак це не стосується менш розвинених країн, де спостерігалася розріджена мережа метеостанцій. Крім того, багато метеостанцій у таких країнах працюють вручну і покладаються на традиційні засоби збору та обробки даних.

Ці методи спричиняють такі проблеми, як затримку отримання даних та допущення похибок людиною при обробці даних. Це вимагає кращих методів збору даних про погоду, що використовуються в автоматизованих метеостанціях (АМ).

АМ складається з датчиків, які автоматично збирають і передають дані про погоду. Якщо ці АМ розробляються у великій кількості, підвищується надійність та точність їх даних. Однак висока вартість наявних АМ заважає їх придбанню у великих кількостях для деяких країн. Крім того, оскільки більшість комерційних АМ зазвичай виробляються та збираються за межами країн, їх обслуговування, як правило, є дорогим. Обслуговування АМ часто передбачає імпорتنі тарифи та додаткові витрати, такі як консультаційні збори та транспорт, що вимагає великих інвестицій. Тому існує потреба в розробці доступних АМ.

Об'єктом проектування можна вважати процес виміру об'єктивних показників погодних умов, а предметом проектування – засіб (микроконтроллер *Arduino*), що дозволяє автоматизувати метеостанцію з мікроконтролерним керуванням. Мета – зручність вимірювання показників температури, тиску, вологості в кімнаті або на вулиці.

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1 ОГЛЯД МЕТЕО–ПРИЛАДІВ

1.1 Принцип роботи метеоприладів

Розробка метеорологічних виробів починається ще з XVII–XIX століть.

На теперішній час метеорологічне приладобудування доволі швидко прогресує. З кожним днем створюються нові конструкції приладів із використанням можливостей сучасних технологій, радіозв'язку та радіолокації. Впроваджується автоматизація станцій задля спостереження і передачі результатів дослідження без втручання людини.

Метеорологічні прилади можуть одночасно використовуватись для безпосередніх термінових вимірювань та безперервної реєстрації попередньо згаданих елементів у часі, як правило, у вигляді графіка або кривої. До перших відносять термометр чи барометр для вимірювання температури або тиску, а до останніх термограф та барограф [1].

Перший герметичний термометр був розроблений в 1641 році для великого герцога Тоскани натуралістом і винахідником Фернандо Медичі, який був учнем і шанувальником Галілея. В кінцевому варіанті термоскоп Галілея (рис.1.1) мав вигляд скляної трубки, що була припаяна до невеликої скляної кулі.

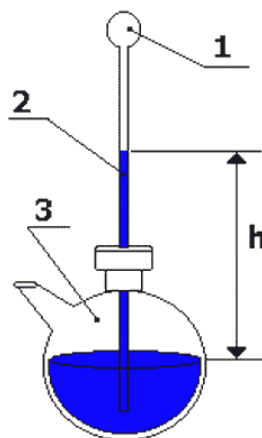


Рисунок 1.1– Термоскоп Галілея [2]

Для вимірювання підігрівалась куля 1, повітря у ній розширювалось від нагрівання і через трубку 2 виходило в атмосферу. В результаті розташування трубки з підігрітою кулею в посудині з водою виходить конструкція, яка представлена на рис.1.1. Повітря в кульці остигає до температури навколишнього повітря і при цьому стискається. Далі під дією атмосферного тиску вода з посудини 3 піднімається по трубці 2 на деяку висоту h .

Медичі взяв за основу головний елемент Галілея, який забезпечував високу чутливість приладу - кулю, з'єднану з вузькою трубкою (рис.1.2). А головною відмінністю винаходу Медичі від прототипу була в тому, що куля наповнена не повітрям, а спеціальною термометричною рідиною, зміна обсягу якої при нагріванні визначалась, як і в термометрах Санторіо і Сагредо, за допомогою рівномірної шкали, нанесеної на трубку.

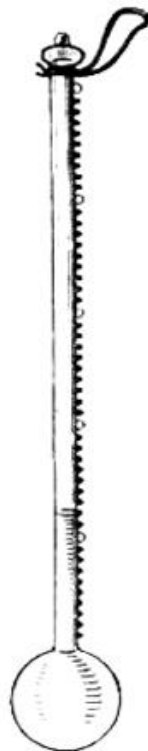


Рисунок 1.2 – Термометр Фернандо Медичі [3]

					КРБ.КІ. 1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Інтервал температур, в якому може працювати рідинний термометр, обмежений знизу точкою замерзання рідини, а зверху - точкою кипіння при атмосферному тиску. Оскільки головним призначенням свого приладу.

Медичі бачив вимірювання температури атмосферного повітря, він обрав у якості термометричної рідини винний спирт, точка кипіння якого (78 °C) цілком його влаштовувала, а точка замерзання (-114 °C) в той час була недосяжною, так що він вважався незамерзаючою рідиною. У термометрах, які виготовлялися та належали майстерням Медичі, шкалою були намистинки, припаяні до трубки, або точки, нанесені на розігріту трубку розплавленою емаллю. Зазвичай шкала мала 50 поділок, які обрані так, що 10 приблизно відповідало тайнню снігу, а 40 - максимальному нагріванню приладу на сонці [3].

У 1724 році німецький виробник приладів Габріель Фаренгейт зупинився на ртуті як найбільш відповідній рідині для вимірювання температури. Він відкалібрував свій перший термометр, використовуючи в якості нуля суміш льоду та води з морською сіллю. Але солоня вода має набагато нижчу температуру замерзання, ніж звичайна вода, тому для своїх цілей він вибрав свою точку замерзання як 32 градуса, а температуру всередині рота здорової людини – 96 градусів. За допомогою цих точок він встановив температуру кипіння води в 212 градусів і пізніше відрегулював свою точку замерзання води до 32 градусів. Таким чином, він міг підрахувати 180 градусів між кипінням і замерзанням, на рівні моря.

Але 180 все одно було незручним числом. Тож два десятиліття пізніше Лінней - швед, який винайшов таксономічну систему, яку природники зараз використовують для іменування видів, - і шведський астроном Андерс Цельсій окремо розробили шкалу всього в сто градусів між температурами замерзання та кипіння.

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Оскільки між цими двома відмітками було 100 поділок, це було названо шкалою "за Цельсієм".

Трохи більше століття по тому - в 1848 році - лорд Кельвін почав вивчати теорію тепла і значно більший діапазон температур. Він використовував шкалу за Цельсієм, але почав з абсолютного нуля, точки, в якій зупиняється рух всіх молекул, найнижчої можливої температури у Всесвіті. Це виявилось $-273,16^{\circ}\text{C}$. Існує абсолютна температура за Фаренгейтом, яка називається шкалою Ренкіна, але навряд чи хтось використовує її. У 1948 р. Міжнародна конференція прийняла шкалу Цельсія як стандартну міру, але старі звички залишились надовго, і Фаренгейт все ще широко використовується у Великобританії та США [4].

Види та принцип роботи термометрів

Вимірювання температури повітря здійснюється здебільшого на висоті 2 метрів над поверхнею землі. Винятком є спеціальні дослідження, які показують стан приземного шару повітря. У таких випадках термометри розміщують на різних рівнях – більш високих та низьких. Також зміна рівня для вимірювання допустима на суднах. Для того щоб термометр був захищений від прямої сонячної радіації, а також від ефективного випромінювання земної поверхні і оточуючих предметів (споруди, кущі і т.д.) його поміщають у корпус. Саме при таких умовах можливо вирівняти температуру вимірювального приладу (термометра) з температурою навколишнього повітря. Термометр без накриття нагріється значно швидше ніж повітря, що його оточує, тому такий прилад не може вірно показувати температуру. Сам корпус виготовляють з дерева і покривають білою фарбою для того, щоб вона якомога більше відбивала сонячні промені і в результаті менше нагрівалась [5].

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

З точки зору будь-якої автоматизованої системи, у тому числі кліматичної, температурні дані найдоцільніше передавати у вигляді електричної величини. Ця величина може бути постійною або переривчастою (постійний і переривчастий сигнал), і відповідно до цього розрізняють аналогові та цифрові види датчиків температури. Обидва види знаходять своє застосування в кліматичних системах [6].

Виміряти температуру можна за допомогою різних приладів, таких як біметалеві термометри, терморезистори, термопари, інфрачервоні термометри тощо.

Біметалічні термометри складаються з біметалічної смуги, яка являє собою склеєні між собою дві тонкі смужки з двох різних металів (рис.1.3).

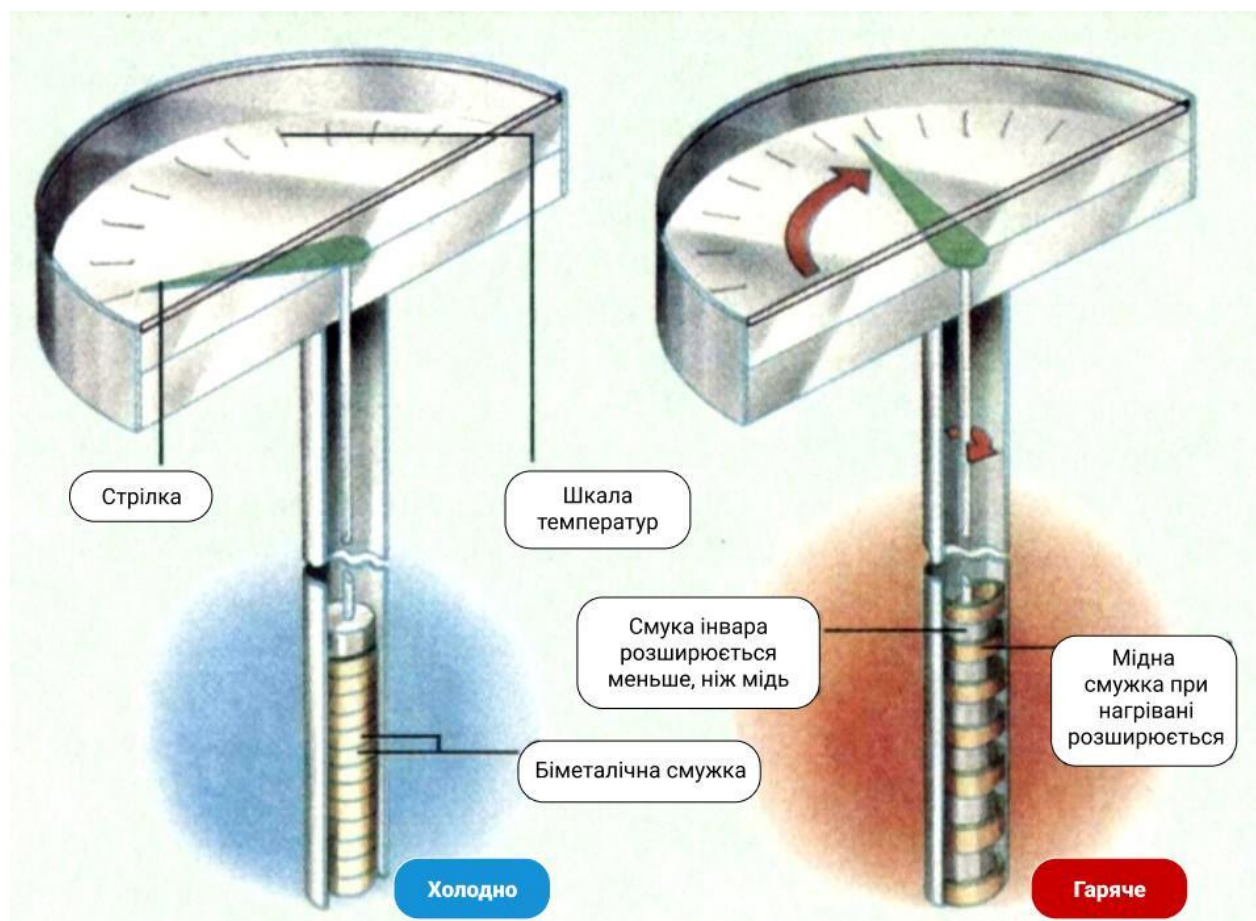


Рисунок 1.3 –Принцип роботи та вигляд біметалічного термометра [7]

Самі смужки з'єднані між собою так, що вони відносно одна одної нерухомі. Біметалічна смуга має форму прямої консольної балки. З одним фіксованим кінцем зміна температури змушує вільний кінець відхилятися [8].

Електронні датчики вимірювання температури (рис. 1.4) все більше набирають попит в метеорології.



Рисунок 1.4 – Електронний датчик вологості та температури GY-21 HTU21

Вихідний сигнал, який можна використовувати для дистанційної індикації, запису, збереження або ж для передачі даних про температуру дає електронним термометрам перевагу серед інших приладів. У ролі чутливих елементів зазвичай використовують електричні елементи опору, напівпровідникові термометри (термістори) та термопари [9].

Працює він за рахунок фізичних функцій провідника, який змінює рівень електричного опору при різних температурах. Результати вимірювання виводяться на світлодіодний або рідкокристалічний дисплей. Діапазон температури вимірювання даного датчика від -50 до +100 градусів за Цельсієм. Також при потребі завдяки підключенню елементів живлення зі стабільною напругою (батарея) можна забезпечити автономну роботу приладу [11].

На відміну від розглянутих видів термометрів інфрачервоні (рис.1.5) дають можливість виміряти температуру без контакту з предметом вимірювання.

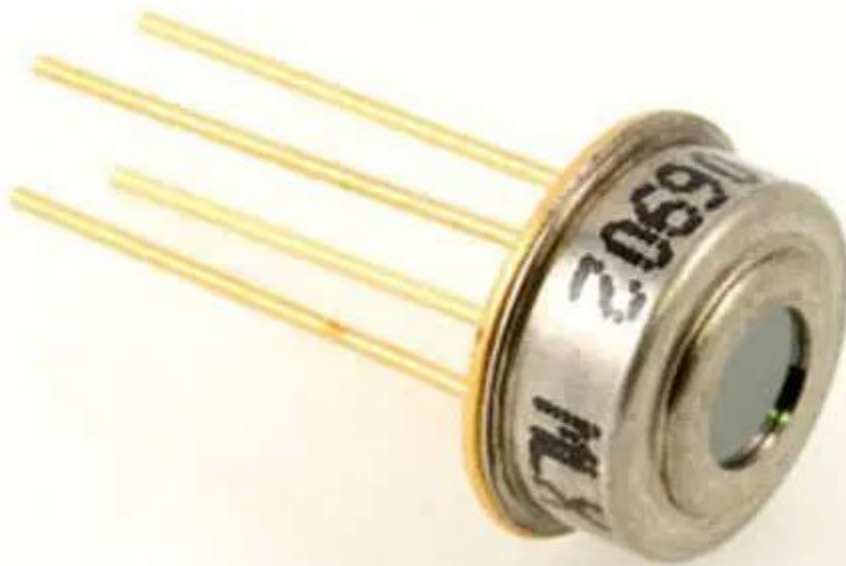


Рисунок 1.5 –Інфрачервоний датчик температури[13]

Діапазон вимірювання даного датчика від $-85\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $4000\text{ }^{\circ}\text{C}$. Принцип дії інфрачервоного датчика базується на ідентифікації теплових хвиль, які випромінюють енергію у вигляді світлових і теплових променів від нагрітого тіла [12].

Історія розвитку гігрометра

Вологість повітря залежить від кількості водяної пари у повітрі, яка з’являється через випаровування водою. Рівень вологості впливає на погоду, самопочуття людини, ріст рослин, будівництво архітектурних споруд. Саме тому виникає необхідність у вмінні вимірювати її [14].

Найперший примітивний прилад для вимірювання вологості винайшов Ніколас да Куза. Необхідність у такому приладі з’явилась під час торгівлі вовною, через те що вага вовни змінювалась в залежності від погодних умов.

Торговці помітили, що під час дощів одну й ту саму кількість вовни можна продати по значно вищій ціні, ніж у ясну погоду. Тому торговці чека-

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

ли дощів, а покупці сухих днів. Для того, щоб визначити дійсну вагу вовни незалежно від погоди, Ніколас да Куза вирішив створити перший інструмент для вимірювання рівня вологості. Для цього він клав більшу кількість вовни на одну чашу, а на іншу каміння тієї ж ваги, що й вовна. Кожного разу при торгівлі Ніколас клав на чашу терезів стільки каміння, скільки було необхідно для збереження рівноваги. Далі підрахувавши кількість додаткового каміння можна було зрозуміти кількість рідини, що містилась у вовні. Після такого відкриття кожен покупець міг побачити кількість рідини, що містилась у вовні, а торговці взамін домовлялись за ціну на вовну [15]. Згодом Леонардо да Вінчі побудував перши гігрометр сирії сировини. Прилад був доволі простим. Гігрометр Леонардо складався з ваг, на які клали вату і віск у рівній по вазі кількості (рис.1.6). Якщо вологість у повітрі висока, то вата вбирала її, в результаті чого вата ставала важчою, через що ваги схилялись у бік вати [16].



Рисунок 1.6 – Гігрометр Леонардо да Вінчі [16]

					КРБ.КІ. 1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Згодом німецький математик Іоганн Генріх Ламберт запропонував назвати прилад, що вимірює вологість, гідрометром (а пізніше він був перейменований на гігрометр). У 1774 році Ламберт винайшов механізм, який використовував натуральну шкіру у якості вимірюючого елементу. Також він був першим, хто вивів залежність між температурою та вологістю (відотною вологістю).

У 1783 році Десауссур побудував волосяний гігрометр, у якому в якості вимірювального елементу використовується людське волосся (рис.1.7).

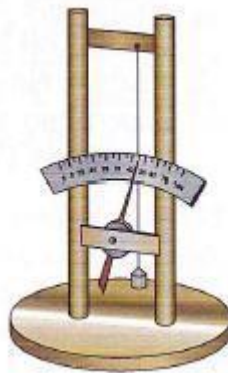


Рисунок 1.7 – Волосяний гігрометр [18]

Види та принцип роботи датчиків вологості повітря

Для вимірювання вологості використовуються прилади, які називаються гігрометрами. У побуті датчик контролю вологості повітря забезпечує контроль мікроклімату, на підприємствах - точність технологічних процесів і збереження обладнання, в сільському господарстві - оцінку якості ґрунтів, їх родючості. Звичайно, налаштування кімнатного датчика від промислового відрізняється. Крім того, відрізняється і сам спосіб вимірювання. Щоб зробити якісь висновки чи налаштувати обладнання для спільної роботи, важливо розуміти, яка саме величина вимірювання мається на увазі. І тут можливі кілька варіантів:

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- Абсолютне значення, в грамах на кубометр;
- Відносне значення, в одиницях RH;
- У відсотках від маси досліджуваних зразків (тверді тіла, матеріали);
- У частинах води на 1000000 частин ваги зразка або ppm.

Абсолютна вологість може варіюватися від 0 до 100% (тобто до повного насичення, теоретично). Більшість побутових гігрометрів вимірюють саме її [19].

У промислових умовах, для визначення відносної вологості ґрунтів, матеріалів або приміщень частіше використовуються гігрометри, що вимірюють відносну вологість. Вони оснащені вбудованими перетворювачами сигналів і легко інтегруються в відповідну вимірювальну систему. Також ці прилади можуть мати вбудований датчик температури, щоб проводити комплексний контроль мікроклімату і встановлювати реальний зв'язок між рівнями температури і вологості.

Для вимірювання відносної вологості повітря найбільш розповсюджені декілька типів датчиків: психрометричні, аспіраційні, ємнісні і резистивні.

Датчики ємнісного і резистивного типу часто використовують в офісних системах клімат-контролю, де показники вологості можуть варіюватися від 30 до 70%. Принцип роботи ємнісного датчика вологості в спрощеному вигляді являє собою конденсатор з повітрям в якості діелектрика в зазорі (рис.1.11). Зміна вологості діелектрика призводить до змін в ємності повітряного конденсатора, через те що повітряно діелектрична проникність безпосередньо пов'язана з вологістю [20].

Для агропромислових комплексів (теплиць, грибного виробництва, овочесховищах) такі моделі не підійдуть, так як в умовах підвищеної волгості і при можливому випадку конденсату дадуть збій і можуть показати

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

значення з похибкою до 6%. В цьому випадку рекомендується використання психрометричні датчики (рис. 1.12) [21].

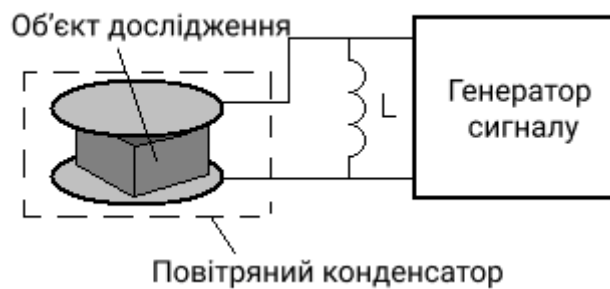


Рисунок 1.8 – Схема емнісного датчика вологості [20]

Якщо виміри проводяться в зонах з повітряним потоком, то варто застосовувати аспіраційний датчик, тобто психрометричний, що доповнений вентилятором. За рахунок роботи електровентилятора на мокрому термометрі створюється нормований повітряний потік. При вимірюванні високої відносної вологості повітря такий прилад дає похибку не більше 1%.

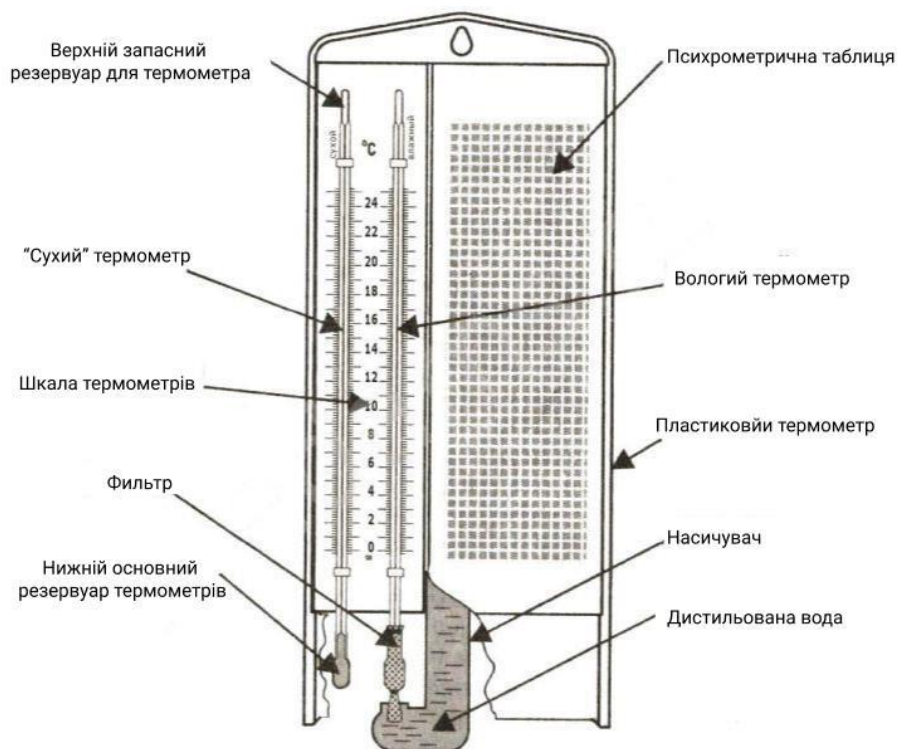


Рисунок 1.9 – Схема будови психрометричного датчика вологості [22]

В цілому область використання датчиків вологості повітря дуже широка і включає в себе: • Підтримка мікроклімату в заданих межах на виробництві, обладнаному чутливими до вологості електронними приладами; • Контроль за показниками вологості в офісних приміщеннях та побуті; • У сфері ЖКГ (житлово-комунальне господарство) - в котельнях і на водоочисних станціях, де не допускається утворення конденсату; • Періодичний контроль допомагає запобігти появі грибка, цвілі на стінах будівлі або в складі [23].

Етапи розвитку барометрів

Першим хто висунув ідею створення приладу для передбачення погоди був Галілео Галілей. Але втілити ідею в життя не вдалось. Тільки в 1643 році його послідовник Торрічеллі став першим, хто зміг довести існування атмосферного тиску. Він, разом зі своїм помічником Вівіані, використовував для досвіду запаяну з одного кінця трубку, наповнивши її ртуттю (рис.1.9). Трубку занурювали у посудину, де також перебувала ртуть. Сама ртуть піднімалася в трубці на певну висоту, при цьому над нею утворювався порожній простір. При збільшенні атмосферного тиску речовина в трубці виштовхувалась вгору, при зниженні опускалася. Сконструйований Торрічеллі прилад став першим ртутним барометром. Саме слово «барометр» з давньогрецької мови перекладається як «барос» - тяжкість і «метрос» - міряти. Тобто вимірювач тиску [24].

У ртутних барометрів був один досить істотний недолік. Його конструкція практично не дозволяла використовувати барометр в побутових цілях, так як великий ризик витікання ртуті, що шкідливо для здоров'я людини.

У XVII столітті німецький вчений-математик Готфрід Вільгельм Лейбніц висунув ідею створення анероїдного барометра, тобто без використання в ньому ртуті. Такі барометри отримали назву «анероїди», що з грецької означає «безводний».

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

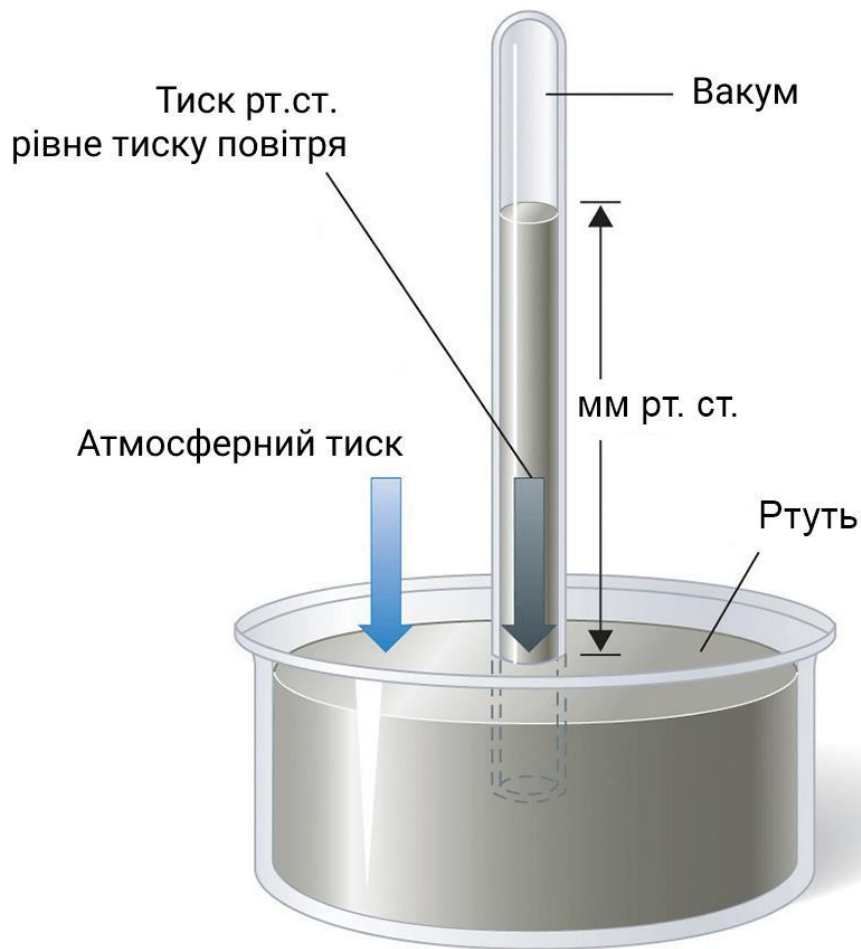


Рисунок 1.10 – Барометр Торрічеллі [25]

Перший анероїдний барометр зміг сконструювати в 1847 році французький вчений Люсьєн Віді. Його барометр був запаяний гофрований циліндр з металу. Шляхом викачування з циліндра повітря ртуть підіймалась вгору, утворюючи під собою вільний простір. При підвищенні тиску відбувалося стиснення циліндра, а при зниженні він розширювався. До кришки циліндра кріпилася пружина, пов'язана зі стрілкою вимірювального приладу, яка і показувала значення атмосферного тиску. Дані отримані за допомогою анероїдного барометра не були такими точними як у ртутних або водяних барометрів, але він виявився більш безпечним і зручним для використання в домашніх умовах [26].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.КІ.1.146-03.2.1

Арк.

21

Види та принцип роботи датчика атмосферного тиску

Барометр - це пристрій для вимірювання атмосферного тиску. Прилад може знімати дані атмосферного тиску перебуваючи в приміщенні або на відкритій місцевості. Також подібні пристрої використовуються в авіації для визначення висоти польоту над рівнем моря. Нормою вважається атмосферний тиск на рівні 760 мм ртутного стовпа при температурі +15 градусів.

Існує кілька різновидів барометрів:

- Ртутні;
- Електронні;
- Анероїдні (механічні);
- Рідинні [27].

Ртутний барометр був відкритий італійським фізиком Евангелістою Торрічеллі. Принцип роботи його приладу можна описати таким чином. Довгу скляну трубку закривають одним кінцем, а потім заповнюють рідким ртутним металом. Потім заповнену трубку перевертають, а її відкритий кінець вставляють у миску з ртуттю. Коли це трапляється, з трубки вибігає невелика кількість ртутного металу, залишаючи вакуум у верхній частині трубки.

За звичайних обставин стовпчик ртуті у скляній трубці знаходиться на висоті близько 76 см. Трубка витримує, оскільки тиск повітря тисне на поверхню ртуті в чаші на дні барометра. У той же час вакуум у верхній частині скляної трубки практично не чинить тиску на стовпчик ртуті. Тоді висота ртутного стовпа в скляній трубці відображає загальний тиск, який чинить атмосфера в момент вимірювання.

Теоретично барометр можна виготовити з будь-якої рідини. Однак ртуть обрано з ряду причин. По-перше, вона настільки щільна, що колона, що

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

підтримується тиском повітря, має невелику висоту. Для порівняння подібний барометр, виготовлений на основі води, повинен мати висоту понад 100 метрів. Крім того, ртуть має низький тиск пари і, отже, не так легко випаровується. У водному барометрі ситуація була б зовсім іншою. Вода має набагато більший тиск пари, і потрібно було б взяти до уваги тиск, який чиниться водяною парою у верхній частині барометра, що майже не впливає на ртутний барометр. [28].

Торрічеллієві барометри корисні та точні, але ртуть отруйна, тому більшість людей, які хочуть придбати барометри, обирають більш безпечні механічні, які ще називаються анероїдними барометрами. Замість того, щоб мати басейн ртуті, на який чинить тиск атмосфера, багато хто має герметичну металеву коробку всередині якої і знаходиться датчик (рис.1.10).



Рисунок 1.11 – Барометр-анероїд мембранний метеорологічний (БАММ) [29]

Коли тиск повітря зростає або падає, коробка або притискається до крихітного шматочка, або згинається назовні. Пружина прикріплена до коробки і як тільки коробка переміщається всередину і назовні у відповідь на зміни тиску повітря, пружина розширюється або стискається і переміщує показчик на циферблаті. Циферблат відкалібрований (позначений цифрами), щоб зручно та миттєво зчитувати тиск повітря.

Анероїдні барометри вимірюють тиск повітря, як тільки стукнути їх скляними гранями. Тому якщо одразу глянути на циферблат, стрілка буде показувати тиск таким, яким він був, коли востаннє ним користувались, як би давно це не було. Потрібно різко постукати склом, і стрілка перескочить у нове положення, показуючи тиск, який зараз. Важливим є також рух стрілки. Якщо він рухається за годинниковою стрілкою, вгору на циферблаті, тиск зростає, тому погода, швидше за все, стане більш спекотною, посушливішою і тоншою; якщо голка обертається проти годинникової стрілки, тиск знижується, і погода, швидше за все, стане прохолоднішою та вологішою [29].

1.2 Сучасні метеостанції

Усі метеорологічні станції класифікують по чотирьом видам:

- Дорожні метеорологічні станції;
- Лісові метеорологічні станції;
- Гідрологічні метеорологічні станції;
- Побутові домашні метеостанції.

Дорожні метеостанції

Даний тип метеорологічних станцій створений для безпечної поїздки водіїв. Можуть бути підключені до інформаційного табло, яке транслює температуру повітря та поверхні. Ще одним варіантом є табло, на якому з'яв-

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

ляться попередження для водія під час поїздки. Наприклад, «Обережно, мокра дорога / бічний вітер / ожеледиця і т.д.». На відміну від інших типів метеостанцій дорожні метеостанції показують температуру поверхні завдяки датчику температури, що знаходиться на глибині 30 см від покриття [30].

В табл. 1.1 наведені технічні характеристики сенсорів АДМ.

Таблиця 1.1 – Загальні технічні характеристики сенсорів АДМ.

Датчик опадів	
Класифікація типів опадів	Дощ, дощ з снігом, сніг, мокрий сніг
Розмір зафіксованих частинок атмосферних опадів, мм	1 - 5,0
Мінімальна кількість атмосферних опадів, мм	0,2
Датчик стану дорожнього покриття	
Діапазон вимірювань товщини шару води (при концентрації ПОМ не більше 0,1%), мм	0,1 - 4,00
Діапазон вимірювань товщини шару водного розчину CaCl_2 , мм	0,1 - 2,00
Діапазон вимірювань концентрації водного розчину CaCl_2 , %	0,2 - 20,00
Напруга живлення постійного струму, В	$12 \pm 0,6$
Максимальна споживана потужність, Вт	0,8
Датчик температури поверхні і ґрунту	
Діапазон вимірювання температури, °C	-50 - 50
Датчик напрямку вітру	

Продовження табл. 1.1

Діапазон вимірювання напрямку вітру, °	0 - 356
Датчик швидкості вітру	
Діапазон вимірювання швидкості повітряного потоку, м/с	0,7 - 30
Датчик рівня води	
Діапазон вимірювання відстані до рідини, м	0,45 - 50

Для прикладу розглянуто автоматичну дорожню метеостанцію (АДМ) «КОНДОР» (рис. 1.12).

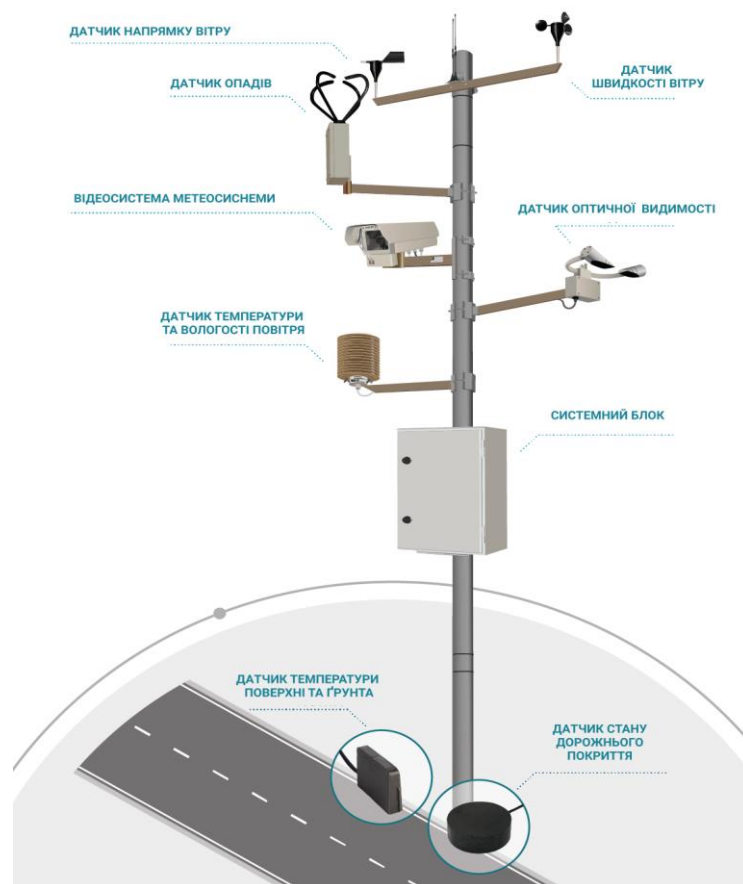


Рисунок 1.12 – АДМ «КОНДОР» схематичне зображення [31]

Ця станція призначена для контролю параметрів погоди та стану дрого дорожніми службами для швидкого реагування на несприятливі погодні умо-

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

ви.

Задачею АДМ є:

- Надання актуальної інформації про обстановку на дорозі цілодобово;
- Підвищення безпеки на дорогах;
- Зниження витрат на відновлення дорожнього полотна;
- Можливість будувати прогнози та мати систему раннього реагування.

Лісові метеорологічні станції (ЛМС)

Головне призначення лісових метеостанцій – це уникнути або вчасно зупинити лісову пожежу. Дана метеостанція не обмежується традиційними спостереженнями про клімат. Розміщення ЛМС в лісі дає змогу отримувати дані про рівень вологості дерев та ґрунту, також метеорологічні станції спостерігають за температурною складовою на різних рівнях лісових масивів.

В результаті дослідження можна отримати змодельовану спеціальну карту із найбільш пожежонебезпечними точками, які потребують ретельнішого спостереження [32].

Одне з досить компактних рішень пропонує компанія «Dyason». ЛМС від «Dyason» незважаючи на невеликі габарити здатна вимірювати швидкість вітру, температуру та тиск повітря, рівень вологості, температур та вологість ґрунту, а також визначати рівень дощів.

Станція оснащена мобільним зв'язком, що дозволяє отримувати повідомлення на телефон при незвичайних ситуаціях. На телефон надсилаються також звіти про погоду, для цього потрібно лише надіслати текстову команду на станцію (рис.1.15).

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27



Рисунок 1.13 – Лісова метеостанція компанії «Dyason» [33]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.КІ.1.146-03.2.1

Арк.

28

Комплектація метеостанції чудово підходить, якщо її місцезнаходження потрібно міняти час від часу. Для зручності в транспортуванні прилад можна з легкістю розібрати на частини і так само скласти не маючи інженерного досвіду.

Отже, функціями ЛМС від «Dyason» є:

- напруга живлення – 12 - 24 В;
- автономна реєстрація даних;
- підключення кабелю Modbus (Modbus – відкритий комунікаційний протокол, що базується на архітектурі master-slave. Часто використовується в промисловості для організації зв'язку між електронними приладами) [34];
- вимірювання швидкості та напрямку вітру;
- виявлення поривів у реальному часі;
- вимірювання температури повітря;
- вимірювання тиску;
- вимірювання відносної вологості;
- доступ до даних про кількість опадів;
- вимірювання температури та вологості ґрунту;
- сонячний датчик [33].

Гідрологічні метеорологічні станції

Гідрологічні метеорологічні станції (ГМС) відповідають за збереження питної води, застерігають та прогнозують від повені та посухи, урагани смерчі та зсуви.

Найбільшим попитом користуються ГМС у місцях, де часті повені, водосховища, водовідвідні мости [35].

Моніторинг, прогнозування виникнення та інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних подій були важливими компонентами для посилення зусиль з підготовки, пом'якшення реакцій на катастрофи, спрямованих на порятунок життя та обмеження шкоди.

					<i>КРБ.КІ.1.146-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Супутникове дистанційне зондування відкрило нові можливості для оцінки повені від регіональних до глобальних масштабів, надаючи інформацію про зміни в динаміці поверхневих вод шляхом безпосередніх спостережень із використанням оптичних або радіолокаційних зображень та гідрологічного моделювання з дистанційним сприйняттям інформації, таких як опади, земельний покрив, рослинність, топографія та гідрографія [36].

Як приклад гідрометричної метеостанції можна розглянути систему телеметрії SMART2000.



Рисунок 1.14 – Система телеметрії SMART2000 [37]

Це система для збору та реєстрації з керуванням Ні-Тес на основі мікропроцесора ARM. Вона може використовуватись для різних сфер: екології, метеорології, гідрології, а також перевіряти якість води та повітря.

Вимірювання температури відбувається за допомогою термістора Pt100, який підключається до одного з аналогових входів. Далі через аналогові входи отримуються дані вимірювання швидкості та напрямку вітру, рівень вологості, кількість опадів.

Основні характеристики SMART2000:

- 7 Мб вбудованої Flash- пам'яті;
- 6 цифрових входів;
- SD-карта пам'яті до 2 ГБ;

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

- 8 аналогових входів;
- повна швидкість USB 2.0;
- 16-розрядний цифровий перетворювач;
- низьке споживання енергії;
- широкий діапазон температур: від -40 ° до + 70 °;
- арифметичне поєднання каналів датчиків.

Побутові домашні метеостанції

Домашні метеостанції – це більш компактні метеорологічні прилади, до яких підключені різні види датчиків. Суть їх роботи полягає в вимірюванні показників температури, тиску, вологості в кімнаті або на вулиці і т.д.

Особливо це корисно дачникам і фермерам, оскільки в цих сферах діяльності багато що залежить саме від погодних умов [38].

Одне з рішень пропонує WeatherFlow (рис. 1.17). Їх система Tempest надає найкращий прогноз для місця, де підключений датчик.



Рисунок 1.15 –Домашня метеостанція компанії WeatherFlow [39]

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Характеристика системи *Tempest*:

- сенсор світла – надсилає результати вимірювань навколишньої освітленості, сонячного випромінювання, УФ – індекс;
- сенсор тиску;
- сонячні батареї;
- безпроводний зв'язок, який дозволяє працювати на великих відстанях від будинку;
- тактильний датчик дощу – фіксує початок дощу, його тривалість, інтенсивність;
- сонячний сенсор дощу;
- датчики температури та вологості;
- датчик освітлення – дальність освітлення 40 км;
- просте кріплення. Достатньо одного кріплення на стовпі або плоскій поверхні [39].

Перевагою системи *Tempest* над рештою станції є те, що вона не тільки вимірює показники навколишнього клімату а ще аналізує свої результати з супутниками та радарми інших метеостанцій. Перед видачою результатів система стандартизує всі отримані дані з супутників та надсилає у додаток проаналізовані результати вимірювання. Робиться це через те, щоб отримати максимально точні та достовірні результати, адже при вимірюванні зовнішні чинники можуть змінити показники в іншу сторону.

Для зручного користування система *Tempest* має свій додаток, у якому можна одразу отримати більш ніж 15 показників погоди, включаючи температуру, УФ – індекс та швидкість вітру. Також через додаток можна відстежувати результати вимірювань у вигляді діаграм та графіків.

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

2 ПІДБІР НЕОБХІДНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТА СКЛАДАННЯ СХЕМИ

2.1 Опис функціональної схеми приладу

Головними компонентами є мікроконтролер, датчик тиску, датчик температури та вологості, bluetooth модуль та ще один датчик температури (рис. 2.1).

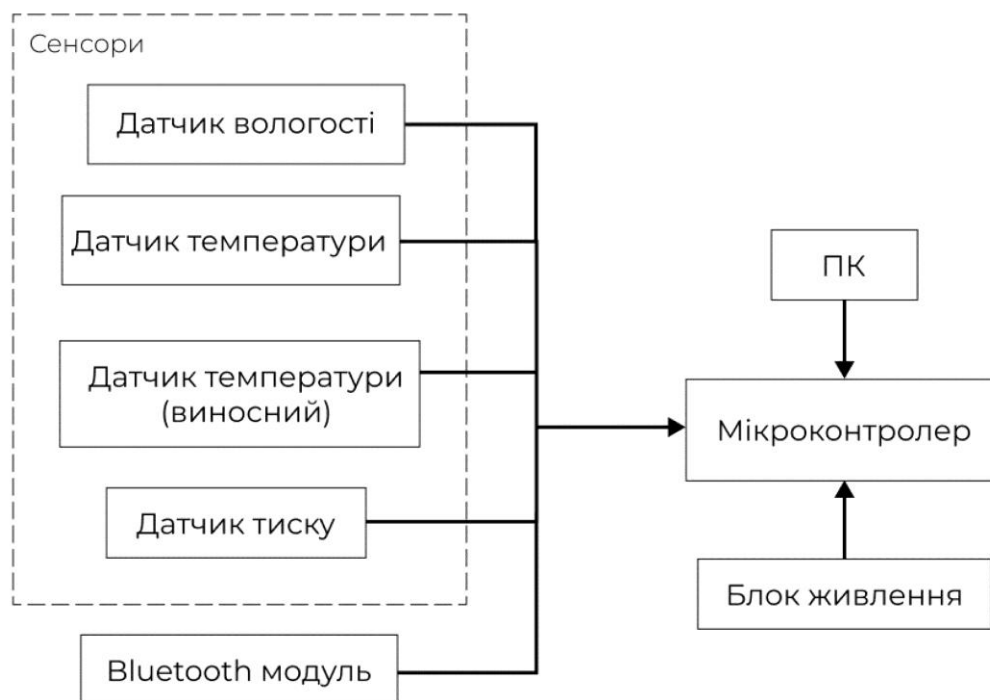


Рисунок 2.1 – Функціональна схема автоматизованої метеостанції з мікрокон-тролерним керуванням

На схемі показано як сенсори передають аналоговий сигнал, що надходить від потенціометра. Далі отриманий аналоговий сигнал АЦП перетворює в цифровий та передає на мікроконтролер. Окремий датчик температури не потребує додаткових перетворень, тому що він передає цифровий код, що вже є прямим безпосереднім кодом виміряного значення температури.

Два датчика вимірювання температури потрібні для того, щоб фіксувати температуру і в приміщенні, і на дворі одночасно.

Також було підключено Bluetooth модуль для подальшої модернізації приладу. Для цього необхідно створити додаток, у який модуль буде відправляти всі отримані дані з інших датчиків. При дистанційній роботі для живлення приладу буде використовуватись блок живлення.

На даному етапі запис, обробка та передача даних здійснюється завдяки програмному забезпеченню, що вшите в мікроконтролер, а сам прилад працює в режимі підключення до ПК.

2.2 Вибір елементної бази

Для проектування автоматизованої метеостанції необхідно визначитися з елементом базою майбутнього макету, яка буде відповідати наступним вимогам:

- точність сенсорів не більше ± 1 °C;
- можливість підключення до комп'ютера через USB вихід;
- захисний корпус (для виносного датчика температури);
- можливість підключення зовнішнього джерела живлення при дистанційній роботі приладу;
- робота при температурі нижче 0 (для виносного датчика температури);
- підключення без додаткових перехідників;
- можливість заміни датчика при несправності або модернізації приладу; Невеликі габарити;
- можливість передачі даних додаток на смартфоні;
- доступність;
- Можливість подальшої модернізації приладу.

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Керувальний цифровий пристрій

При виборі мікроконтролера було визначено, що найбільш підходить марка *Arduino*. Основні особливості, що зупинили вибір на *Arduino*:

- простота використання. Через просту мову програмування, велику кількість бібліотек та уроків, платформа стає доступна для всіх бажаючих;
- доступність. Велика кількість елементів для проектування дозволяє підібрати потрібний пристрій з будь-якими параметрам. Для більш простих або тренувальних проектів є можливість придбати китайські аналоги, які часто не гірше оригіналу;
- незалежність. *Arduino* підтримуються різними програмними забезпеченнями (ПЗ), а саме: *Mac OS, Linux, Windows*.

Для порівняння обрано чотири часто використовуваних плати: *Arduino Mini, Arduino Nano, Arduino Uno, Arduino Mega*. Технічні характеристики плат *Arduino* приведені в табл.2.1.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики плат *Arduino*

Характеристика	<i>Arduino Mini</i>	<i>Arduino Nano</i>	<i>Arduino Uno</i>	<i>ArduinoMega</i>
Робоча напруга, В	5	5	5	5
Мікроконтролер	<i>ATmega328</i>	<i>ATmega328</i>	<i>ATmega328</i>	<i>ATmega2560</i>
Цифрові входи/виходи	14	14	14	54
Аналогові входи/виходи	6	8	6	16
Виходи з ШІМ	6	6	6	14

Продовження таблиці 2.1

Flash – пам'ять, КБ	32	32	32	256
Тактова частота	16	16	16	16
USB – роз'єм	USB - Serial	mini - USB	USB A-B	USB A-B
Габарити, мм	30x18	18x45	69x53	102x53

Виходячи з параметрів, які представлені у табл.2.1 можна зробити висновок, що найменш доцільним вибором будуть плати *Arduino Mini* та *Mega*.

Недоліки решти плат: відсутність *USB* – роз'єму для прошивки, тому для цього буде потрібен спеціальний перехідник *USB - Serial (Arduino Mini)*, зайві входи/виходи та велика кількість *flash* – пам'яті, яка в подальшому навряд чи буде задіяний в роботі.

Залишивши два типи плат вибір зупинився на *Arduino Uno*, тому що, хоч вона має більші габарити, це робить підключення датчиків зручнішим. Мінуси плати *Nano* – потребує пайки перед використанням, відсутність зовнішнього джерела живлення.

Отже, розглянувши всі плюси та мінуси обох варіантів можна зробити висновок, що якщо в проекті необхідна компактність, тоді кращим вибором буде плата *Arduino Nano*, а якщо ж в проекті більша перевага надається простоті підключення та використання, то в цьому допоможе плата *Arduino Uno*.

В *Arduino Uno* є достатня кількість входів-виходів та поєднання з будь-якими шилдами і периферійними пристроями (рис. 2.2).

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36



Рисунок 2.2 – Плата *Arduino Uno* на основі мікроконтролера *ATmega328* [40]

На ринку мікроконтролерів доволі популярним є мікроконтролер *ATmega328P-PU* (рис. 2.3), так як він доступний та має оптимальні характеристики.

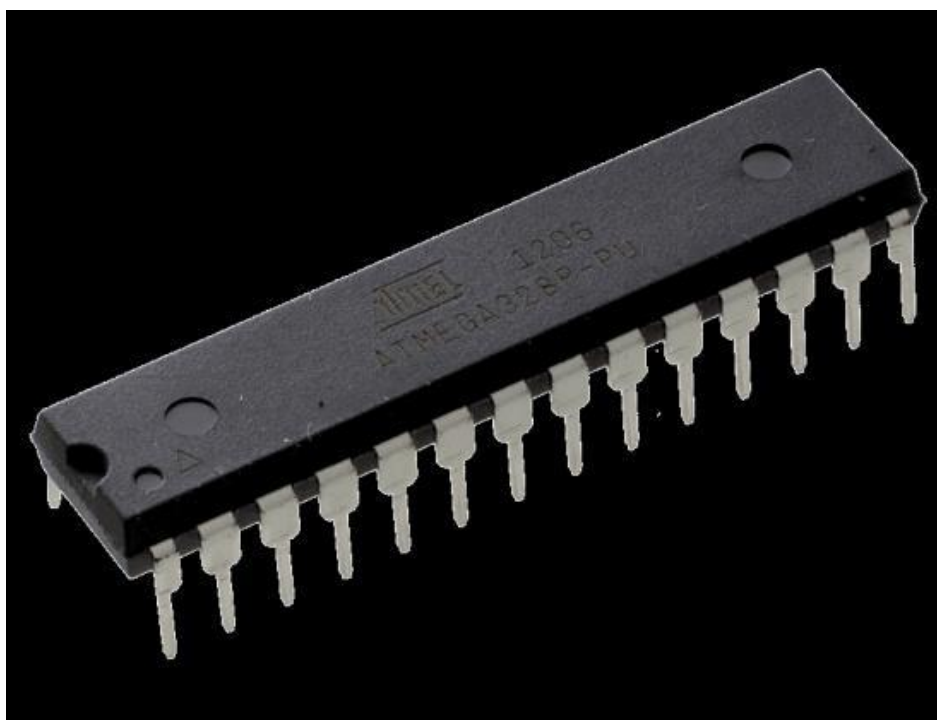


Рисунок 2.3 – Мікроконтролер *ATmega328P-PU* [41]

Крім цього його використовують для розробки таких проектів як:

- Парктроник;
- Машинка з безпроводним керуванням;
- Сигналізація;
- Енкодер;
- Апарат ЕКГ;
- Автоматизована годівниця для тварин и т.п..

Мікроконтролер *ATmega328P-PU*- 8-ядерний мікроконтролер фірми *ATMEL* сімейства *AVR*. Він має ядро *RISC*, яке виконує інструкції одного циклу, 32 КБ пам'яті з можливістю зчитування під час запису, 32 універсальних регістри та 10-ти канальний АЦП. Також однією з важливих переваг *ATmega328P-PU* для автоматизованої метеостанції була невисока вартість порівняно з іншими.

Датчик вологості

Серед датчиків вологості найбільший попит у сімейства *DHT*. Вони добре підходять для використання в простих метеостанціях, для підтримки температури приміщень, для систем контролю за кліматом. Для порівняння обрано три найрозповсюдженіших: *DHT11*, *DHT21*, *DHT22* (табл.2.2).

Порівнявши декілька *DHT* модулів в якості датчика вимірювання вологості було обрано датчик вологості та температури *DHT22*. Датчик *DHT21* мав найбільше недоліків на відміну від *DHT11* та *DHT22*, так як у нього найбільші габарити, вартість та менша точність вимірювання вологості порівняно з *DHT22*.

DHT22 має більшу вартість ніж *DHT11*, але через те що датчик *DHT* потрібен не тільки для вимірювання вологості, а й температури, його точності недостатньо.

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики датчиків *DHT*.

Характеристика	БИТ11	БИТ21	БИТ22
Напруга живлення, В	3,3 - 5	3,3 - 5	3,3 – 5
Діапазон вимірювання вологості, %	20 - 80	0 - 100	0 – 100
Діапазон вимірювання температури, °С	0 - 50	-40 - 80	-40 – 125
Точність вимірювання вологості, %	± 5	± 3	± 2 – 5
Точність вимірювання температури, °С	± 2	± 0,3	± 0,5
Частота опитувана в секунду	1	2	2
Габарити, мм	15,5x12x5,5	60x27x13	15,1x25x5,5
Вартість, грн	30 - 60	130 - 200	95 - 120

Теж відмінною перевагою *DHT22* став захисний корпус, більший діапазон та вища точність вимірювання порівняно з *DHT11*.

Для розробки автоматичної метеостанції з мікроконтролерним керуванням був обраний датчик вологості *DHT22* (рис. 2.4).

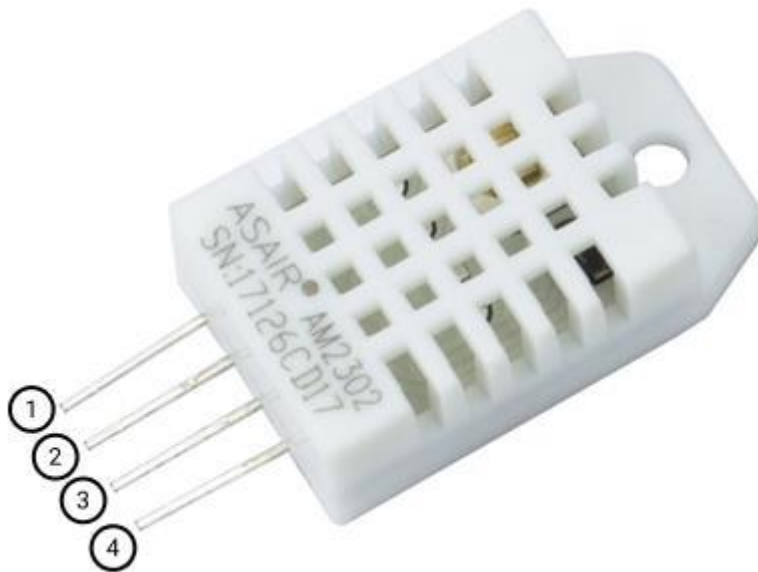


Рисунок 2.4 –Цифровий датчик вологості та температури *DHT22* [42]

Завдяки достатній точності вимірювання температури для даної роботи, сенсор *DHT22* може використовуватись як для вимірювання вологості, так і для температури. Це допоможе заощадити на придбанні окремого датчика та збереже компактне розташування елементів на макетній платі. Також поєднання двох сенсорів в одному позбавить потреби робити окремий отвір для ще одного датчика, що зробить конструкцію більш естетичною.

Сам датчик складається з термістора та ємнісного датчика вологості.

Зміну вологості реєструє датчик вологості, що складається з двох електродів з підкладкою, що утримують вологу між собою. Відповідно до зміни вологості змінюється провідність основи або змінюється опір між цими електродами.

Зчитування температури і вологості повітря відбувається за допомогою чіпу всередині датчика, який передає цифровий сигнал, що далі виводиться в монітор порту.

Перед підключенням датчику вологості та температури *DHT22* до плати було під'єднано підтягуючий резистор 10 кОм між виводом *VCC* та *DATA*. Він потрібен для того, щоб в схемі забезпечити чітко визначений

логічний рівень на виході за будь-яких умов. А далі під'єднано вивід *DATA* до 8-го піна. Виводи *VCC* та *GND* підключаємо на піни 5V та *GND* відповідно.

- 1 – *VCC*;
- 2 – *DATA*;
- 3 – Не використовується;
- 4 – *GND* (рис. 2.4).

Щоб кращого сприйняття на рис 2.5 зображено принцип підключення датчика на макетній платі.

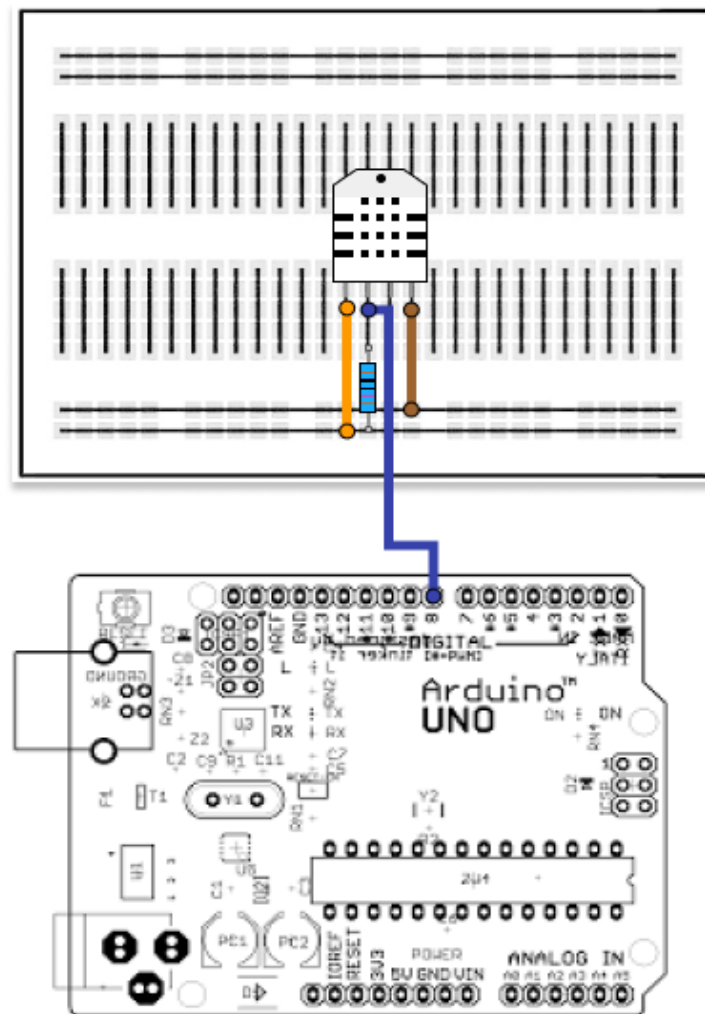


Рисунок 2.5 – Схема підключення датчика вологості та температури

Датчик тиску

Для порівняння було обрано три датчики тиску: *BMP280*, *BMP180*, *BME280* (табл.2.3). На ринку сенсорів вимірювання тиску вони відрізняються простотою у використанні та бюджетною ціною.

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики датчиків тиску.

Характеристика	<i>BMP280</i>	<i>BMP180</i>	<i>BME280</i>
Напруга живлення, В	1,8 - 3,6	5	1,8 - 3,6
Діапазон вимірювання тиску, гПа	300 - 1100	300 - 1100	300 - 1100
Точність вимірювання тиску, гПа	1	0,1	1
Діапазон вимірювання температури, °С	-40 - 85	-40 - 85	-40 - 85
Підтримка інтерфейсу	I2C та BPI	I2C	I2C та SPI
Габарити, мм	15x11	21x18	15x12
Вартість, грн	30 - 80	30 - 65	60 - 180

Розглянувши характеристики декількох сенсорів тиску вирішено обрати датчик *BMP180*. Він має найвищу точність серед решти та найменшу ціну, що цілком задовольняє вимоги до приладу.

До недоліків датчиків *BMP180* (рис.2.6) можна віднести відсутність підтримки інтерфейсу *SPI*, але це не вплине суттєво на роботу, тому що об'єм пам'яті обраного мікроконтролера дозволяє використовувати окремий вхідний та вихідний регістр. Обраний модуль *BMP180* поєднує в собі датчик атмосферного тиску та термометр. Складається він з:

- стабілізатора напруги *XC6206P332MR*;
- двох резисторів по 4,7 кОм;
- групи контактів.

Стабілізатор на виході видає напругу 3,3 В, а групи контактів виводять на лінії *SCL*, *SDA* та живлення.



Рисунок 2.6 – Датчик тиску *BMP180* [43]

Підключення до плати не потребує додаткових елементів. Достатньо під'єднати виводи *VIN* до піну 5V, а *GND* до піну *GND*. Решту виводів *SCL* та *SDA* потрібно під'єднати до виводу *A4* та *A5*, тому що тільки ці два піна підтримують інтерфейс *I2C* в *Arduino*.

- 1 – *SDA*;
- 2 – *SCL*;
- 3 – *GND*;
- 4 – *VIN* (рис.2.5).

На рис 2.7 схематично показано підключення датчика тиску *BMP180* на макетній платі.

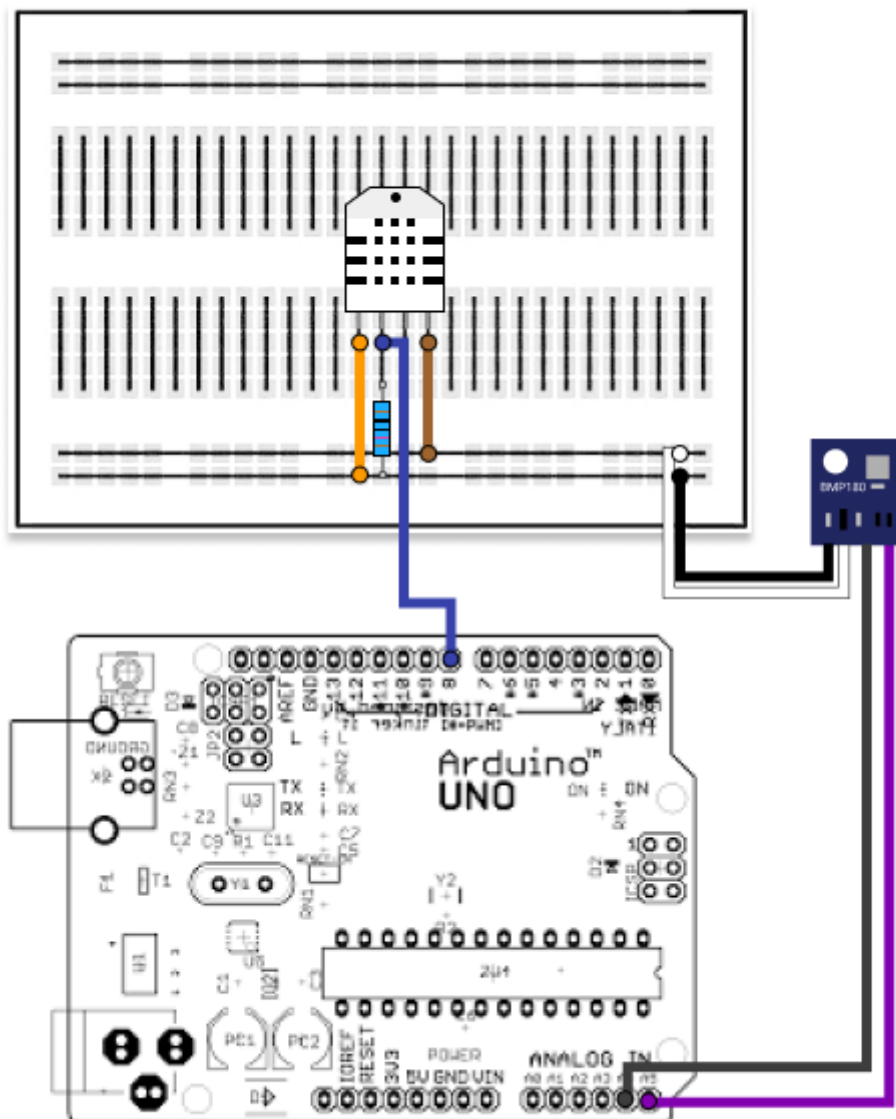


Рисунок 2.7 – Схема підключення датчику тиску

Датчик температури

Діапазон вибору датчика температури значно вужче, ніж попередніх. Для вимірювання тепла було обрано *Dallas DS18B20*. Це цифровий датчик температури, в якому вбудований мікроконтролер, за допомогою якого можливо змінювати точність вимірів, взаємодіяти з основним контролером *Arduino*, запам'ятовувати зміни в пам'яті, сповіщати при порушеннях температурних рамок, а при потребі змінювати їх [44].

Датчик *DS18B20* виконаний в різних модифікаціях. Щоб обрати потрібно відштовхуватись від функцій, які повинен виконувати сенсор.

- Точність вимірювання не менше 1 °C;
- Діапазон вимірювання не повинен бути менше ± 25 °C;
- Робота при будь-яких погодних умовах;
- Захист від механічних пошкоджень.

Під всі перераховані критерії підходить цифровий датчик температури *DS18B20 / 18B20* в захисному корпусі (рис 2.8).



Рисунок 2.8 –Цифровий датчик температури *DS18B20* в захисному корпусі [45]

Основні технічні характеристики *Dallas DS18B20* наведені в таблиці

2.4.					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики *Dallas DS18B20 / 18B20*.

Характеристика	Значення
Напруга живлення, В	3 – 5,5
Діапазон вимірювання температури, °С	-55 – 125
Точність вимірювання температури, °С	± 0,5
Протокол обміну даними	1 – Wire
Спосіб підключення	Паразитний
Довжина проводу, м	1
Корпус	Вологозахисний

Принцип роботи *DS18B20* полягає в обміні даними з мікроконтролером по однопроводній лінії зв'язку, використовуючи протокол інтерфейсу 1-Wire.

Підключення цифрового датчика температури *DS18B20* в захисному корпусі на макетній платі відбувається так як показано на рис. 2.9.

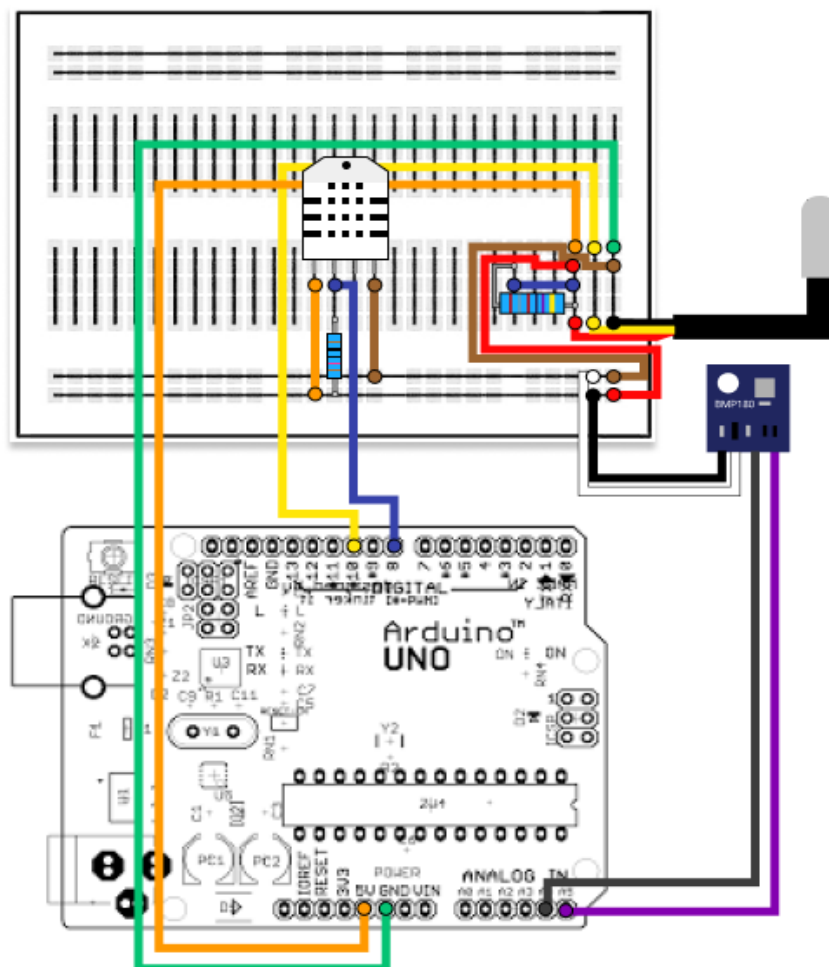


Рисунок 2.9 – Схема підключення датчику температури.

Спочатку йде підключення датчику на макетній платі, слідом з'єднуються виводи з Arduino у наступному порядку: вивід 1 до GND, 2 до будь-якого цифрового входу (на схемі під'єднано до 10-го), 3 до + 5 V або + 3,3 V (на схемі обрано + 5 V), в кінці незалежно від підключення сигнальний дріт потрібно з'єднати з живленням через резистор номіналом 4,7 кОм.

- 1 – DATA;
- 2 – GND;
- 3 – VDD (рис.2.8).

Bluetooth модуль

З метою подальшої модернізації додатково було встановлено Bluetooth модуль HC-05 (рис.2.10). За допомогою HC-05 можна буде дистанційно

керувати та отримувати дані з метеостанції. Для цього потрібно розробити додаток для смартфона, у якому користувач зможе бачити дані вимірювання з метеостанції на відстані до 10 м.

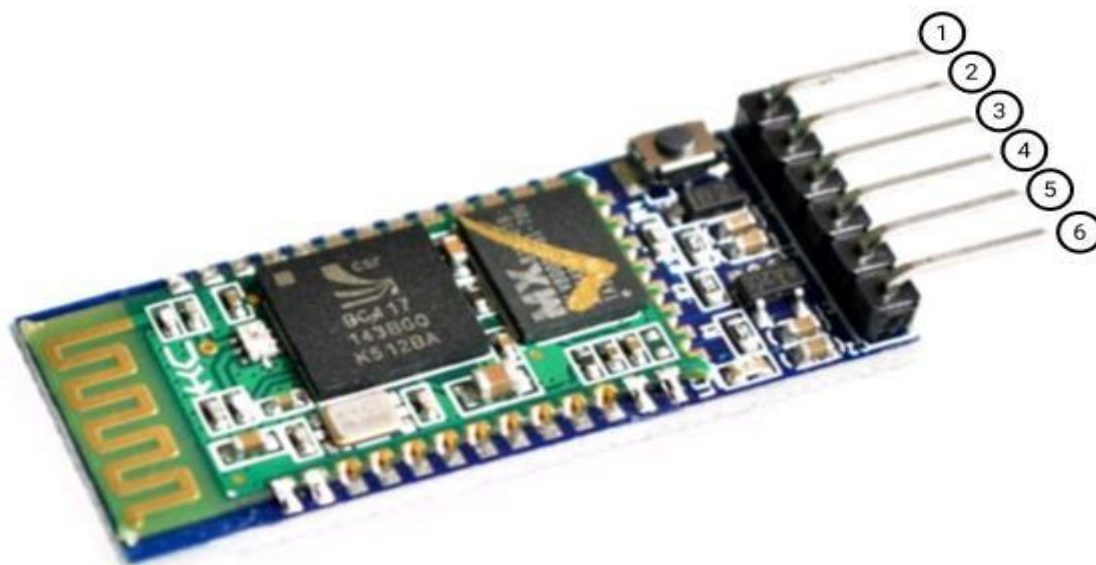


Рисунок 2.10 – Bluetooth модуль *HC-05* [46].

Нижче представлені технічні характеристики Bluetooth модуль *HC-05* (таблиця 2.5).

Керування модулем *HC-05* відбувається за допомогою інтерфейсу *UART*. Також *Bluetooth* модуль може працювати в двох режимах: *Master* та *Slave*.

1 – *EN*;

2 – *VCC*;

3 – *GND*;

4 – *TXD*;

5 – *RXD*;

6 – *STATE* (рис.2.10).

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики Bluetooth модуля HC-05

Характеристика	Значення
Живлення, В/мА	5/50
Діапазон робочої температури, °C	-20 - 75
Частота, ГГц	2,4
Потужність прийому, дБм	< -84
Потужність відправки, дБм	< 4
Безпека	Аутентифікація та шифрування
Потужність живлення, В/мА	3,3/50
Габарити	29,9x13x2,2

Для підключення *Bluetooth* модуля потрібно під'єднати вивід *VCC* до піну *5V*, *GND* до піну *GND*, *TXD* до нульового цифрового піну, який ще підписаний *RX*, *RXD* до піну *TX* (рис. 2.11). Піни *RX* та *TX* необхідні для режиму *AT*-команд. В цьому режимі модуль приймає дані через *UART* інтерфейс та інтерпретує їх як команди налаштування [47].

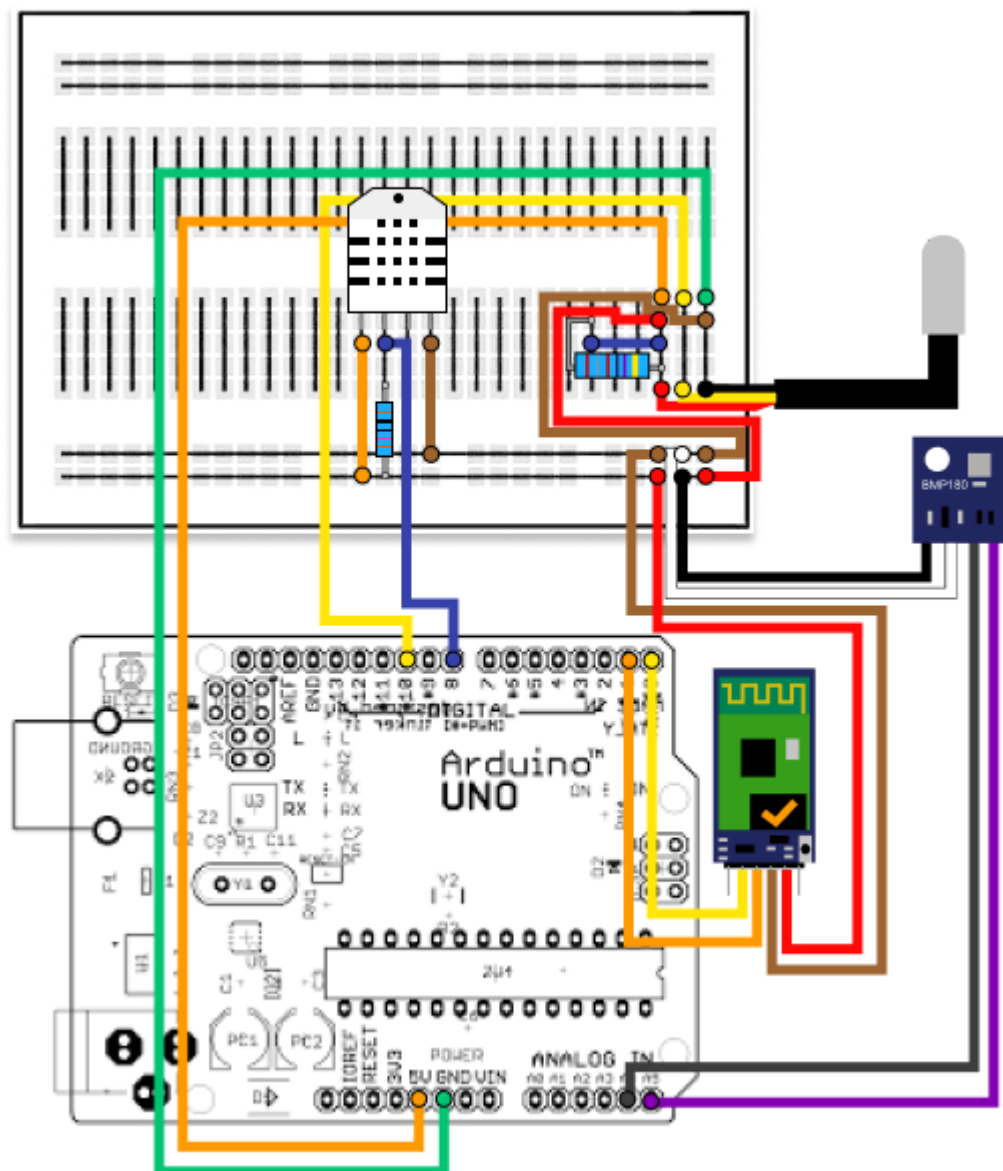


Рисунок 2.11 – Схема підключення Bluetooth модуля HC-05

Підібравши всі потрібні комплектуючі для автоматизованої метеостанції з мікроконтролерним керуванням, на макетній платі було підключено і перевірено роботу всіх датчиків (рис. 2.12).

3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

3.1 Вибір та підключення датчиків

Для забезпечення роботи автоматичної метеостанції необхідно розробити програмне забезпечення, яке буде виводити в монітор порту дані з обраного датчика.

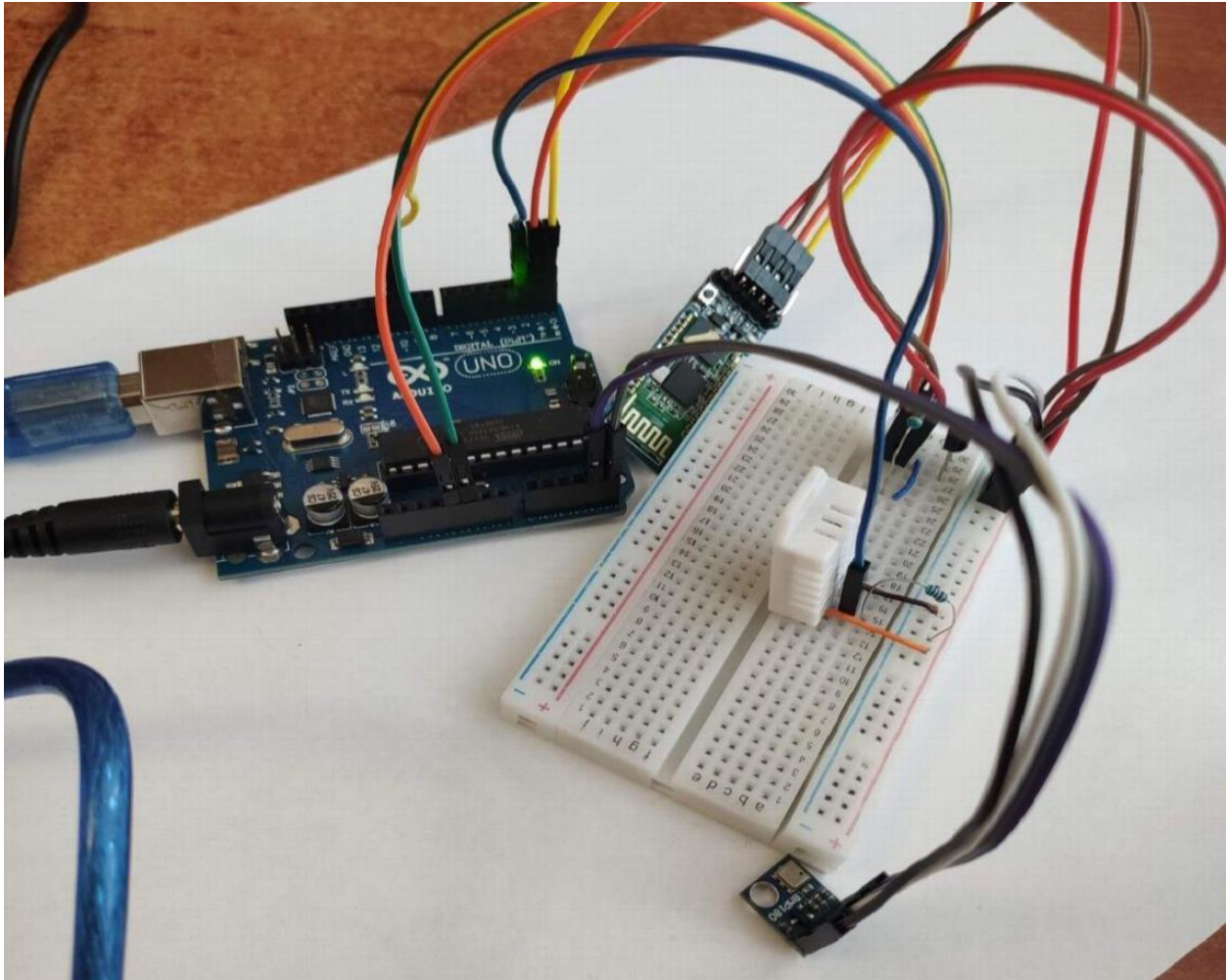


Рисунок 3.1 – Автоматизована метеостанція з мікроконтролерним підключенням обраного датчика.

Середовищем розробки обрано *Arduino IDE*.

IDE набула популярність через простоту коду. Програмне забезпечення *Arduino* є кросплатформеним, що дає можливість працювати з нею на різних операційних системах, таких як: *Linux*, *Mac* або *Windows*.

За допомогою *Arduino IDE* можна без труднощів отримати доступ до

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

внесених бібліотек і отримати сучасну підтримку останніх плат *Arduino*, завдяки чому стає можливим створення ескізів, підкріплених найновішою версією IDE.

3.2 Розробка скетча, керуючого роботою схеми

Виконання програми починається з її обробки препроцесором і далі компіляції за допомогою AVR-GCC. Написання програми починається з підключення всіх необхідних бібліотек.

Бібліотека – сукупність функцій, що спрощують роботу з різноманітними датчиками, модулями та рештою елементів для створення приладу. Всі необхідні бібліотеки можна знати на офіційному сайті *Arduino*.

Щоб встановити нову бібліотеку спочатку завантажується архів або ж папка з назвою потрібної бібліотеки. Всередині повинні бути файли з розширенням «.cpp» та «.h», файл з текстовим розширенням, папка з прикладами (зазвичай вона має назву «examples») та інші файли необхідні для роботи бібліотеки.

Так як в метеостанції 4 датчика, для кожного з них підключено необхідну бібліотеку.

Список підключених бібліотек:

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <Wire.h>
#include <BMP085.h>
#include <DHT.h>
#include <DS1307.h>
#include <EEPROM.h>
```

Рисунок 3.2. Список підключених бібліотек

Після ініціалізації всіх змінних прописується функція *if* для чотирьох варіантів введення: «1», «2», «3», «4». Це потрібно для того щоб при введенні певної цифри отримувалось значення з конкретного датчика закріпленого під цією цифрою.

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Умовні переходи за допомогою оператора if:

```
if (Serial.available() > 0) {  
  incomingByte = Serial.read();  
  if(incomingByte == '1') { // температура на вулиці  
    x=1;  
  }  
  if(incomingByte == '2') { // температура в приміщенні  
    x=2;  
  }  
  if(incomingByte == '3') { // тиск  
    x=3;  
  }  
  if(incomingByte == '4') { // вологість  
    x=4;  
  }  
}
```

Далі прописується конструкція *switch – case*. Оператор *switch* дозволяє обрати гілку коду, що буде виконуватись. Це допоможе перемикатись між датчиками.

```
switch (x) {  
  case 1:  
    printTemperature(Thermometer);  
    break;  
  case 2:  
    Serial.println(t);  
    break;  
  case 3:  
    Serial.println(Pressure/133.3,1);  
    break;  
  case 4:  
    Serial.println(h);  
    break;  
}
```

В результаті отримано програму, яка виводить в монітор порта поточні значення датчика, в залежності, яку цифру було надіслано.

COM5

1

23.2

23.2

23.2

23.2

23.2

23.2

23.2

23.2

23.2

23.2

23.2

23.2

23.2

23.2

☒ Автопрокрутка ☐ Показати отметки времени

Рисунок 3.3 – Вікно COM-порта при введенні одиниці

- 1 – датчик температури на вулиці;
- 2 – датчик температури в приміщенні;
- 3 – датчик тиску;
- 4 – датчик вологості повітря.

В результаті у вікні відображаються всі виміряні показники обраним датчиком (рис. 3.4).

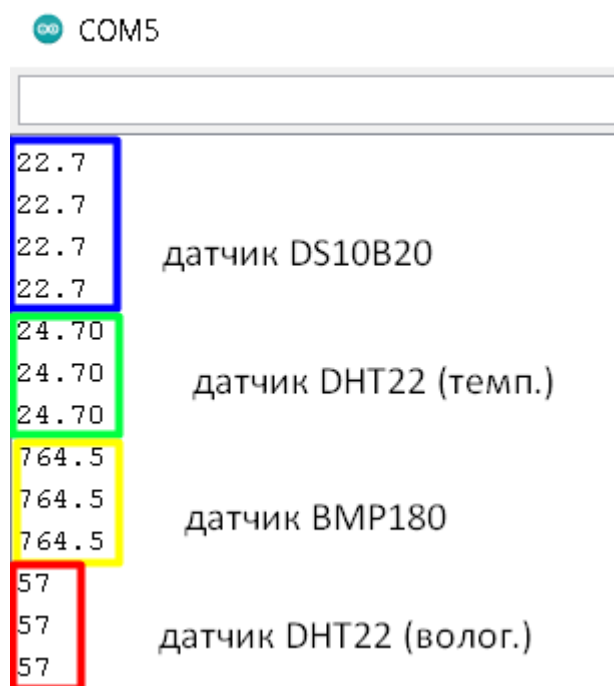


Рисунок 3.4 – Дані вимірювання датчиків з COM-порту

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Техніко-економічне та організаційне обґрунтування

Персональний комп'ютер відкриває широкий мир можливостей. Він дозволяє вести економічні розрахунки, зберігати результати цих розрахунків, розробляти нові проекти у всіх галузях виробництва (будівництво, транспорт, торгівля й ін.). Величезну роль обчислювальна техніка робить на прискорення науково - технічного прогресу, на розвиток наукових досліджень, поліпшення підготовки майбутніх фахівців. Застосування комп'ютерів дозволяє знизити витрати величезної кількості часу, людських й економічних ресурсів.

Побудова проекту підвищить продуктивність й ефективність роботи метеостанцій,.

Завданнями даного проекту є:

- розрахувати трудомісткість;
- розрахувати ціну створення метеостанції;
- визначити капітальні витрати замовника;
- визначити поточні витрати замовника;
- визначити умовну окупність витрати.

Організаційне обґрунтування проекту

Даний проект присвячений розробці метеостанції для розумного будинку.

Організаційне обґрунтування проекту включає:

1. Класифікаційну оцінку різновиду проекту:

- клас – монопроект;
- тип – змішаний;
- тривалість – короткостроковий (5 місяців);
- складність – складний проект;
- розмір – великий.

Метою даного дипломного проектування є якісне поліпшення обслуговування користувача метеостанції.

					КРБ.КІ. 1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

2. Життєвий цикл проекту

Фаза концепції: збір даних, аналіз існуючого положення; встановлення потреби в результатах; затвердження концепцій.

Фаза розробки: встановлення ділових контактів і вивчення цілей, мотивів і вимог замовника і споживачів; розвиток концепцій, планування наочної області і інших елементів проекту; розробка звітнього плану.

Фаза реалізації: організація виконання робіт; детальне проектування і технічні специфікації; інформаційний контроль за виконанням робіт; керівництво і координація робіт, регулювання основних показників проекту; підтвердження закінчення роботи.

Фаза завершення: організація виконання робіт; підготовка документів і здача об'єкту замовникові; оцінка результатів проекту і підведення підсумків; підготовка підсумкових документів і закриття проекту.

Підготовчий – ініціація проекту, збір і систематизація технічних і економічних знань по темі дипломного проекту, ТЕО проекту, розробка технічного завдання, призначення керівника, встановлення потреби в результатах;

Основний – ініціалізація робіт фази, встановлення ділових контактів, вивчення мети, мотивів та потреб замовника, виконання роботи з використанням вказівок консультантів проекту;

Завершальний – планування завершення проекту, підготовка документації, тиражування та впровадження об'єкту замовникам, оцінка результатів і підведення підсумків.

Етапи виконання проекту

Проекти реалізуються паралельно з потоковою роботою організацій, зацікавлених в їх результатах. Вони відносно обмежуються для того, щоб забезпечити пільгові умови для їх виконання. Тобто проект виникає, існує і розвивається в рамках певного оточення, яке називається навколишнім середовищем проекту. Навколишнє середовище - сукупність зовнішніх і внутрішніх (відносно проекту) чинників, що впливають на досягнення

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

результатів проекту. Навколишнє середовище проекту - сукупність зовнішніх і внутрішніх чинників, які роблять вплив і дію на проект

До зовнішніх чинників відносяться: соціальні, економічні, політичні (політичні реформи, зміна законодавства).

До внутрішніх чинників відносяться: нетехнічні (недолік робочої сили, матеріалів, помилки в проектуванні, плануванні, зміна керівництва); технічні (пов'язані з технологічним процесом, технологією, появою нових технологій); вплив постачальників матеріальних ресурсів, ЗМІ, контролюючих органів.

Проект не можна відокремити від його навколишніх умов і їх розвитку. Значить, необхідно завчасно вивчати і враховувати безпосереднє і дальнє оточення проекту. Їх зміни можуть зіграти вирішальну роль в досягненні успіху.

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Таблиця 4.1 – Склад робіт проекту та їх тривалість

№ робіт	Найменування робіт	Тривалість, дні
1–2	Збір даних, аналіз існуючого положення.	20
2–3	Встановлення потреби в результатах	10
2–4	Затвердження концепцій	7
3–5	Розробка звітнього плану	9
4–5	Організація виконання робіт	3
5–6	Детальне проектування і технічні специфікації	8
5–7	Інформаційний контроль за виконанням робіт	25
6–8	Підтвердження закінчення робіт	5
8–9	Контроль за виконанням робіт	10
7–8	Організація виконання робіт	23
9–10	Підготовка документів і здача об'єкту замовникові	6
10–11	Оцінка результатів проекту і підведення підсумків	5
11–12	Підготовка підсумкових документів і закриття проекту	5

По складу робіт складений мережний графік:

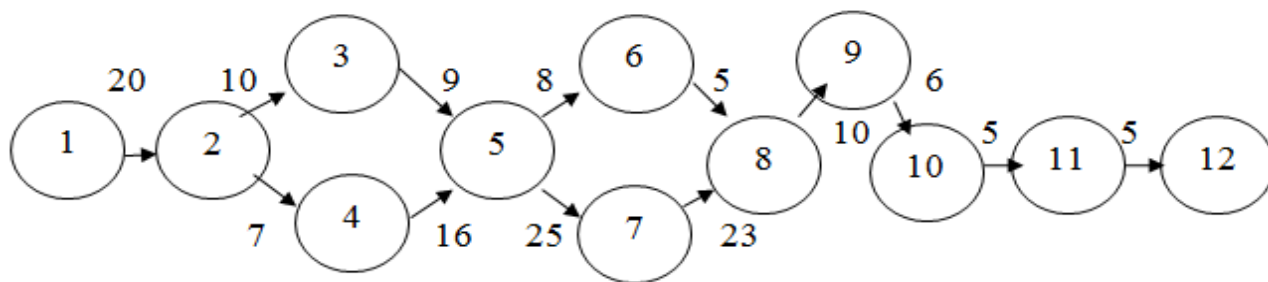


Рисунок 4.1 - Мережний графік

Розрахунок параметрів мережного графіка:

- тривалість робіт (t_{ij});
- ранній початок виконання роботи (ТРН);
- раннє закінчення виконання роботи (ТРО);
- пізніше початок виконання роботи (ТПН);
- пізнє закінчення виконання роботи (ТПО);
- повний резерв часу роботи (РП);

Таблиця 4.2 – Результати розрахунку параметрів системи

Фактична робота i, j	Робота	Трива- лість роботи t_{ij}	Ранній термін здійсн. події	Ранній термін здійсн. події j, T_{PO}	Пізній термін здійсн. події $i, T_{ПН}$	Пізній термін здійсн. події $j, T_{ПО}$	Резерв R_j
1–2	–	20	20	0	20	0	0
2–3	1–2	10	30	20	22	20	0
2–4	1–2	7	27	20	30	23	3
3–5	2–3	9	39	30	41	32	2
4–5	2–4	16	44	27	44	32	5
5–6	3–5;4–5	8	47	39	47	39	0
5–7	3–5;4–5	25	64	39	64	43	4
6–8	5–6	5	52	47	52	47	0

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.КІ.1.146-03.2.1

Арк.

60

Продовження таблиці 4.2

7–8	5–7	23	92	69	92	73	4
8–9	6–8;7–8	6	93	87	93	87	0
9–10	8–9	4	101	97	101	100	3
10–11	9–10	5	108	103	108	105	2
11–12	10–11	5	113	108	113	108	0

4.2 Економічні розрахунки проекту

Трудомісткість розробки проекту розраховується по формулі:

$$\tau_n = \tau_{mz} + \tau_{en} + \tau_{mn} + \tau_{pn} + \tau_{\epsilon}, \quad (4.1)$$

де τ_{mz} – трудомісткість розробки технічного завдання на створення системи;

τ_{en} – трудомісткість розробки ескізного проекту;

τ_{mn} – трудомісткість розробки технічного завдання;

τ_{pn} – трудомісткість розробки робочого проекту;

τ_{ϵ} – трудомісткість впровадження розробленого проекту відповідно.

Трудомісткість розробки технічного завдання розраховується по формулі:

$$\tau_{mz} = T_{pz}^3 + T_{pn}^3, \quad (4.2)$$

де T_{pz}^3 – витрати часу розробника постановки завдань на розробку технічного завдання (ТЗ);

T_{pn}^3 – витрати часу розробника системи на розробку ТЗ, чол./дні.

Значення величин T_{pz}^3 і T_{pn}^3 розраховується по формулах:

$$T_{pz}^3 = t_z * K_{pz}^3, \quad (4.3)$$

$$T_{pn}^3 = t_z * K_{pn}^3, \quad (4.4)$$

де t_z – норма часу на розробку ТЗ на проект, залежно від функціонального значення і ступеня новизни проекту, що розробляється, чол./дні;

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

K_{pz}^3 – коефіцієнт, що враховує питому вагу трудомісткості робіт, що виконуються розробником постановки завдань на стадіях ТЗ (у разі сумісної з розробником ПО розробки $K_{pz}^3 = 0,65$);

K_{pn}^3 – коефіцієнт, що враховує питому вагу трудомісткості робіт, що виконуються розробником проекту на стадіях ескізного проекту.

$$T_{pz}^3 = 18 * 0,65 = 11,7 \text{ чол./ дні};$$

$$T_{pn}^3 = 18 * 0,35 = 6,3 \text{ чол./ дні};$$

$$\tau_{mz} = 11,7 + 6,3 = 24 \text{ чол./ дні}.$$

Трудомісткість розробки ескізного проекту.

Трудомісткість розробки ескізного проекту τ_{en} розраховують по формулі:

$$\tau_{en} = T_{pz}^9 + T_{pn}^9, \quad (4.5)$$

де T_{pz}^9 – витрати часу розробника постановки завдання на розробку ЕП, чол./дні;

T_{pn}^9 – витрати часу розробника системи на розробку ЕП, чол–дні. Значення величин T_{pz}^9 і T_{pn}^9 розраховується по формулах:

$$T_{pz}^9 = t_9 * K_{pz}^9 \quad (4.6)$$

$$T_{pn}^9 = t_9 * K_{pn}^9, \quad (4.7)$$

де t_9 – норма часу на розробку ЕП системи залежно від її функціонального призначення і ступеня новизни, 70 чол./дні;

K_{pz}^9 – коефіцієнт, що враховує питому вагу трудомісткості робіт, що виконуються розробником постановки завдань на стадії ЕП (у разі використання сумісного обладнання $K_{pz}^9 = 0,7$);

K_{pn}^9 – коефіцієнт, що враховує питому вагу трудомісткості робіт, що виконуються розробником системи ($K_{pn}^9 = 0,3$) K_{pn}^9

$$T_{pz}^9 = 70 * 0,7 = 49 \text{ чол./ дні}$$

$$T_{pn}^9 = 70 * 0,3 = 21 \text{ чол./ дні}$$

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\tau_{en} = 49 + 21 = 70 \quad \text{чол./ дні}$$

Розрахунок трудомісткості розробки програмного проекту

Трудомісткість розробки технічного проекту τ_{mn} залежить від функціонального призначення, кількості різновидів вхідної і вихідної інформації і визначається як сума часу, витраченого розробником постановки завдань і розробником системи, тобто:

$$\tau_{mn} = (t_{pz}^T + t_{pn}^T) * K_{\epsilon} * K_p, \quad (4.8)$$

де t_{pz}^T, t_{pn}^T – норми часу, що витрачається на розробку ТП розробником постановки завдань і розробником системи відповідно.

K_{ϵ} – коефіцієнт обліку виду використовуваної інформації;

K_p – коефіцієнт обліку режиму обробки інформації ($K_p=1,26$).

Значення коефіцієнта K_{ϵ} визначають з виразу:

$$K_{\epsilon} = \frac{K_n \times n_n + K_{nc} \times n_{nc} + K_{\bar{o}} \times n_{\bar{o}}}{n_n + n_{nc} + n_{\bar{o}}} \quad (4.9)$$

де $K_n, K_{nc}, K_{\bar{o}}$ – значення коефіцієнтів обліку виду використовуваної інформації для змінній, нормативно – довідкової інформації. Приймаємо K_n, K_{nc} рівними 1 і 0,72

$$K_{\bar{o}} = 2,08;$$

$n_n, n_{nc}, n_{\bar{o}}$ – кількість наборів даних змінної, нормативно довідкової інформації і баз даних відповідно. Тоді

$$\tau_{mn} = (42 + 11) * 2,08 = 111 \quad (\text{днів})$$

Визначення ціни розробки

Система розглядається і створюється як продукція програмного призначення.

Таким чином, ціна системи визначається по формулі:

$$Ц = K * C + P_p, \quad (4.10)$$

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де C – витрати на розробку системи;

K – коефіцієнт обліку витрат на виготовлення тестового зразка системи як продукції програмного призначення ($K = 1,1$);

Π_p – нормативний прибуток, розраховується по формулі:

$$\Pi_p = \frac{(C + C_m) * P_n}{100}, \quad (4.11)$$

де P_n – норматив рентабельності, 25%;

C_m – матеріальні витрати, грн./ізд.;

Матеріали: в результаті розробки даного проекту було потрібно:

Таблиця 4.3 - Витрати на матеріали

Найменування матеріалу	Одиниця вимірювання	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
Arduino Uno	Шт	1	240	240
Мережний адаптер Ethernet	Шт	1	80	80
Кабель RG-45, 5Е категорія	Метр	20	4	80
Конектори	Шт	4	0,5	2
Разом:		402 грн		
Ттр=0,04 затрати витрати на монтаж = 10%				
Разом:		442 грн.		

Спеціальне устаткування: витрати, зв'язані з використанням обчислювальної техніки, визначаються по формулі:

$$C_{ПК} = t_{\text{эвм}} * K_u^{\text{эвм}} * C^{\text{эвм}} * K_{\text{бд}}^{\text{эвм}} * K_9^{\text{эвм}}, \quad (4.12)$$

де $t_{\text{эвм}}$ – час використання ПК для розробки даного проекту, 64 години;

$K_u^{\text{эвм}}$ – поправний коефіцієнт часу використання ПК, 1,08;

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

$C^{эвм}$ – ціна і-того часу роботи ПК, 5 грн;

$K_э$ – коефіцієнт степені використання СУБД, 1,0;

$C_{евм}$ – коефіцієнт швидкодії ПК, 1,0.

$$C_{ПК} = 64 * 1,08 * 5 * 1 * 1 = 345.6$$

Основна заробітна плата: у статтю включається основна заробітна плата (керівник і один розробник), безпосередньо зайятих розробкою даної системи, з урахуванням їх посадового окладу (відповідно 7200 і 9000 гривень), часу і ступеня участі в розробці (для керівника $K_y=0,1$). Розрахунок ведеться по формулі:

$$C_{30} = \sum \frac{Z_i * K_o}{\alpha * \pi} \quad (4.13)$$

де Z_i - середньомісячний оклад і-го виконавця, грн; α - середня кількість робочих днів у місяці (22); i - трудомісткість робіт, виконуваних і-м виконавцем, чол-дні.

Тоді:

$$C_{з.о.} = (7200 * 0,1 / 22) * 180 = 5890,9 \text{ грн. (керівник)}$$

$$C_{з.о.} = (7200 / 22) * 180 = 58910 \text{ грн. (розробник)}$$

$$C_{з.о.} = 5890,9 + 58910 = 64800,9 \text{ грн. (загалом)}$$

Додаткова заробітна плата: у статті враховується всі виплати безпосереднім виконавцям за час (встановлене законодавством), що не попрацював на виробництві, зокрема: оплата чергових відпусток, компенсації за не використану відпустку, оплата пільгового годинника підліткам і ін. Розрахунок ведеться по формулі:

$$C_{з.д.} = C_{з.о.} * A_d, \quad (4.14)$$

де A_d – коефіцієнт відрахувань на додаткову заробітну плату; $A_d = 0,1$

$$C_{з.д.} = 64800,9 * 0,1 = 6480,9$$

Відрахування на соціальне страхування: у статті враховуються відрахування до бюджету соціального страхування за встановленим

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

законодавством тарифом від суми основної і додаткової заробітної плати, тобто

$$C_{c.c} = A_{c.c.} * (C_{з.о} + C_{з.д.}), \quad (4.15)$$

де $A_{c.c.}$ – коефіцієнт відрахувань на соціальне страхування (22%).

$$C_{c.c} = 0,22 * (64800,9 + 6480,1) = 71281 \text{ грн.}$$

Накладні витрати: у статті враховуються витрати на загальногосподарські витрати, невиробничі витрати і витрати на управління. Накладні витрати визначають в процентному відношенні до основної заробітної плати, по формулі:

$$C_n = A_n * C_{з.о} \quad (4.16)$$

де A_n – коефіцієнт накладних витрат ($A_n = 0,5$);

$$C_n = 0,5 * 43091 = 21545,5$$

Розрахунок кошторисної вартості розробки можна звести в таблицю 4.4

Таблиця 4.4 – Кошторисна вартість розробки

Найменування статті	Кошторисна собівартість, грн.	Питома вага %
Матеріали	442	0,3
Спеціальне обладнання	346	0,2
Основна заробітна плата	64800,9	39,3
Додаткова заробітна плата	6480,9	3,9
Відрахування на соціальне страхування	71281	43,2
Накладні витрати	21545,5	13,1
Разом: повна собівартість	164896,6	100,0

$$\text{Т.ч. } C = C_{\text{з.м}} + C_{з.о} + C_{з.д} + C_{c.c} + C_n = 164896,6 \text{ грн.}$$

$$П_p = \frac{(C + C_m) * P_n}{100}$$

$$П_p = \frac{(164896,6 - 442) * 25}{100} = 41113,65 \text{ грн.}$$

$$Ц = K * C + П_p$$

					КРБ.КІ. 1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

$$Ц = 1,1 * 164896,6 + 41113,65 = 222499,91 \text{ грн.}$$

Розрахунок капітальних витрат

Розрахунок капітальних витрат, пов'язаних з впровадженням КМ здійснюється по формулі:

$$K = K_n + K_{ко} + K_{во} + K_c + K_y, \quad (4.17)$$

де: K_n – передвиробничі витрати – 100% від загальної вартості проекту (Ц);

$K_{ко}$ – вартість комп'ютерного обладнання;

$K_{во}$ – вартість допоміжного обладнання 10%–12% від $K_{ко}$;

K_c – вартість будівництва у зв'язку з впровадженням ІС;

Передвиробничі витрати включають всі витрати, пов'язані з проектуванням, розробкою, відладкою і впровадженням ІС (КМ) – передпроектні і проектні дослідження, постановка завдань і їх алгоритмізація, розробка, відладка і впровадження ПО, навчання обслуговуючого персоналу, перепідготовка частини персоналу підприємства і так далі.

Таким чином капітальні витрати, пов'язані з впровадженням рівні:

$$K = 222499,91 + 22249,9 = 244749,81 \text{ грн.}$$

Розрахунок поточних (експлуатаційних) витрат

Даний програмний продукт є комбінованим, основним завданням якого є створення метеостанції з метою полегшити та автоматизувати оцінювання показників погоди.

Розрахунок поточних (експлуатаційних) витрат, пов'язаних з впровадженням ДКС, здійснюється по формулі (6.18):

$$C = C_{опл} + C_A + C_{эл} + C_{п} + C_{р} + C_{всп}, \quad (4.18)$$

де $C_{опл}$ – річний фонд основної і додаткової оплати праці персоналу, обслуговуючого ІС з нарахуваннями;

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

C_A - сума річних амортизаційних відрахувань від вартості основного і допоміжного устаткування;

$C_{ЭЛ}$ - вартість витрат на електроенергію за рік;

$C_{П}$ - вартість річного змісту приміщень.

Річний фонд основної заробітної плати персоналу, обслуговуючого ІУС:

$$З_{ОСН} = \sum Ч_{ci} * З_{ci} + \sum Ч_{pj} * t_{cj} * \Phi_{pj}, \quad (4.19)$$

де $Ч_{ci}$, $Ч_{pj}$ – чисельність, відповідно, фахівців і-ї категорії і робочих j-го розряду, обслуговуючих ІУС;

$З_{ci}$ - річний фонд заробітної плати фахівця і-й категорії; $З_{ci} = 72000$ (ставка виконавця * 12 місяців, $6000 * 12$);

t_{cj} - годинна тарифна ставка робочого j-го розряду;

$t_{cj} = 36,11$; Φ_{pj} - річний фонд робочого часу робочого j-го розряду (рекомендується в межах 2016 години).

Тоді після впровадження: $З_{ОСН}^2 = 1 * 6000 * 12 = 72000$ грн.

Фонд додаткової заробітної плати:

$$З_{ДОП} = З_{ОСН} * K_{ДОП}, \quad (4.20)$$

де $K_{ДОП}$ – коефіцієнт додаткової заробітної плати (0,1).

Після впровадження: $З_{ДОП}^2 = 72000 * 0,1 = 7200$ грн

Нарахування на заробітну плату:

$$З_{НАЧ} = (З_{ОСН} + З_{ДОП}) * K_{ОТЧ}, \quad (4.21)$$

де $K_{ОТЧ}$ – коефіцієнт відрахувань на соціальні потреби (до фондів: пенсійний, зайнятості, соціального страхування), $K_{ОТЧ} = 0,22$.

Тоді після впровадження: $З_{НАЧ}^2 = (72000 + 7200) * 0,22 = 17424$ грн.

Таким чином, загальні витрати на оплату праці:

$$C_{ОПЛ} = З_{ОСН} + З_{ДОП} + З_{НАЧ}, \quad (4.22)$$

Після впровадження: $C_{ОПЛ}^2 = 72000 + 7200 + 17424 = 96624$ грн.

Річна вартість споживаної електроенергії $C_{ЭЛ}$ визначається за формулою:

$$C_{ЭЛ} = M_y * T_{ко} * Ц_{э} * K_{И},$$

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

де M_y - встановлена сумарна потужність комп'ютерного обладнання, кВт (0,3); $T_{ко}$ - річний фонд роботи ПК з урахуванням часу на профілактичні огляди (складає 6320 год); Цз - вартість 1 кВт-години електроенергії (1,68 коп);

КІ - коефіцієнт інтенсивного використання потужності (0,9).

$$C_{зл} = 0,3 * 6320 * 1,68 * 0,9 = 5972,4 \text{ грн.}$$

Витрати на утримання виробничих приміщень у рік СП розраховуються виходячи з необхідної площі для розміщення всього обладнання ІВ і середньорічних витрат на утримання 1 м^2 виробничої площі (12-20 грн).

$$C_{п} = 17 * 20 * 12 = 4080 \text{ грн}$$

Розрахунок амортизаційних відрахувань визначається по формулі:

$C_A = K_{ко} * \alpha / 100$, де α – норма амортизаційних відрахувань (для комп'ютерного устаткування 60%).

$$C_A = K_{ко} * 0,2 = 22249,9 * 0,2 = 4450 \text{ грн.}$$

C_p складає 6% від вартості комп'ютерного устаткування

$$C_p = 0,06 * 4450 = 267 \text{ грн.}$$

$C_{всп}$ складає 1,5% - 2% від вартості комп'ютерного устаткування

$$C_{всп} = 0,02 * 4450 = 89 \text{ грн.}$$

Після впровадження:

$$C_2 = 22249,9 + 4080 + 4450 + 5972,4 + 89 = 237091,3 \text{ грн.}$$

Базовим варіантом є діяльність з застосуванням програми «Sybase Central». Всі функції до впровадження конфігурації виконували 2 спеціалісти із зарплатою 7200 грн.

Отже:

Розрахунок поточних (експлуатаційних) витрат, пов'язаних з впровадженням ІУС, здійснюється по формулі (4.18):

Річний фонд основної заробітної плати персоналу здійснюється по формулі (4.19):

$$\text{До впровадження: } Z_{осн}^2 = 2 * 7200 * 12 = 144000 \text{ грн.}$$

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Фонд додаткової заробітної плати, розраховується по формулі (4.20):

До впровадження: $Z_{\text{доп}}^2 = 144000 * 0,1 = 14400$ грн

Нарахування на заробітну плату, здійснюється по формулі (4.21):

До впровадження: $Z_{\text{нач}}^2 = (144000 + 14400) * 0,22 = 34848$ грн.

Таким чином, загальні витрати на оплату праці, здійснюється по формулі (4.22):

До впровадження: $C_{\text{опл}}^1 = 144000 + 14400 + 34848 = 193248$ грн.

До впровадження:

$$C_1 = 193248 \text{ грн.}$$

Таблиця 4.5 Техніко-економічні показники проекту

Найменування показника	Одиниця	Значення показника	
	Величина	До впровадження проекту	Після впровадження проекту
Трудомісткість		—	113
Ціна розробки	грн.	—	222499,91
Капітальні витрати	грн.	—	118907,66
Поточні витрати	грн./рік	193248	401752,2
Економічний ефект від реалізації проекту	грн./рік	—	34795,1
Термін окупності	років	—	12
Рівень рентабельності		—	1,21

Зробивши економічні розрахунки, можна зробити висновок про те, що впровадження даного ПП є досить вигідним, про що свідчить рівень рентабельності = 1,21, строк його окупності 12 міс. Цей ПП дозволяє економити час користувача шляхом пришвидшення процесу отримання інформації. Робота самого додатку була оптимізована задля швидкого виконання складових функцій для того, щоб зробити її майже непомітною для користувача.

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Тема дипломного проекту - «Розробка метеостанції для розумного будинку».

Цілі охорони праці при експлуатації ЕОМ полягають в забезпеченні необхідних для здоров'я людини умов на робочому місці, що також сприяли б підвищенню ефективності праці робітника і виключили можливість виникнення ситуацій, що загрожували б його життю. Цей розділ детально розглядає такі важливі параметри робочого приміщення та його організації, як розміщення робочих місць, вимоги до електромереж, штучне захисне заземлення, системи пожежної сигналізації, засоби боротьби з пожежами, санітарно-гігієнічні вимоги, тощо.

У моєму випадку об'єм 700 м^3 , можна розташувати 33 робочих місць, при площі 200 м^2 .

Вимоги до виробничих приміщень для експлуатації ЕОМ

Неприпустимим є розміщення приміщень для роботи з ЕОМ в підвалах і цокольних поверхах.

Приміщення з ЕОМ повинні мати природне і штучне освітлення. Природне освітлення повинне здійснюватися через світлові отвори, орієнтовані переважно на північ, північний захід. На робочих місцях з ЕОМ КЕО (коефіцієнт природного освітлення) повинен бути не менше 1,5%.

Приміщення з ЕОМ повинні бути обладнані системами опалювання, вентиляція і кондиціонуванням повітря. Віконні отвори повинні бути обладнані регульованими пристосуваннями (жалюзі, завіски, зовнішні козирки).

Для обробки приміщень забороняється використовувати матеріали, що виділяють в повітря шкідливі речовини (ДСП, шпалери, що миються, паперовий пластик) для внутрішньої обробки слід використовувати матеріали, що дифузійно-відображають, з коефіцієнтами віддзеркалення: для стелі 0,7...0,8, для стенів 0,5...0,6, для підлоги 0,3...0,5.

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Електробезпека устаткування

Відповідно до правил установки електроустановок (ПУЕ) устаткування розділяється на установки з напругою 1 кВ.

Лінія електромережі для живлення ЕОМ, периферійних пристроїв ЕОМ та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ЕОМ виконується як окрема групова три провідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів.

Використання нульового робочого провідника як нульового захисного провідника забороняється. Відкрита прокладка кабелів під підлогою забороняється. Металеві труби та гнучкі металеві рукави повинні бути заземлені. Заземлення повинно відповідати вимогам ДНАОП 0.00-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів» (з0093-98). Конструкція знімної підлоги повинна бути такою, щоб забезпечувались:

- вільний доступ до кабельних комунікацій під час обслуговування;
- стійкість до горизонтальних зусиль при частково знятих плитах;
- вирівнювання поверхні підлоги за допомогою регульовальних опорних елементів;
- взаємозамінність плит.

Плити знімної підлоги повинні бути важко горючими, з межею вогнестійкості не менше 0,5 год., або негорючими. Покриття плит виконують з матеріалів, які під час горіння не виділяють шкідливих токсичних речовин і газів, що сприяють корозії. Опори та стояки змінної підлоги повинні бути негорючими. Отвори в плитах для прокладання кабелів електроживлення виконуються безпосередньо в місцях встановлення устаткування відповідно до затвердженого технологічного плану розміщення устаткування та його технічних характеристик. Простір під знімною підлогою розділяють негорючими діафрагмами на відсіки площею не більше 250 кв. м.

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Межа вогнестійкості діафрагми повинна бути не менше 0,75 год.

Комунікації прокладають крізь діафрагми в спеціальних обоймах з застосуванням негорючих ущільнювачів для запобігання проникнення вогню з одного відсіку в інший, а також з підпільного простору в приміщення.

Електрощит повинен розміщуватися біля виходу з робочого приміщення.

Одним з основних засобів захисту від напруги є правильно виконане заземлення.

Для захисту людей від ураження електрострумом внаслідок пошкодження ізоляції і переходу напруги на струмопровідні частини машин, механізмів, інструментів тощо застосовують захисне заземлення чи занулення. Захисне заземлення — навмисне електричне з'єднання з землею або її еквівалентом металевих струмопровідних частин, що можуть опинитися під напругою.

Заземлення здійснюється за допомогою природних, штучних або змішаних заземлювачів. Занулення— це навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих струмонепровідних частин, які можуть опинитися під напругою (корпуси електроустаткування, кабельні конструкції, сталеві труби тощо).

Метою занулення є усунення небезпеки ураження людини під час пробією на корпус обладнання однієї фази мережі електричного струму. Ця мета досягається внаслідок швидкого відімкнення максимальним струмовим захистом частини мережі, на якій трапилося замикання на корпус.

У мережі нейтраль джерела струму слід приєднати до заземлення за допомогою заземлюючого провідника . Цей заземлювач розташовується поблизу джерела живлення (в окремих випадках) біля стіни будинку, у якому він знаходиться. Ефективним заходом захисту в даному випадку є захисне занулення.

Приміщення:

висота приміщення – 3,5 м;

розміри приміщення - 10×20 м;

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

Пожежна безпека

Відповідно до ОНТП 24-86, приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою поділяють на п'ять категорій (А, Б, В, Г, Д). Якісним критерієм вибухопожежної небезпеки приміщень (будівель) є наявність в них речовин з певними показниками вибухопожежної небезпеки. Кількісним критерієм визначення категорії є надмірний тиск, який може розвинутися при вибуховому загорянні максимально можливого скупчення (навантаження) вибухонебезпечних речовин у приміщенні. Дане приміщення відноситься до групи Д: негорючі речовини та матеріали в холодному стані.

У нежилых будівлях застосовуються автоматичні системи пожежної сигналізації з димовими, тепловими, газоаналізаторами або полум'яними датчиками. Теплові датчики спрацьовують після досягнення певної температури (зазвичай $\sim 60^{\circ}\text{C}$) або після досягнення певної швидкості підвищення температури, наприклад, $7\dots 8^{\circ}\text{C/хв}$. Пневмодатчик спрацьовує, коли із-за нагрівання повітря в приміщенні підвищується тиск газу в запаяній трубці. Термісторний датчик генерує сигнал, коли внаслідок підвищення температури в приміщенні перевищується встановлене значення електроопору. Сигналізатор з датчиками газоаналізаторів спрацьовує, коли змінюється провідність напівпровідникового елементу або температура каталізатора.

В нашому випадку ми використовуємо вуглекислотні вогнегасники. З розрахунку, що 1 вогнегасник розрахований на 10 м^2 , то в нашому приміщенні повинно бути 20 вогнегасників.

Первинними засобами для пожежогасіння є вогнегасники, вода, пісок, кошма, багор. Підходи до засобів пожежогасіння повинні бути вільні. Пожежний щит повинен бути розташований у легкодоступному і видному місці. В нашому випадку він розміщений при вході в приміщення.

Для здійснення автоматичного пожежогасіння використовуються рідинні (спрінклерні і дренчерні), вуглекислотні, порошкові і пінні автоматичні системи пожежогасіння.

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Виробнича санітарія, виробничне освітлення і вентиляція

Виробнича санітарія - система організаційних заходів і технічних засобів, які запобігають або зменшують дію шкідливих виробничих чинників на тих, що працюють.

Умови праці осіб, що працюють з ПК, відповідають I і II класу згідно Гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості і небезпеки чинників виробничого середовища.

Розраховуємо вуглекислотну установку для гасіння пожежі в приміщенні об'ємом V . Вогнегасна концентрація газового складу для вуглекислоти $G=0,7$ кг/м³, щільність вуглекислоти $\rho=0,625$ кг/л.

Одним з важливих чинників для ефективної роботи в приміщенні з ПК є система освітленості, що забезпечує в районі площини робочого столу 425 Люкс.

Освітлення ділиться на: природне і штучне. Природне світло проникає через бічні світлоотвори, і забезпечує коефіцієнт природної освітленості близько 1,5%. Освітлення даного приміщення повинне бути комбінованим. Для загального освітлення застосовуються світильники з розсіювачами і дзеркальними екранними сітками або відбивачами, а як джерело світла - люмінесцентні лампи ЛБ. Також передбачається обмеження прямих відблисків шляхом певного розміщення робочих місць щодо джерел природного і штучного освітлення. Яскравість відблисків на екрані не перевищує 40 кд/м², яскравість стелі при застосуванні системи освітлення, що відображає, не перевищує 200 кд/м². Для забезпечення нормованих значень освітлення не рідше чим 2 рази на рік проводиться очищення шибок і світильників. Також своєчасно замінюються лампочки, що перегоріли.

Механічна вентиляція має ряд переваг перед природною:

- повітря виводиться та подається у будь-яку частину приміщення;
- проточне повітря можна піддавати необхідній обробці (очищати, підігрівати у холодний період року або охолоджувати у теплий, воложнювати або під-сушувати і т.п.), а виводжуємо - очищати від

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

забруднень;

- кількість повітря, що виводиться та подається можна змінювати у будь-яких межах в залежності від технологічного процесу.

Механічна вентиляція здійснюється за рахунок різниці тисків, яка створюється за допомогою вентилятора.

Вентилятор - пристрій для переміщення повітря.

Для нормальної вентиляції нашого приміщення продуктивність системи вентиляції повинна мати осьовий вентилятор потужністю 3 кВт.

Встановлюються такі внутрішньозмінні режими праці та відпочинку при роботі з ЕОМ при 8-годинній денній робочій зміні залежно від характеру праці:

- для розробників програм із застосуванням ЕОМ слід призначати регламентовану перерву для відпочинку тривалістю 15 хвилин через кожну годину роботи за ВДТ;
- для операторів із застосуванням ЕОМ слід призначати регламентовані перерви для відпочинку тривалістю 15 хвилин через кожні дві години;
- для операторів комп'ютерного набору слід призначати регламентовані перерви для відпочинку тривалістю 10 хвилин після кожної години роботи за ВДТ.

У всіх випадках, коли виробничі обставини не дозволяють застосувати регламентовані перерви, тривалість безперервної роботи з ВДТ не повинна перевищувати 4 години.

Усі працівники, які виконують роботи, пов'язані з експлуатацією, обслуговуванням, налагодженням та ремонтом ЕОМ, підлягають обов'язковому медичному огляду— попередньому під час оформлення на роботу та періодичному протягом трудової діяльності — в порядку, з періодичністю та медичними протипоказаннями відповідно до Положення про медичний огляд.

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

ВИСНОВКИ

У дипломному проекті описано етапи проектування макету автоматизованої метеостанції з мікроконтролерним керуванням. Розглянуто види та принципи роботи кожного з датчиків. Описано роботу сучасних метеостанцій.

Створено функціональну схему приладу. Обґрунтовано вибір елементної бази - вибір мікроконтролера, *Bluetooth*-модуля, датчиків температури, вологості та тиску. Для розробки макету було обрано плату *Arduino Uno* на основі мікроконтролера 8-ядерного мікроконтролера *ATmega328*, цифровий датчик вологості та температури *DHT22*, датчик тиску *BMP180*, цифровий датчик температури *DS18B20* в захисному корпусі та *Bluetooth* модуль *HC-05*. Окремим підрозділом описано розробку керуючої програми та кожного датчика автоматизованої метеостанції. Програма розроблена у програмному середовищі *Arduino IDE*.

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коваленко Ю. Л. Метеорологія і кліматологія : конспект лекцій / Ю. Л. Коваленко. – Х. : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 65 с.
2. Как изобрели термометр [Електронний ресурс] // Занимательная физика. – 2004. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.afizika.ru/zanimatelnosti/171-kakizobrelitermometr>.
3. История термометра [Електронний ресурс] // Музей истории развития Гидрометцентра России. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: <http://museum.meteorf.ru/present/pdf/thermo.pdf>.
4. A brief history of thermometers [Електронний ресурс] // Guardian News & Media Limited. – 2003. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.theguardian.com/science/2003/aug/06/weather.environment>.
5. Хромов С.П. Метеорология и климатология : классический университетский учебник / Петросянц М.А. : МГУ им. М.В. Ломоносова, 2006. – 210 с.
6. Будова та види датчиків температури в кліматичних системах [Електронний ресурс] // DS Electronics. – 2005. – Режим доступу до ресурсу: <https://ds-electronics.com.ua/ua/support/blog/termoregulatory/ustrojstvo-i-vidydatchikov-temperatury-v-klimaticheskikh-sistemah/>.
7. Авиационные термометры [Електронний ресурс] // Кировоградская Лётная Академия Национального Авиационного Университета. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://studfile.net/preview/6810193/page:17/>.
8. Different Types of Thermometers [Електронний ресурс] // Instrumentation Tools. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://instrumentationtools.com/different-types-thermometers/>.
9. Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений. // © Всемирная Метеорологическая Организация. – 2010. – С. 1.2–12, 2.4.1, 72с.

					<i>КРБ.КІ. 1.146-03.2.1</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

10. Датчик влажности та температуры GY-21 HTU21 [Электронный ресурс] // arduino.ua – Режим доступа до ресурсу: <https://arduino.ua/prod1222-datchikvlajnosti-i-temperatyri>.
11. Предназначение электронных термометров [Электронный ресурс] // АО «ЭКСИС». – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.eksis.ru/materials/articles/elektronnye-termometry.php>.
12. Пірометри [Электронный ресурс] // Винницкий национальный технический университет. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <https://studfile.net/preview/3907292/page:5/>.
13. Инфракрасный датчик температуры [Электронный ресурс] // VirtualExpo. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.directindustry.com.ru/prod/melexis/product-12118-210268.html>.
14. Мишанский, М. А. Влажность воздуха и способы ее измерения / М. А. Мишанский // Сборник докладов Республиканской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов "Инновации в технике и технологии дорожно-транспортного комплекса". Секция "Дорожная климатология". В 6 ч. Ч. 3 / науч. рук. И. И. Леонович. – Минск : БНТУ, 2013.
15. О термopax: что это такое, принцип действия, подключение, применение [Электронный ресурс] // Информационный интернет-сайт "ASUTPP". – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.asutpp.ru/termopary.html>.
16. Изобретения Леонардо да Винчи (часть 3) [Электронный ресурс] // История изобретений. – 2017. – Режим доступа до ресурсу: <http://kakizobreli.ru/izobreteniya-leonardo-da-vinchi-chast-3/#gigrometr>.
17. История возникновения и развития Гигрометра [Электронный ресурс] // Бобродобро – Режим доступа до ресурсу: <https://prog.bobrodobro.ru/102141>.
18. Водяна пара, вологість повітря. [Электронный ресурс] // Гипермаркет знаний. – 2008. – Режим доступа до ресурсу:

					КРБ.КІ. 1.146-03.2.1	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

https://edufuture.biz/index.php?title=38._%D0%92%D0%BE%D0%B4%D1%8F%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0,_%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%80%D1%8F..

19. Датчики температуры. Виды и принцип действия, Как выбрать [Электронный ресурс] // ЭЛЕКТРОСАМ.РУ. – 2021. – Режим доступа до ресурсу:

<https://electrosam.ru/glavnaja/jelektrooborudovanie/ustrojstva/datchikitemperatury/>.

20. Датчики влажности - как устроены и работают [Электронный ресурс] // Электрик Инфо. – 2009. – Режим доступа до ресурсу:

<http://elektrik.info/main/automation/1083-datchiki-vlazhnosti-kak-ustroeny-irabotayut.html>.

21. Датчик влажности для вентиляции [Электронный ресурс] //

ELQUANTA.RU -интернет-энциклопедия про все. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <https://elquanta.ru/novoe/ventilator-s-datchikom-vlaznosti.html>.

22. ГИГРОМЕТР-ПСИХРОМЕТР ВИТ – ЧТО ЭТО ТАКОЕ И ДЛЯ ЧЕГО ИСПОЛЬЗУЕТСЯ? [Электронный ресурс] // Стимул – Режим доступа до ресурсу: <https://stimyl.ru/articles/gigrometr-psihrmetricheskij-vit-1-i-vit-2-proverennaya-vremenem-nadezhnost.html>.

23. Применение датчиков измерения влажности воздуха [Электронный ресурс] // 7 ЛЕСТНИЦ. – 2019. – Режим доступа до ресурсу:

<https://7lestnic.com/bez-rubriki/vse-uzlyrezultat-klasterizaciidatchik-vlaznostivozduha-dla-upravlenia-ventilaciej.html>.

24. Барометр [Электронный ресурс] // Wikipedia. – 2021. – Режим доступа до ресурсу:

<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80>.

					КРБ.КІ. 1.146-03.2.1	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

25. Барометр стационарный [Электронный ресурс] // Научно-популярный проект "Метеоролог и я". – 2006. – Режим доступа до ресурсу:
<https://meteo59.ru/book/pribory-i-nablyudeniya/barometr.php>.
26. Полупроводниковые датчики температуры [Электронный ресурс] // mcscpu.ru – Режим доступа до ресурсу:
<https://mcscpu.ru/index.php/pdevices/datchiki/108poluprovodnikovye>.
27. Барометр. Виды и работа. Применение и настройка. Особенности [Электронный ресурс] // ТЕХ.ПРИБОРЫ.РУ. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://tehpribory.ru/glavnaia/pribory/barometr.html>.
28. АКУСТИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ [Электронный ресурс] // Познайка.Орг. – 2016. – Режим доступа до ресурсу:
<https://poznayka.org/s75216t1.html>.
29. Создание программы автоматизированной системы определения относительной влажности [Электронный ресурс] // Студенческая библиотека онлайн. – 2013. – Режим доступа до ресурсу:
<https://studbooks.net/1998628/informatika/vvedenie>.
30. Метеорологічна станція [Электронный ресурс] // Вікіпедія. – 2020. – Режим доступа до ресурсу:
https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F.
31. Автоматическая дорожная метеостанция «КОНДОР» [Электронный ресурс] // Компания ООО "ИТЦ-М". – 2021. – Режим доступа до ресурсу:
<https://www.itc.by/its-solution/road-weather-station/>.
32. МЕТЕОРОЛОГІЧНА СТАНЦІЯ: ВИДИ, ІНСТРУМЕНТИ ТА ПРИЛАДИ, ЩО ПРОВОДЯТЬСЯ СПОСТЕРЕЖЕННЯ. [Электронный ресурс] // agromassidayu. – 2021. – Режим доступа до ресурсу:

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

<https://ukr.agromassidayu.com/meteorologicheskaya-stanciya-vidi-instrumenti-ipribori-provodimie-nablyudeniya-a-411125#menu-6>.

33. Forestry Weather Station [Електронний ресурс] // Dyacon – Режим доступу до ресурсу: <https://dyacon.com/forestry-weather-station/>.

34. Modbus [Електронний ресурс] // Wikipedia. – 2021. – Режим доступу до ресурсу:

https://ru.wikipedia.org/wiki/Modbus#%D0%A1%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%82_MODBUS.

35. Hydrology Weather Station [Електронний ресурс] // Dyacon – Режим доступу до ресурсу: <https://dyacon.com/hydrology-weather-station/>.

36. Hydrometeorological Hazards: Monitoring, Forecasting, Risk Assessment, and Socioeconomic Responses [Електронний ресурс] // Huan Wu et al. – 2016. – Режим доступу до ресурсу:

<https://www.hindawi.com/journals/amete/2016/2367939/>.

37. The SMART2000 Telemetry System [Електронний ресурс] // Felix Technology Inc. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.felixtek.com/products-devices-and-systems/environmental-equipment/environmental-sensors-anddataloggers/smart2000-telemetry-system>.

38. Як підірати потрібну метеостанцію [Електронний ресурс] // VENCON. – 2006. – Режим доступу до ресурсу: <https://vencon.ua/ua/articles/kak-vybratmeteostancyu>.

39. TEMPEST FORECASTING [Електронний ресурс] // WeatherFlow. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://weatherflow.com/tempest-forecasting/>.

40. Плата Arduino Uno R3: схема, описание, подключение устройств [Електронний ресурс] // ArduinoMaster.ru. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://arduinomaster.ru/platy-arduino/plata-arduino-uno/>.

					КРБ.КІ.1.146-03.2.1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

41. Микроконтроллер ATMEGA328P-PU с загрузчиком Arduino Uno [Электронный ресурс] // Mini-Tech. – 2013. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.mini-tech.com.ua/atmega328p-pu-s-zagruzchikom-arduino-uno>.
42. Датчик температуры и влажности DHT22 / AM2302 [Электронный ресурс] // Mini-Tech. – 2013. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.minitech.com.ua/datchik-temperature-i-vlazhnosti-dht22>.
43. Датчики давления Arduino bmp280, bmp180, bme280 [Электронный ресурс] // ArduinoMaster.ru. – 2017. – Режим доступа до ресурсу: <https://arduino-master.ru/datchiki-arduino/datchiki-atmosfernogo-davleniyabmp280-bmp180-bme280/>.
44. Arduino и цифровой датчик температуры DS18B20 [Электронный ресурс] // future2day.ru. – 2019. – Режим доступа до ресурсу: <https://future2day.ru/arduino-i-cifrovoj-datchik-temperature-ds18b20/>.
45. Цифровой датчик температуры DS18B20 2 м. [Электронный ресурс] // gerbest. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://gerbest.com.ua/cifrovojdatchik-temperature-ds18b20-2-m>.
46. DS18B20 – датчик температуры с интерфейсом 1-Wire. Описание на русском языке. [Электронный ресурс] // ОБОРУДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <http://mypractic.ru/ds18b20-datchik-temperature-s-interfejsom-1-wire-opisanie-narusskom-yazyke.html>.
47. Подготовка к настройке АТ-командами [Электронный ресурс] // Robotclass – Режим доступа до ресурсу: <https://robotclass.ru/articles/bluetooth-hc-05-06/>.
48. Bluetooth модуль HC-05 на плате-адаптере [Электронный ресурс] // Mini-Tech. – 2013. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.minitech.com.ua/bluetooth-modul-hc-05-s-adapterom>.

ДОДАТОК А – СКЕТЧ, КЕРУЮЧИЙ РОБОТОЮ СХЕМИ

Підключені бібліотеки

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <Wire.h>
#include <BMP085.h>
#include <DHT.h>
#include <DS1307.h>
#include <EEPROM.h>
```

Умовні переходи за допомогою оператора if:

```
if (Serial.available() > 0) {
  incomingByte = Serial.read();
  if(incomingByte == '1') { // температура на вулиці
    x=1;
  }
  if(incomingByte == '2') { // температра в приміщенні
    x=2;
  }
  if(incomingByte == '3') { // тиск
    x=3;
  }
  if(incomingByte == '4') { // вологість
    x=4;
  }
}
```

Оператор *switch* дозволяє обрати гілку коду, що буде виконуватись. Це допоможе перемикатись між датчиками.

```
switch (x) {
  case 1:
    printTemperature(Thermometer);
    break;
  case 2:
    Serial.println(t);
    break;
  case 3:
    Serial.println(Pressure/133.3,1);
    break;
  case 4:
    Serial.println(h);
    break;
}
```