

Вінницький національний технічний університет
Факультет інформаційних електронних систем
Кафедра біомедичної інженерії та оптико-електронних систем

Пояснювальна записка
до бакалаврської дипломної роботи

на тему:
РОЗРОБКА МІКРОКОНТРОЛЕРНОГО БАРОМЕТРА
08-35.БДР.019.05.000 ПЗ

Виконав студент 4-го курсу гр.БМІ-186
спеціальності 163 «Біомедична інженерія»
Левандовський К.О.

Керівник к.т.н., доцент Коваль Л.Г.

Рецензент _____

Допущено до захисту
Завідувач кафедри БМІОЕС
_____ к.т.н. доц. Коваль Л.Г.
« _____ » _____ 2022 р.

Вінницький національний технічний університет
Факультет інформаційних електронних систем
Кафедра біомедичної інженерії та оптико-електронних систем
Бакалавр
163 – Біомедична інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри БМІОЕС
к.т.н., доцент
Коваль Л.Г. _____
« _____ » _____ 2022

ЗАВДАННЯ

НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Левандовському К.О.

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи): Розробка мікроконтролерного барометра
керівник роботи Коваль Л.Г., к.техн. наук, доцент затверджені наказом
вищого навчального закладу від “24”березня 2022 року № 66
2. Строк подання студентом роботи до 10.06. 2022 року
3. Вихідні дані до проекту (роботи): діапазон частот – 433МГц, чутливість – 35
мВ, інтерфейс USB, схема електрична принципова, наявність
мікроконтролерного блоку, Середній час напрацювання приладу на відмову: не
менше 6000 годин, друкована плата – 450x110.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити): 1. Аналітичний огляд питання; 2. Опис схеми електричної
принципової; 3. Конструкторсько-технологічний розділ; 4. Розробка
програмного забезпечення; 5. Охорона праці
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
структурна схема, схема електрична принципова, креслення друкованої плати,
складальне креслення друкованої плати _____

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	Коваль Л.Г., к.т.н., доцент кафедри БМІОЕС		
Охорона праці	Дембіцька С.В., к.п.н., професор кафедри БЖ та ПБ		

7. Дата видачі завдання «25» березня 2022р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Формування та затвердження теми бакалаврської дипломної роботи (БДР)	До 08.03.2022	
2	Виконання спеціальної частини БДР. Перший рубіжний контроль виконання БДР	До 30.04.2022	
3	Виконання спеціальної частини БДР. Другий рубіжний контроль виконання БДР	До 15.05.2022	
4	Виконання розділу «Охорона праці»	До 25.05.2022	
5	Попередній захист БДР	10.06.2022	
6	Нормоконтроль БДР	10.06.2022	
7	Рецензування БДР	21.06.2022	
8	Захист БДР	22.06.2022	

Студент _____

(підпис)

Левандовський К.О.

Керівник роботи _____

Коваль Л.Г.

АНОТАЦІЯ

У дипломній роботі виконана розробка барометра. Особливість цієї розробки полягає в тому, що з її допомогою можливо значною мірою підвищити точність вимірів, розширити сервісні можливості самого процесу виміювання. В даній дипломній роботі спроектована автоматична система, її електрична, структурна схема. В проекті проводяться розрахунки основних елементів електричної принципової схеми. Представлено метрологічне та алгоритмічне забезпечення. В додатках наведена електрична принципова та структурна схеми системи та перелік всіх її елементів.

ABSTRACT

In the research paper elaborated barometer. Feature of this design is that it can produce significantly improve the accuracy of measurements, expand service capabilities of the process vymiyuvannya. In this thesis work designed automatic system, its electrical, structural scheme. The project carried out calculations of basic elements electric concept. Presented metrology and software. In appendix electrical schematic and block diagram of the system and list all of its elements.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ПИТАННЯ	6
1.1 Суть технічної проблеми що виникла на сучасному етапі	6
1.2 Аналіз існуючих барометрів	7
1.3 Вибір та обґрунтування аналогів	7
1.4 Основна задача, що вирішується в дипломній роботі	8
2. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ БАРОМЕТРА НА МІКРОКОНТРОЛЕРІ.....	9
2.1 Обґрунтування та аналіз методів та засобів вимірювання температури.	9
2.2 Обґрунтування та аналіз методів та засобів вимірювання вологості повітря	13
2.3. Обґрунтування та аналіз методів та засобів вимірювання атмосферного тиску.....	16
2.4 Розробка структурної схеми	25
3. ВИБІР МІКРОКОНТРОЛЕРА ТА ДАТЧИКІВ ДЛЯ БАРОМЕТРА	27
3.1 Вибір мікроконтролера	27
3.2 Вибір перетворювача рівня сигналу	30
3.3 Датчик температури.	32
3.4 Датчик атмосферного тиску.	33
3.5 Датчик вологості. Модель SHT21.	35
3.6 Радіомодуль.	36
3.7 Пристрій відображення інформації.....	37
3.8 Пристрій введення інформації.....	38
3.9 Розрахунок вузлів електричної-принципової схеми.....	39
4 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ БАРОМЕТРА.....	41
4.1 Лістинг роботи програми на мікроконтролері AT90S8515	44
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	50
5.1 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	50
5.1.1 Мікроклімат та склад повітря робочої зони	50
5.1.2 Виробниче освітлення приміщення	52
5.1.3 Виробничі віброакустичні коливання	53
5.2 Технічні рішення з пожежної безпеки.....	54
ВИСНОВКИ.....	57
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	58
ДОДАТКИ	66

ВСТУП

Вимірювання відіграє важливу роль в житті людини. Із ними людина зустрічається на кожному кроці своєї діяльності, починаючи від визначення відстані на око і закінчуючи контролем складних технологічних процесів і виконанням наукових досліджень.

Розвиток науки нерозривно зв'язаний із прогресом в області вимірювань. Вимірювання - це один із способів пізнання. Тому більшість наукових досліджень супроводжуються вимірюванням різноманітних величин, як електричних так і неелектричних. Дуже важливо в теперішній час знати стан навколишнього середовища яке характеризується багатьма параметрами які ми називаємо - погода.

Погода на даний момент у даному місці характеризується сукупністю значень метеорологічних елементів (величин). Це температура повітря, хмарність, атмосферні опади, вітер, вологість, тиск та ін. За деякий відрізок часу вона визначається послідовними змінами цих елементів або їх середніми значеннями за цей же час. Зміни погоди у земної поверхні мають велике значення для сільського господарства та багатьох інших галузей господарської діяльності людини. Погода у більш високих шарах атмосфери впливає на польоти авіації. При цьому треба мати на увазі, що атмосферні процеси на різних висотах пов'язані між собою. Тому для повноцінного вивчення погоди у земної поверхні необхідно вивчати і більш високі шари атмосфери. Існують три основних цикли атмосферних процесів, що визначають клімат. Це так звані кліматотвірні цикли - теплообіг, вологообіг та атмосферна циркуляція. Вони, в свою чергу, складаються з атмосферних процесів, що утворюють кругообіг води в природі. Атмосферні процеси не знають державних кордонів, а метеорологічні спостереження ведуться в усіх країнах. І тому існує нагальна необхідність уніфікації методики спостережень та їх обробки, обміні інформацією, в уніфікації форм оперативного обслуговування метеорологічною інформацією та прогнозами. Метеорологічні спостереження - це вимірювання та якісні оцінки метеорологічних величин,

тобто таких як температура та вологість повітря, атмосферний тиск, швидкість і напрямок вітру, кількість і висота хмар, кількість опадів, потоків тепла тощо. Метеорологічні спостереження над станом атмосфери поза приземним шаром, до висот близько 40 км, носять назву аерологічних спостережень. В обмежених випадках у метеорології застосовується й експеримент. Це вплив на хмари з метою їх осідання, вплив на хмари з градом, вплив на туман; висаджування лісів, створення водосховищ, зрошування та осушення території тощо. Високі шари атмосфери вище 40 км вивчаються аерономією. Спостереження за станом атмосфери ведуться в метеорологічних та аерологічних обсерваторіях, а також ще приблизно в 4000 метеорологічних та 800 аерологічних станцій в світі. Тривалість та безперервність спостережень - це найважливіша умова метеорологічних спостережень, окрім синхронності. Тому з кожним днем все більше постає потреба в приладах які б з великою точністю та швидкістю давали можливість людині визначити для себе той чи інший метеорологічний показник.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ПИТАННЯ

1.1 Суть технічної проблеми що виникла на сучасному етапі

Метою даної дипломної роботи є розробка конструкції барометра на мікроконтролері, а саме температури, вологості, тиску а також швидкості та напрямку вітру. Метеорологія слідкує за станом погоди, клімату в світі та окремих регіонах.

Погода - це фізичний стан атмосфери, що безперервно змінюється. Погода у даний момент у даному місці характеризується сукупністю значень метеорологічних елементів (величин). Це температура повітря, хмарність, атмосферні опади, вітер та ін. За деякий відрізок часу вона визначається послідовними змінами цих елементів або їх середніми значеннями за цей же час. Зміни погоди у земної поверхні мають велике значення для сільського господарства та багатьох інших галузей господарської діяльності людини. Погода у більш високих шарах атмосфери впливає на польоти авіації.

Клімат - це статистичний режим атмосферних умов (умов погоди), характерний для кожного даного місця на Землі в силу його географічного положення. Цей режим дещо змінюється від одного багаторічного відтинку часу до іншого, причому такі зміни за історичний час носять характер коливань. Але ці коливання клімату достатньо малі і не заважають йому бути сталою географічною характеристикою даної місцевості.

Одним з найважливіших метеорологічних показників являється атмосферний тиск. Всякий газ робить тиск на стінки, що його обмежують, перпендикулярно (нормально) до цієї стінки. Числове значення (модуль) цієї сили тиску, віднесеної до одиниці площі, і називають тиском.

Утримання водяної пари в повітрі називають вологістю повітря. Основні характеристики вологості - це парціальний тиск водяної пари (тиск водяної пари) і відносна вологість. Водяна пара, як усякий газ, має пружність (тиск). Тиск водяної пари є пропорційно його щільності (масі в одиниця об'єму) і його

абсолютній температурі. Він виражається в тих же одиницях, що і тиск повітря і всіх його складових частин, тобто в гектопаскалях (мілібарах).

Чим тепліше повітря, тим більше водяної пари він може містити в стані насичення i , відповідно, тим більше може бути в ньому тиск водяної пари. Відносна вологість повітря може приймати всі значення, від нуля, у випадку сухого повітря ($e=0$), до 100% для стану насичення ($e = E$).

Температура повітря є однією з головних метеорологічних величин. Всі явища та процеси, що відбуваються в органічному та неорганічному світі, безпосередньо пов'язані з термічними умовами навколишнього середовища. Крім того, температура повітря визначає характер і режим погоди. Всі ми інтуїтивно відчуваємо, що таке температура. Рукою можна грубо відрізнити холодне від гарячого, однак ми знаємо, що при цьому неважко припуститись і помилки. При цьому використовувались скляні трубки, заповнені до якогось рівня водою, ртуттю, вином або ж підфарбованою рідиною. При цьому лікарі вважали, що чим вище піднімається рідина у трубці, тим вище температура.

1.2 Аналіз існуючих барометрів

На сучасному етапі розвитку вимірювальної та комп'ютерної техніки існує велика кількість приладів та систем для вимірювання метеорологічних параметрів. В даному дипломному проекті розглядається два найбільш

розповсюджених в використанні прилади які дають користувачу змогу з достатньою точністю та швидкістю виміряти необхідні параметри.

1.3 Вибір та обґрунтування аналогів

В якості аналога для розробки було обрано цифрову метеостанцію Davis7425 Weather, виробництва США.

Основними недоліками аналога є висока вартість, вузький діапазон вимірювання метеорологічних параметрів, значна похибка, невисока надійність.

Також до недоліків можна віднести той факт, що виробники аналога велику увагу приділили саме зовнішньому дизайну, але не достатньо подбали про технічні характеристики.

У розробці дана проблема вирішується таким чином, що автоматична система може застосовуватися як система, яка має кращі технічні характеристики і буде використовуватись на метеорологічних центрах як допоміжний засіб так і може бути встановлена в необжитих та далеких районах, де немає доступу людей. Система не потребуватиме постійного людського обслуговування і може працювати як окрема технічна одиниця.

Також система, що розробляється може застосовуватися як для простого спостереження за погодою, так і для проведення наукових досліджень, оскільки зараз дуже важливим і актуальним є питання глобального потепління.

В таблиці 1.1 наведені технічні показники аналога і нової розробки.

Таблиця 1.1 Основні технічні показники аналога і нової розробки

Показники	Одиниця виміру	Аналог	Нова розробка	Відношення параметрів нової розробки до
Похибка вимірювання	%	0,98	0,8	0,82
Кількість вимірювальних	шт.	3	3	1
Енерго споживання	Вт	0,75	0,65	0,87
Термін служби	Роки	3	5	1,7
Надійність	Ймовірн. відмови	0,01	0,003	0,3
Тип зв'язку	Інтерфейс	CAN	RF	-

Отже, з отриманих даних можна зробити висновок, що аналог поступається новій розробці за такими параметрами: точністю, оскільки використано нові

датчики з сенсорним елементом з меншою похибкою вимірювання; нижчим енергоспоживанням, оскільки використано елементи з низьким енергоспоживанням; надійністю, оскільки використано елементи з меншою інтенсивністю відмов;

Нова розробка вирізняється кращими технічними показниками, а саме: точністю вимірювання, висока швидкодія, широкий діапазон вимірювання метеорологічних параметрів (Висока точність контролю в широкому температурному діапазоні (- 50С° +150 С°), малий споживаний струм датчиків, простота реалізації структурної схеми, висока заводостійкість.

1.4 Основна задача, що вирішується в дипломній роботі

Основна задача розробки — це точність, надійність, швидкодія.

Поставлену задачу ми плануємо вирішити за рахунок сучасного програмного забезпечення, яке має високі технічні характеристики, так 8-розрядний мікроконтролер фірми Atmelсерії AT90S8515 реалізований по AVR RISCархітектурі (Гарвардська архітектура з роздільною пам'яттю і роздільними шинами для пам'яті програм і даних). Виконуючи команди за один тактовий цикл, прилади забезпечують продуктивність, що наближається до 1 MIPS/МГц. Отже, елемент, що використовується для створення автоматизованої системи забезпечує високу продуктивність.

Об'єднання на одному кристалі вдосконаленого 8-розрядного RISCЦПУ з FlashПЗУ, яка завантажується, дозволило створити потужний мікроконтролер, що забезпечує високу гнучкість і економічність в використанні приладу в якості вбудованого контролера.Також, до складу структурної схеми входить ПК, який буде автоматично обробляти отриману з датчиків інформацію і виводитиме її на інтерфейс. Ця операція дозволить зберегти час на опрацювання результатів і отриманні дані будуть більш точними.

2. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ МІКРОКОНТРОЛЕРНОГО БАРОМЕТРА

2.1 Обґрунтування та аналіз методів та засобів вимірювання температури.

Температурою називають фізичну величину, яка характеризує степінь нагрітості тіла. Практично всі технологічні процеси та різноманітні властивості речовини залежать від температури, на відміну від таких фізичних величин як довжина, маса, і т.д. температура являється не параметричною, а активною величиною. Так, якщо розділити на дві рівні частини гомогенне тіло, то його маса ділиться навпіл. Тому не представляється можливим з'єднання еталону температури, подібно до того, як з'єднуються еталони параметричних величин.

Вимірювати температуру можливо тільки непрямим шляхом, взявши за основу незалежність від температури таких фізичних властивостей тіл, які піддаються зміні. До таких величин належать: довжина, об'єм, густина, термо-ЕРС, електричний опір і т. д. Речовини, які характеризуються термометричними властивостями називаються термометричними. Засіб вимірювання температури називають термометром.

Існує досить багато різних методів вимірювання температури. Розглянемо деякі з них, які найбільше задовольняють нас для вирішення поставленої перед нами задачі, а саме:

- а) термоелектричні перетворювачі;
- б) терморезистивні перетворювачі;
- в) рідинні термометри

Принципи роботи а також їх показники і переваги наведено нижче*

а) принцип роботи термоелектричного перетворювача (термопари) полягає в перетворенні температури на термо е.р.с. на основі

термоелектричного ефекту Зеебека. Конструктивно термопара являє собою два відповідно з'єднані між собою різнорідні провідники (напівпровідники) (рисунок 2.1). Точку їх з'єднання називають гарячим (робочим) спаєм термопари.

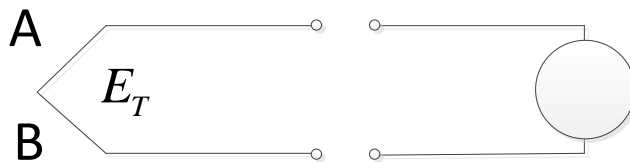


Рисунок 2.1 — Термопара

Якщо гарячий спай термопари помістити в середовище з температурою t , а холодні (вільні кінці) - в середовище з температурою t_0 , то значення термо-е.р.с. E_T буде пропорційним різниці цих температур. Звичайно, якщо температуру вільних кінців термопари підтримувати сталою, то термо-е.р.с. буде функцією температури робочого спаю.

Рівняння перетворення термопари із задовільною для практики точністю можна подати у вигляді:

$$E_T = A \cdot t + B \cdot t^2 + C \cdot t^3 \quad (2.1)$$

де E_T – термо-е.р.с.;

t – різниця температур гарячого спаю і холодних кінців;

A, B, C – сталі, значення яких залежить від матеріалів термоелектродів.

Коливання температури вільних кінців термопар значно впливають на результат вимірювання температури. Усувають цей вплив термос тасуванням вільних кінців термопар і введенням відповідних поправок, що може виконуватись автоматично з допомогою схем з термозалежними елементами.

Зокрема, вимірявши е.р.с. термопари E_T , при температурах робочого

спаю t_p і вільних кінців t_0 , для знаходження вимірюваної температури за градувальними таблицями (складеними для $t_0 = 0^\circ\text{C}$) до виміряного значення е.р.с. треба додати поправку ΔE_T , що дорівнює е.р.с. термопари при температурі робочого кінця $t_p = t_0$ і вільних кінців:

Один із способів автоматичного внесення поправок залежно від температури вільних кінців термопар ілюструється з допомогою схеми на рисунку 2.2

Для цього послідовно в коло термопар і мілівольтметра включають незрівноважений міст, в якому резистор R_1 виконаний з міді і знаходиться в зоні температури вільних кінців термопар; резистори R_2 , R_3 і зроблені з манганіна.

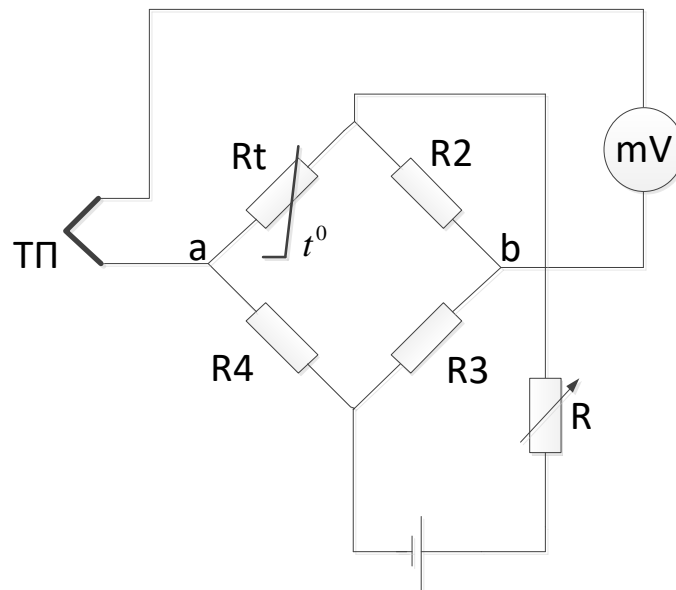


Рисунок 2.2 - Схема вимірювання температури з автоматичним введенням поправки

При градуюванні міст знаходиться в рівноваженому стані. При відхиленнях температури вільних кінців термопар в процесі експлуатації від значення, при якому відбувалася градуювання, на діагоналі моста а б з'являється різниця потенціалів, яка додається з термо-е.р.с. термопар. Характеристики моста підбрали так, що змінна е.р.с. від коливання температури вільних кінців практично повністю компенсується сигналом, який знімається з моста.

Чутливість моста регулюється за допомогою резистора R_5 .

В термоелектричних термометрах для вимірювання е.р.с. термопар використовуються автоматичні потенціометри, застосування яких приводять до збільшення точності вимірювання температури.

б) принцип роботи терморезистивного перетворювача ґрунтується на залежності опору провідника чи напівпровідника від температури.

Температуротерморезистивного перетворювача визначається режимом його теплообміну з навколишнім середовищем, який залежить від конвекції, теплопровідності і досліджуваного середовища й самого термоперетворювача і від випромінювання.

Залежність температури терморезистора і тим самим його опору від цих факторів використовується для вимірювань величин, що характеризують середовище (температура, концентрація, теплопровідність). Конструкція терморезистивного перетворювача певної фізичної величини має бути такою, щоб вплив інших величин на значення опору перетворювача був мінімальним.

Найбільш виражену залежність опору від температури мають напівпровідникові терморезистори (температурний коефіцієнт опору термістора може досягати до - 4% К).

Напівпровідникові терморезистори мають прості конструкції, дешеві і можуть бути мініатюрними. Недоліками їх є розкид номінальних значень опорів (опорів при температурі 20° С) до ±5% і більше, нелінійна залежність опору від температури. Для зменшення нелінійності і забезпечення взаємозамінності терморезистори вмикають у вимірювальне коло у вигляді комбінації з термонезалежними резисторами.

Матеріалами провідникових терморезисторів є чисті метали, головним чином мідь і платина. Функція перетворення мідних терморезисторів у діапазоні температур від -50 до +200° С практична лінійна і має вигляд

$$R_T = R_0 \cdot (1 + a \cdot t), \quad (2.2)$$

де a – температурний коефіцієнт електричного опору;

t – температура;

R_0 – опір при 0° С .

Платинові терморезистори можна нагрівати до температури 1200° С. Функція перетворення - нелінійна і в інтервалі температур від 0 до 660° С має вигляд:

$$R_T = R_0 \cdot (1 + A \cdot t + B \cdot t^2), \quad (2.3)$$

а в інтервалі від 0 до -180°C :

$$R_T = R_0 \cdot (1 + A \cdot t + B \cdot t^2 + C \cdot (t - 100)^3), \quad (2.4)$$

де R_0 – опір при 0°C ;

A, B, C – сталі коефіцієнти.

Для температур понад 1660°C і нижче 180°C залежність $R_t = f(t)$ задається у вигляді таблиць. Нижче приведено температурні залежності.

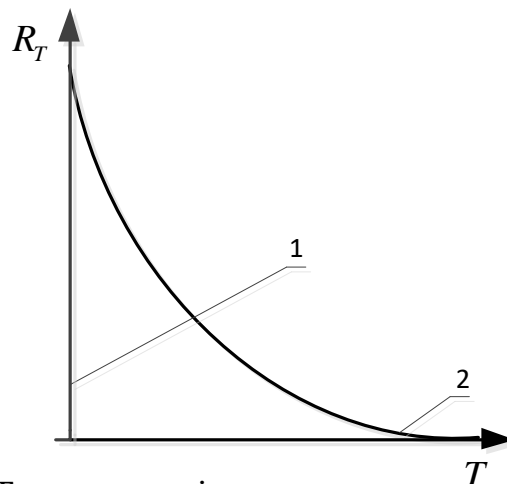


Рисунок 2.3 - Температурні характеристики металевого (крива 1) і напівпровідникового (крива 2) терморезисторів.

2. 2 Обґрунтування та аналіз методів та засобів вимірювання вологості повітря

Виходячи з мети яка стоїть перед нами, а саме розробити метеорологічну вимірювальну систему, одним з найважливіших показників вимірю якої являється вологість, розглянемо існуючі методи вимірю даної фізичної величини.

Сьогодні існує велика кількість методів вимірювання вологості. Методи вимірювання вологості поділяються на прямі і непрямі. В прямих методах відбувається безпосередній розподіл речовини на суху речовину і вологу. В непрямих методах вимірюється речовина, яка функціонально пов'язана з

вологістю. Непрямі методи потребують попереднього калібрування, щоб встановити залежність між вологістю і вимірюваною величиною.

Серед непрямих методів вимірювання вологості найбільш важливими методами, які отримали найбільше поширення, є електрометричні методи до категорії яких відносяться фізичні методи вимірювань, в яких вологість перетворюється в фізичну величину. В залежності від фізичної величини, яку використовують для вимірювань, можна виділити в окрему групу електричні методи, в основу яких покладене пряме вимірювання електричних параметрів матеріалу. Електрометричні вологоміри у відповідності до умов їх застосування можна розділити на автоматичні і неавтоматичні.

Серед інших методів потрібно виділити психрометричний метод який оснований на залежності між парціальним тиском пару в парогазовій суміші і показами сухого і мокрого термометрів:

$$\varphi = \frac{p}{p_{H.M}} 100 = \frac{100}{p_{H.C}} [p_{H.M} - AB(t_C - t_M)], \quad (2.5)$$

де $p_{H.C}$ – парціальний тиск насиченого пару при температурі t_C .

У зв'язку з тим, що $p_{H.M}$ і $p_{H.C}$ однозначно визначаються по t_C і t_M , якщо $A = \text{CONST}$, можна отримати залежність:

$$\varphi = f(t_C - t_M, t_C). \quad (2.6)$$

По цій залежності можна скласти психрометричні таблиці. Ці таблиці можуть бути різними для різних конструкцій мокрого термометра.

Психрометрична постійна A визначається умовами тепловідводу від термометра через гніт в навколишнє середовище (розмірами і формою резервуару або гільзи термометра, теплопровідністю гільзи і тканини гніту та іншими факторами), тому практично для кожної нової конструкції A буде

відмінною від інших. Для забезпечення постійності A для кожної конструкції забезпечують такий режим обдувумокрого термометра, при якому $A = \text{const}$.

Залежність може бути апроксимована сімейством прямих $\varphi = \text{const}$ в координатах t_c, t_m . Припускаючи, що прямі $\varphi = \text{const}$ перетинаються в одній точці з координатами t_a, t_b , (рисунок. 2.5), можна вважати:

$$\varphi = f\left(\frac{t_m - t_a}{t_c - t_b}\right). \quad (2.7)$$

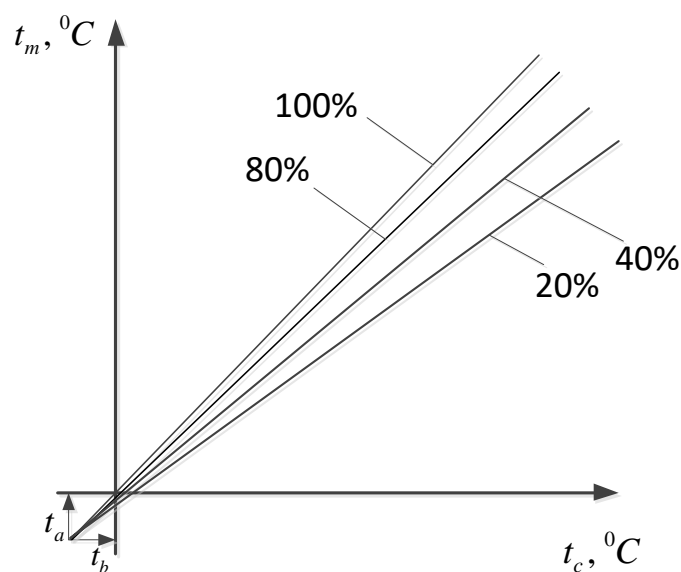


Рисунок. 2.4 - Залежність відносної вологості від температури мокрого і сухого термометрів.

Шкала психрометра градується в процентах відносної вологості. Можливі різні модифікації цієї схеми, але, як правило, принцип дії її залишається незмінним. До переваг психрометричного методу слід віднести достатньо високу точність і чутливість при температурах вище $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. До недоліків методу відноситься зменшення чутливості і точності при низьких температурах, а також похибка, яка пов'язана з непостійністю психрометричної постійної A . Психрометричні гігрометри в основному використовують для вимірювання вологості газових середовищ при температурах $0\text{-}100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Вимірювальне коло таких гігрометрів звичайно представляє собою автоматичний міст або компенсатор.

Ще одним методом вимірювання вологості являється кондуктометричний метод. Цей метод широко застосовується для вимірювання вологості в капілярно-пористих твердих речовинах і газах. Для вимірювання вологості газів застосовують сорбційно-кондуктометричний метод, який оснований на зміні електропровідності електролітів (вологочутлива сіль або кислота) за рахунок поглинання води з навколишнього середовища. Перетворювачі зазвичай складаються з основи (скло, полістирол і а ін.), покритої з обох сторін вологочутливою плівкою, яка містить LiCl. Електроди з благородних металів (золото, паладій) виготовляються нанесенням на вологочутливу плівку. Кондуктометричні гігрометри застосовують для вимірювання вологості в широких межах від одиниць до 100% відносної вологості при температурі від -40 до +50 °С. На їх покази впливає зміна атмосферного тиску и температури. Дані гігрометри характеризуються малою інерційністю, яка тим менша, чим тонша вологочутлива плівка.

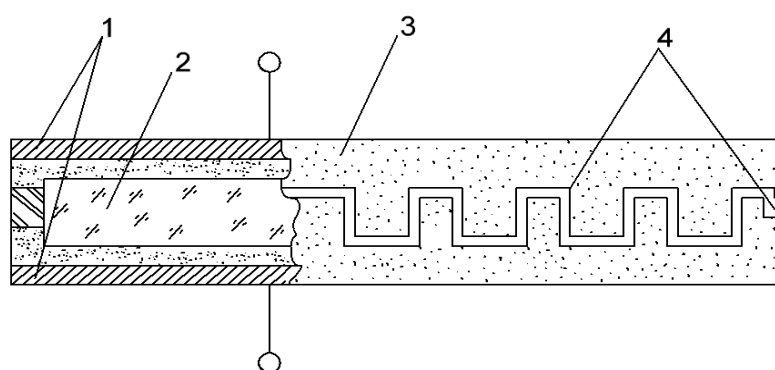


Рисунок 2.5 - Малоінерційний перетворювач кондуктометричного гігрометра.

Кондуктометричні гігрометри часто представляють собою автоматичні мости, в одне плече яких вмикається перетворювач. Для зменшення похибок від поляризації живлення мостів відбувається змінним струмом промислової частоти. При більш високих частотах з'являються похибки від впливу ємнісних складових. Для підвищення точності вимірювань використовують кола кореляції температурної похибки.

Наступним розглянемо ємнісний або діелектричний метод:

Цей метод оснований на залежності діелектричних властивостей речовин, від їх складу і концентрації окремих компонентів.

Для вимірювання вологості газів часто використовують ємнісні гідрометри, основані на вимірюванні діелектричних властивостей плівки сорбенту, який поглинає вологу, а також гігromетри, основані на порівнянні діелектричної проникності сухого зразкового гачу і волого газу, які поллюються періодично в один і той самий сенсор.

Висока чутливість засобів вимірювання ємності сприяє тому, то ємнісний метод знаходить також застосування для вимірювання концентрації газів . не дивлячись на те, що діелектрична проникність окремих газів відрізняється по значенню лише на 0,1-1%.

Перевагами ємнісних сенсорів є мала інерційність і лінійність характеристики в широкому діапазоні вимірювань. Високою чутливістю і хорошими динамічними характеристиками володіють п'єзосорбційні гігromетри і газоаналізатори, основані на зміні власної частоти кварцового резонатора, покритого тонким шаром (1-2 мкм) сорбційної речовини Найчастіше резонатор виконують з пластинки кварцу АТ-зрізу. власна частота якого мало залежить від температури. При поглинанні вологи змінюються маса і власна частота кварцового резонатора. Такі гігromетри забезпечують вимірювання вологості газів в діапазоні 0-100° о з похибкою 1.5 2%

2. 3. Обґрунтування та аналіз методів та засобів вимірювання тиску.

Виходячи з поставленого завдання, розглянемо найбільш підходящі існуючі методи та засоби вимірювання тиску. Нижче приведені методи вимірювання тиску, які нам найбільше підходять для метеорологічної системи:

- а) тензорезистори
- б) п'єзоелектричні перетворювачі
- в) сильфони

Розглянемо принципи дії кожного з методів вимірювання тиску:

а) принцип дії тензорезисторів оснований на явищі тензоефекту - зміна величини активних опорів провідникових і напівпровідникових матеріалів під дією прикладених до них механічних напруг.

Тензоефект різних матеріалів при деформації розтягнення або стиснення характеризується коефіцієнтом тензочутливості:

$$S_T = \frac{\delta R}{\delta l} = E \frac{\delta R}{\sigma}, \quad (2.8)$$

$$\delta R = \frac{\Delta R}{R}; \quad (2.9)$$

$$\delta l = \frac{\Delta l}{l} \quad (2.10)$$

де

ΔR – приріст опору при зміні довжини l на величину Δ ;

E – модуль пружності матеріалу;

σ – механічна напруга.

Коефіцієнт тензочутливості показує, в скільки разів відношення зміни опору δR більше його відносної деформації δl

Коефіцієнт тензочутливості зв'язаний з деформацією матеріалу і його питомим опором такими виразами :

$$S_T = 1 + 2\mu + \frac{\delta p}{\delta l}; \quad (2.11)$$

$$\mu = \frac{\delta d}{\delta l}; \quad (2.12)$$

$$\delta d = \frac{\Delta d}{d}. \quad (2.13)$$

де μ – коефіцієнт Пуасона;

δp – підносний приріс питомого опору ρ матеріалу при деформації.

Δd – величина поперечної деформації;

d – поперечний розмір матеріалу (колоною або квадратною перерізу).

Коефіцієнт тензочутливості для металів, які найбільш часто використовуються в тензорах, наближений до двох. Так, наприклад, для константан $S_T \approx 2$, для ніхрома $S_T \approx 2.2$, для розходу $S_T \approx 2.5$.

Більш високою тензочутливістю, ніж метали, володіють напівпровідникові матеріали (германій, кремній). Так, наприклад, для германія $S_T \approx 100$. Однак напівпровідникові матеріали Поз ходомірахапся малою механічною міцністю і більш низькою стабільністю в порівнянні з металами.

Тензорезистори, що виконуються з металів, розподіляються на дротяні та фольгові. Вони застосовуються для вимірювання деформації та напруг в механічних конструкціях, а також в якості чутливих елементів в манометрах, динамометрах, роз ходомірах і т.п.

Дротяний тензорезистор виконується з дроту деаметру $0,02 + 0,05$ мм з високим питомим опором (константан, ніхром, елінвар, едванс та ін.), який укладається у вигляді частих петель на тонкій бумазі чи ізоляційній плівці і прикріплюється до неї.

Кінці дроту мають виводи, за допомогою яких тензорезисторпідєднується до вимірювальної схеми.

Тензорезистор наклеюється на поверхню дослідної деталі таким чином, щоб його продовгувата вісь була розташована в напрямку вимірювальної деформації деталі, тобто щоб можливі деформації деталей проходили вздовж петель резистора. Це дозволяє точніше вимірювати лінійні деформації.

Характеристики керування дротяними тензорезистрами в межах пружної деформації близька до лінійної і визначається виразом;

$$\Delta R = RS_T \delta l = \frac{\rho S_T}{s} \Delta l \quad (2.14)$$

Її лінійність досягає 0,1%.

Чутливість дротяного терморезистора:

$$S = \frac{d(\Delta R)}{d(\Delta l)} = \frac{\rho S_T}{s}. \quad (2.15)$$

Для збільшення чутливості дротяних тензорезисторів необхідно обирати матеріали з високим коефіцієнтом тензочутливості S_T , великим питомим опором ρ і малою площею поперечного перетину s .

Похибки дротяних тензорезисторів залежать від зміни температури, опору ізоляції, вологостійкості, якості наклеювання та наявності поперечної деформації (для наклеюваних перетворювачів). Виміри температури можуть нести особливо великі похибки. Це пов'язано як зі зміною питомого опору тензорезистора, так і з появою додаткових механічних напруг через різницю температурних розширень матеріалів тензорезисторів та деталей, деформація якої вимірюється. Тому часто застосовують тензорезистори з дротом із константана, що володіє малим температурним коефіцієнтом опору.

Максимальний струм через дротяний тензорезистор обмежується допустимою потужністю, що визначається виразом $P \leq \mu_{\theta} S_{охл} \Delta\theta$. В даному випадку поверхня охолодження

$$S_{i\ddot{a}\ddot{e}} = pl, \quad (2.16)$$

де pl – відповідно параметр i довжина дроту тензорезистора.

За звичай для дротяних тензорезисторів максимальний струм складає величину порядку декількох десятків міліампер. Дротяні тензорезистори викопуються з опором $10+1000$ Ом і мають розміри основи $2+100$ мм. Найбільше подовження тензорезистора в процесі вимірювання не повинно перевищувати меж пружної деформації. За звичай відповідне подовження складає близько 1%. До переваг дротяних тензорезисторів слід віднести незначну вагу і розміри, малу інерцію, відсутність гістерезиса, а до недоліків - відносно невисоку чутливість і можливість використання для випробувань тільки одній деталі. Фольговий тензорезистор в принципі аналогічний троговому. Лише решітка його виконана з константантної фольги товщиною біля 10 мкм.

Малюнок решітки вибирають таким, щоб можна було понизити похибку із-за поперечної деформації, котра в фольгових тензорезисторах практично дорівнює

нулю. Фольгові тензорезистори можуть пропускати більший струм, ніж дротяні; це обумовлено великою площею поперечного перерізу провідника при тих самих розмірах резистора і великою тепловіддачею, так як решітка примикає до досліджуваної деталі більшою поверхнею, що поліпшує умови теплообміну.

Принципово нові можливості у розвитку тензорезисторних датчиків на основі напівпровідникових чутливих елементів відкрилися з розробкою і дослідженні структур типу "кремній на діелектрику". З них найбільш вивчена і технологічно освоєна структура "кремній на сапфірі". Це тонка монокристалічна плівка кремнію, вирощена на монокристалічній сапфіровій підкладці з певною кристалографічною орієнтацією. Такі перетворювачі мають хороші пружні властивості, малу похибку гістерезису, широкий діапазон вимірюваних деформацій. На рисунку (2.1) показано пристрій та принцип роботи манометра на тензорезисторі, що використовується для виміру тиску.

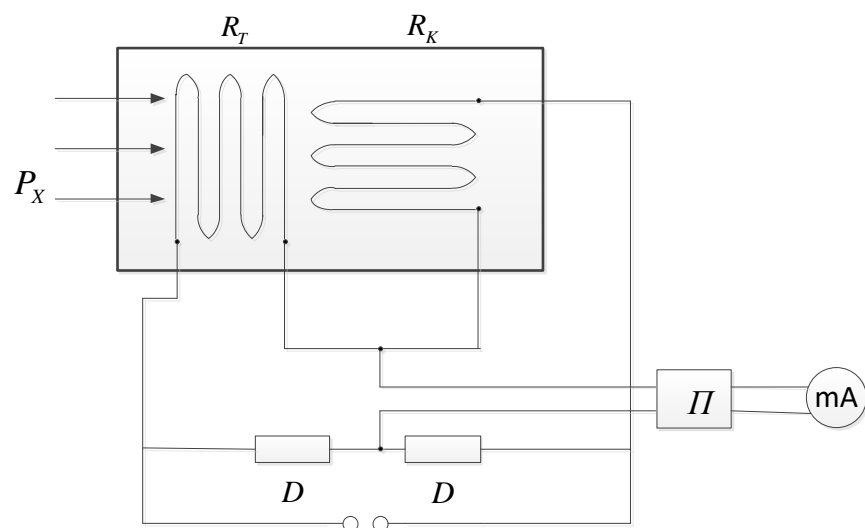


Рисунок 2.6 - Манометр з тензочувливими перетворювачами

В приладі в якості вимірювального перетворювача використовуються сталевий циліндр з наклеєними на нього проволоченими тензорезисторами R_T та R_K що ввімкнені в міст, та підсилювач Π з міліамперметром на виході. Відносна деформація поверхні циліндра залежить від тиску:

$$\varepsilon_l = \frac{P_x r}{Eh} \quad (2.17)$$

де P_x – вимірюваний тиск;

r – радіус стінок циліндра;

h – товщина стінок циліндра;

E – модуль пружності сталі.

Деформація ε_l сприймається тензорезистором R_t . Компенсаційний

тензорезистор R_k , що продовж утвореного циліндра, використовується для температурної компенсації. При постійності напруги що живить міст сигнал на виході моста ΔU пропорційний тиску що міряється.

Завдяки гарним динамічним якостям тензорезистивні манометри застосовують для виміру тиску, що швидко змінюється в часі. В цьому випадку вихідну напругу реєструють осцилографом.

Переваги тензорезисторів: лінійність статичної характеристики, малі розміри та маса, простота конструкції. Недоліки: мала чутливість та термонеустабільність.

б) п'єзоелектричним перетворювачем називається пристрій, який використовує п'єзоелектричний ефект для перетворення змінних механічних зусиль в кількість струму.

П'єзоелектричні перетворювачі широко використовуються для вимірювання вібрацій, змінних тисків, зусиль і інших параметрів.

Принцип дії п'єзоелектричних перетворювачів заснований на прямому п'єзоелектричному ефекті, тобто поява електричних зарядів на гранях деяких діелектриків при їх деформації.

З матеріалів, які володіють п'єзоелектричним ефектом, в перетворювачах використовуються: кварц, септона сіль, титанат барію та ін. П'єзоелектричні властивості в кристалах проявляються в залежності від орієнтації їх вісі. Розрізняють головну або оптичну вісь Z і перпендикулярні до неї електричну вісь x і механічну вісь y . Електрична вісь з'єднує симетричні точки кристала, в яких електричний заряд має найбільше значення. В загальному випадку в кристалі може бути декілька електричних і механічних вісей.

П'єзоелектричний елемент за звичай вирізають з кристала кварцу в формі пластинки (паралелепіеда).

При дії сили F_x вздовж вісі x на гранях f_x пластинки перпендикулярних до вісі x , виникають різнополярні електричні заряди q_x (так званий поперечний п'єзоэффект). Величина цих зарядів в межах пружної деформації знаходиться в лінійній залежності від прикладеної сили:

$$q_x = k_n F_n, \quad (2.18)$$

де k_n – п'єзомодуль матеріал а пластинки.

При дії сили F_n , вздовж вісі на тих же гранях f_x пластинки виникають різнополярні електричні заряди q''_x (так званий поперечний п'єзоэффект). Величина цих зарядів залежить не тільки від прикладеної сили, але і від розмірів граней :

$$q_x = -k_i \frac{f_x}{f_y} F_y \quad (2.19)$$

де f_x, f_y – площі граней пластинки, які перпендикулярні до вісі x, y .

Заряди протилежних граней f_x пластинки рівні між собою і мають різні знаки. Знаки зарядів визначаються напрямком сили F_x (стиснення або розтягнення).

При дії сили F_z вздовж вісі z , п'єзоэффект не спостерігається.

Необхідно відмітити, що при прямих зрізах вздовж вісі заряди виникають тільки на гранях, які перпендикулярні до вісі x . При косих зрізах під любым кутом до вісі заряди з'являються і на інших гранях, але мають менші величини.

Елементперетворювача представляє собою пластинку кристала з обкладками на гранях f_x . Напруга між обкладками, тобто гранями f_x елемента, в відсутність навантаження дорівнює :

$$E = \frac{q_x}{C_n} [B], \quad (2.20)$$

де ємність п'єзоелектричного елемента перетворювача

$$C_n = \frac{\varepsilon \cdot f_x}{d} [\Phi] \quad (2.21)$$

де ε – діелектрична постійна матеріалу пластинки ;

f_x – площа грані, яка перпендикулярна до вісіх ;

d – товщина пластинки.

П'єзомодуль кварцу $k_n = 2,3 \times 10^{-12}$ Кл/Н, діелектрична проникливість $\varepsilon = 40 \times 10^{-12}$ Ф/м, модуль пружності $E_y = (7 \cdot 10)^{10}$ Па. Остаточні деформації не виявляються аж до навантаження $(6 \cdot 10) \times 10^7$ Па. При зміні температури до 400° С п'єзо модуль кварцу практично не змінюється, в діапазоні температур $400-500^\circ$ С швидко падає і при температурі 573° С п'єзомодуль $k_n = 0$.

Сегнетова сіль має п'єзомодуль $k_n = 300 \times 10^{-12}$ Кл/Н, робочий температурний діапазон від -15 до $+22,5^\circ$ С. Велика залежність п'єзоелектричних властивостей від температури, мала міць і велика гігроскопічність обмежують використання сегнетової солі.

П'єзомодуль кераміки титана барію $k_n = 107 \times 10^{-12}$ Кл/Н, діелектрична проникливість $\varepsilon = 124 \times 10^{-10}$ Ф/м, модуль пружності $E_y = 1.1 \times 10^{11}$ Па.

П'єзомодуль мало залежить від температури в межах від декількох градусів до 80° С ; додавання до титанату барію деяких посадок розширює ці межі від -50 до $+200^\circ$ С. Навантаження, яке підключається до виходу перетворювача, характеризується напруженням в операторній формі.

$$U_{\text{вих}} = E \frac{p R_e C_n}{1 + p R_e (C_n + C_n)}. \quad (2.22)$$

де

$$R_e = \frac{R_n R_n}{R_n + R_n}. \quad (2.23)$$

R_n – опір п'єзоелектричного елемента перетворювача.

З урахуванням

$$U_{вих} = k_n F_X \frac{pR_e}{1 + pR_e(C_n + C_n)}. \quad (2.24)$$

Видно, що при $t \rightarrow \infty$ (або при $p = \infty$) напруження на навантаженні:

$$U_{вих} = \frac{k_n F_X}{C_n + C_n}. \quad (2.25)$$

Якщо сила F_X , постійна, то з плином часу (при $t = \infty$, тобто при $p = 0$) напруження падає до нуля. Тому п'єзоелектричні перетворювачі використовуються загалом для вимірювання змінних зусиль, дозволяй вимірювати величину, яка змінюється з частотою до 100 кГц.

Чутливість п'єзоелектричного перетворювача:

$$S = \frac{dU_{вих}}{dF_X} = \frac{k_n}{C_n + C_n}. \quad (2.26)$$

Для підвищення чутливості перетворювач виконують n пластин, розташовуючи їх стовпчики і з'єднуючи паралельно. В цьому випадку при дії одної і тоїж сили F_X буде мати:

$$U_{вих} = \frac{nq_X}{nC_n + C_n} = \frac{k_n F_X}{C_n + C_n / n} \quad (2.27)$$

$$U_{вих} = S' F_X, \quad (2.28)$$

Напруження на виході перетворювача має порівняно малу величину, тому за звичай потрібно його подальше підсилення.

Головні переваги п'єзоелектричних перетворювачів-широкий частотний діапазон вимірювальних величин, малі габарити, висока

надійність, простота конструкції, можливість вимірювати швидкозмінювані параметри, їх недоліки: неможливість вимірювати статичні величини, наявність гістерезису і нелінійності.

Середня прокладка з'єднана з виводом 5, що проходить скрізь втулку з гарного не провідникового матеріалу. При дії тиску p між виводом 5 та корпусом перетворювача з'являється різниця потенціалів:

$$U = \frac{2Q}{C_0 + C_n} = \frac{2ksp}{C_0 + C_n} \quad (2.29)$$

де Q – заряд що з'являється на пластинах кварцу;

C_n – ємність перетворювача;

C_0 – ємність дротів та вхідного кола приладу, варіюючого різницю потенціалів;

k – п'єзоелектричний модуль кварцу;

s – площа поверхні мембрани, що піддається тиску;

По різниці потенціалів U судять про значення тиску p .

в) сільфони представляють собою тонкостінні гофровані трубки, що виготовлені з пружного матеріалу. Різниця внутрішнього P та зовнішнього P_0 тисків створює силу що розтягує сільфон продовж вісі. Функція перетворення сільфона лінійна на відносно вузькому діапазоні зміщення, але сільфони дозволяють отримати значно більші ніж мембрани зміщення.

Широке розповсюдження знайшли перетворювачі тиску з манометричними трубчастими пружинами. Частіш за все трубка має еліптичний або плоско-овальний переріз. З одної сторони, з якої до неї надходить повітря закріплений, а інший запаяний та може пересуватися. При зростанні тиску в трубці відбувається деформація її поперечного перерізу, в результаті цього зменшується кут α закручення трубки та відбувається переміщення вільного кінця трубки. Одновіткові трубчасті пружини частіш за все використовуються разом з індуктивними та реостатними перетворювачами зміщення.

Для збільшення чутливості перетворювачів тиску використовують багатовиткові спіральні, гвинтові та S-подібні трубчаті пружини.

З розглянутих перетворювачів найбільш простішим та таким що задовільняє нашим вимогам є п'єзоелектричний перетворювач, далі ми будемо проводити розрахунки и використовуючи саме цей перетворювач.

2.4 Розробка структурної схеми

На основі досліджень проведених у попередньому пункті даного проекту зроблено висновок, що наша система буде розроблятися за такою схемою як зображена на рисунку 2.10. Система побудована за такою схемою матиме найкращі технічні характеристики та задовольнятиме технічним вимогам поставленим в завданні.

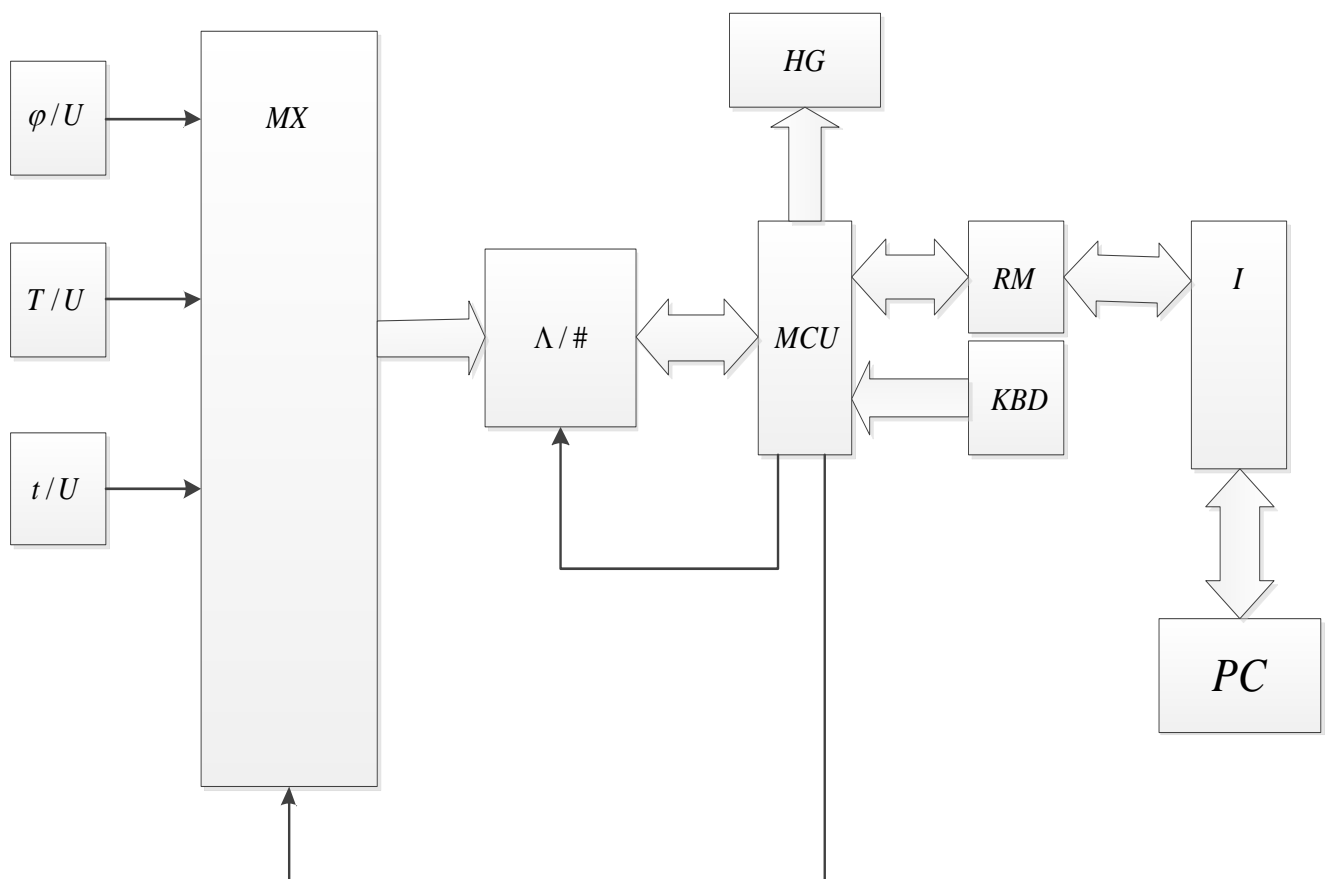


Рисунок 2.12 - Структурна схема ІВС вимірювання метеорологічних параметрів.

Схема ІВС буде складатися з таких основних функціональних блоків

γ/U – датчик вологості, призначений для вимірювання вологості.

T/U – датчик температури, призначений для вимірювання температури.

t/U – датчик тиску, призначений для вимірювання тиску.

MX – мультиплексор.

$\Lambda/\#$ – АЦП.

MCU – мікроконтролер.

RM – радіомодуль.

I – інтерфейс.

PC – персональний комп'ютер.

HG – індикація (табло), призначене для виводу інформації для користувача.

KBD – клавіатура, призначена для керування мікроконтролером.

На вхід мультиплексора поступають вхідні сигнали з трьох вимірювальних каналів, Мультиплексор призначений для керування потоками даних для вибору каналу за якими проводиться вимірювання та інших задач пов'язаних з керуванням потоками інформації. В нашому випадку мультиплексор має можливість вибрати три канали передачі даних з усіх трьох каналів. Керування мультиплексором здійснює мікроконтролер. Два з трьох каналів мають на своєму виході аналогову величину, яку не потрібно підсилювати до певного рівня. Мультиплексор в даній схемі виконує роль електричних ключів, але при цьому дозволяє значно зменшити кількість задіяних ліній вводу-виводу мікроконтролера. Перетворення аналогового сигналу в цифровий код проводить аналого-цифровий перетворювач, призначений для перетворення вихідної безперервної величини в якій міститься вимірювальна інформація про вологість.

Мікроконтролер, призначений для обробки вимірювальної інформації, яка після аналого-цифрового перетворення поступає на його вхіді. Також він здійснює керування потоками інформації, забезпечення обміну даними між окремими частинами ІВС та зовнішніми пристроями. Мікроконтролер за допомогою певних двійкових комбінацій керує мультиплексором.

Блок гальванічної розв'язки виконує роль буфера між мікроконтролером та інтерфейсом, і призначений для захисту порту персонального комп'ютера від потужних завад які можуть призвести до випалення порту EOM. Завдяки цьому блоку значно підвищується завадостійкість надійність системи.

Інтерфейс є важливим функціональним вузлом в сучасних ІВС. Інтерфейсом називають сукупність правил, протоколів, апаратного та програмного забезпечення, призначених для обміну даними. Інтерфейси стандартизуються міжнародною електро-технічною комісією або іншими установами. Від вибору інтерфейсу залежать багато параметрів системи, а саме: швидкість обміну даними, відстань передачі даних, точність передачі, “життєздатність” інтерфейсу.

3. ВИБІР МІКРОКОНТРОЛЕРА ТА ДАТЧИКІВ ДЛЯ БАРОМЕТРА

На базі описаної в попередньому розділі структурної схеми розробимо електричну принципову схему мікропроцесорної системи вимірювання метеорологічних параметрів. Розглянемо більш детально кожний з функціональних блоків структурної схеми.

3.1 Вибір мікроконтролера

Мікроконтролер є основним функціональним блоком даної схеми. Він використовується для управління процесом вимірювання, відповідає за управління мультиплексором і аналого-цифровим перетворювачем. Однією з найбільш відомих фірм по виготовленню мікроконтролерів є [Atmel](#). Мікроконтролери цієї фірми досить потужніта оптимізовані для низького енергоспоживання, що необхідно для забезпечення всіх потреб, також надійні і представлені для споживача в досить широкому діапазоні.

Мікропроцесор, необхідний для реалізації приладу, будемо обирати виходячи з наступних вимог:

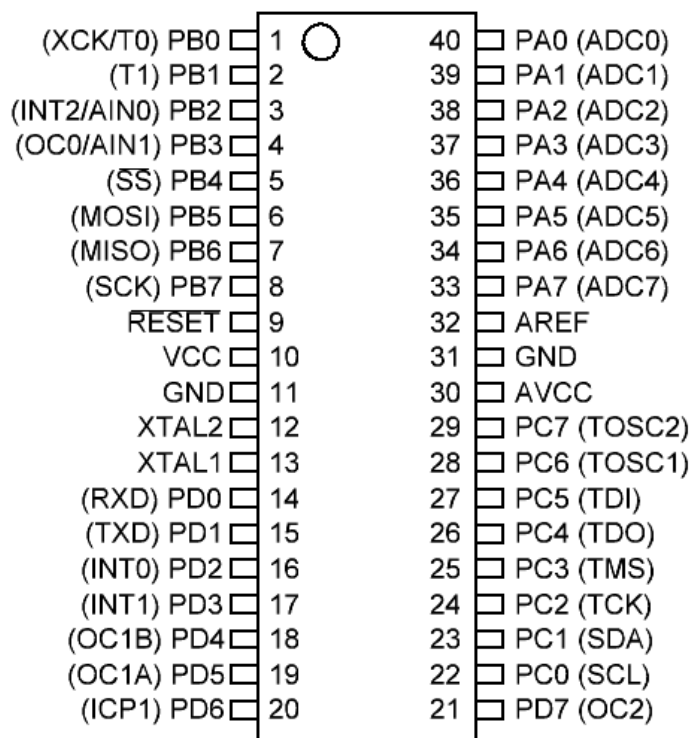
- кількість ліній вводу-виводу повинна бути не меншою 40;
- висока швидкодія і продуктивність;
- низьке енергоспоживання.

На сьогоднішній день одним з провідних лідерів в сфері мікропроцесорної техніки є [Atmel Corporation](#). Одним з найперспективніших напрямків, що розвиваються цією фірмою є мікропроцесори серії [Atmel AVR](#) і [Atmel ARM](#). Мікропроцесори цієї фірми використовується для реалізації складних систем і характеризується великою кількістю функцій які вони можуть виконувати та великою кількістю ліній вводу- виводу.

Для реалізації задач дипломної роботи використовується 8-розрядний мікроконтролер фірми [Atmel](#) серії AT90S8515.

КМОН мікроконтролери AT90S8515 реалізовані по AVR RISC архітектурі (Гарвардська архітектура з роздільною пам'яттю і роздільними шинами для

пам'яті програм і даних). Виконуючи команди за один тактовий цикл, прилади забезпечують продуктивність, що наближається до 1 MIPS/МГц.



AVR ядро об'єднує потужну систему команд з 32 8-розрядними регістрами загального призначення і конвеєрне звернення до пам'яті програм. Шість з 32 регістрів можуть використовуватися як три 16-розрядних регістра-показчика при побічній адресації простору пам'яті. Виконання відносних переходів і команд виклику реалізується з прямою адресацією всього обсягу (4К) адресного простору. Адреси периферійних функцій містяться в просторі пам'яті вводу/виводу. Архітектура ефективно підтримує як мови високого рівня, так і програми на мовах асемблера.

Мікроконтролери містять: 8Кбайт програмованого Flash, 512 байт SRAM і 512 байт програмованого EEPROM, 32 ліній вводу/виводу загального призначення, 32 регістри загального призначення, два таймера/лічильника з режимом захоплення і порівняння, 6-канальний 10-розрядний аналого-цифровий перетворювач, систему внутрішніх і зовнішніх переривань, програмований послідовний UART, програмований сторожовий таймер з внутрішнім генератором, послідовний порт з інтерфейсом SPI. Програмно управляються два

режими енергозбереження. В пасивному режимі (idle) ЦПУ зупиняється, але СОЗУ, таймери/лічильники, порт SP1, сторожовий таймер і система переривань залишаються активними.

В столовому режимі (powerdown) зупиняється тактовий генератор, відключаючи всі інші функції мікроконтролера, аж до наступного зовнішнього переривання, або до апаратної ініціалізації. Отже зупиняються всі функції, доки не надійде сигнал зовнішнього переривання або апаратного скидання, але зберігається вміст регістрів.

Вбудована Flashпам'ять програм може перепрограмуватися безпосередньо в системі шляхом інтерфейсу SPI(в послідовному низьковольтному режимі) або програмуватися стандартними програматорами енергонезалежної пам'яті (в 12-вольтовому паралельному режимі).

Завдяки поєднанню вдосконаленого 8-ми розрядного RISC CPU з Flash-пам'яттю з підтримкою внутрішньосистемного програмування на одному кристалі вийшов високопродуктивний мікроконтролер AT90S8515, що забезпечує гнучке і економічно-високоєфективне рішення для багатьох додатків вбудованих систем управління.

Максимальне споживання приладів в активному режимі складає 3.0 мА і в пасивному режимі 1.2 мА (при $V_{CC}=3V$ і $f=8$ МГц). В столовому режимі, при працюючому сторожовому таймері, мікроконтролер споживає 15 мкА.

Об'єднання на одному кристалі вдосконаленого 8-розрядного RISCЦПУ з FlashПЗУ, яка завантажується дозволило фірмі створити потужний мікроконтролер, що забезпечує високу гнучкість і економічність в використанні приладу в якості вбудованого контролера.

PortB (PB5... PBO) 6-розрядний двонаправлений порт I/O із вбудованими навантажувальними резисторами. Вихідні буфери забезпечують втікаючий струм 20 мА. При використанні виводів порту в якості входів і установці зовнішнім сигналом в низький стан, струм буде витікати тільки при підключених вбудованих навантажувальних резисторах. Порт В використовується також при реалізації різноманітних спеціальних функцій.

PortC (PC5... PC0) 6-розрядний двунаправлений порт I/O із вбудованими навантажувальними резисторами. Вихідні буфери забезпечують втікаючий струм 20 мА. При використанні виводів порту в якості входів і установці зовнішнім сигналом в низький стан, струм буде витікати тільки при підключених вбудованих навантажувальних резисторах. Входи порту використовуються також як аналогові входи аналого-цифрового перетворювача.

PortD (PD7.. PD0) 8-розрядний двунаправлений порт I/O із вбудованими навантажувальними резисторами.

Вихідні буфери забезпечують втікаючий струм 20 мА.

При використанні виводів порту в якості входів і установці зовнішнім сигналом в низький стан, струм буде витікати тільки при підключених вбудованих навантажувальних резисторах. Порт D використовується також при реалізації різноманітних спеціальних функцій:

RESET Вхід скидання. Для виконання скидання необхідно утримувати низький рівень на вході протягом двох машинних циклів.

XTAL1 Вхід інвертуючого підсилювача генератора і вхід схеми вбудованого генератора тактової частоти.

XTAL2 Вихід інвертуючого підсилювача генератора.

AVCC Напряга живлення аналого-цифрового перетворювача. Виводи під'єднується до зовнішнього VCC через низькочастотний фільтр.

AREF Вхід аналогової напруги порівняння для аналого-цифрового перетворювача. На цей вивід, для забезпечення роботи аналого-цифрового перетворювача, подається напруга в діапазоні між AGND і AVCC.

AGND Цей вивід повинен бути під'єднаний до окремої аналогової землі, якщо плата оснащена нею. В іншому випадку вивід від'єднується до загальної землі.

Мікроконтролер AT90S8515 має такі технічні характеристики:

- діапазон напруги живлення: від 2,7 до 6,0 В;
- діапазон тактової частоти: від 0 до 8 МГц;
- діапазон роботи АЦП: від 0 до 6 В;

- час перетворення АЦП: 70...280 мс;
- клас точності 0,05 .

3.2 Вибір перетворювача рівня сигналу

За стандартною логікою одиниця представляється рівнем напруги від 2,4 До 5 В, а нуль - від 0 до 0,8 В. Проте, при передачі по каналу RS-232 нуль та одиниця кодуються однаковими за величиною (від 5 до 12 В), але різними за знаком сигналами.

Так як для передач по RS-232 стандартні логічні сигнали повинні бути перетворені в сигнали другого рівня, необхідно передбачити у схемі відповідні засоби перетворення. Десять років тому, для цієї мети використовувались спеціальні каскади з трьох-чотирьох транзисторів, пари діодів і майже десятка резисторів. Зараз ситуація значно змінилась: провідні виробники мікросхем повністю завершили перетворювачі, які потребують мінімальної кількості додаткових елементів. До них відносяться MAX202E від MAXIM і повністю їй ідентична AD232 від AnalogDevices. Всередині обидві мікросхеми містять перетворювач напруги +5 В у ± 10 В і каскади, що здійснюють перетворення логічних сигналів стандартного рівня у сигнали рівня по стандарту RS-232. Кожна з цих мікросхем містить перетворювачі логічного рівня для двох приймачів та двох передавачів. Кожна із перерахованих вище мікросхем містить перетворювачі логічного рівня для двох приймачів і двох передавачів.

Ми використаємо мікросхему AD232 і тільки один її приймально-передавальний канал. Схема включення послідовного інтерфейсу RS232 показана на рисунку 3.1.

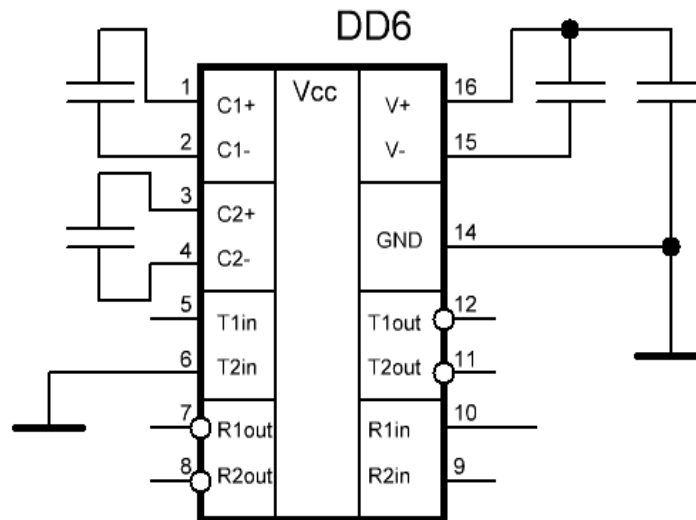


Рисунок 3.1 - Схема включення послідовного інтерфейсу RS232

Швидкість обміну інформацією може бути вибрана в межах: від 9600 бод до 115200 бод.

Оскільки мікроконтролер при різних швидкостях і опорних частотах має різні помилки передачі, то при опорній частоті 4 МГц, яка використовується, ця помилка буде мінімальною при швидкості 19200 бод. Саме тому буде використовуватися така швидкість. Вона є достатньою для обміну інформацією між мікроконтролером і комп'ютером, а також дозволяє використовувати старі комп'ютери 386 типу.

Технічні характеристики послідовного інтерфейсу ADM232LIN:

- діапазон вхідної напруги низького рівня: від 0 до 0,8 В;
- діапазон вхідної напруги високого рівня: від 2,4 до 5 В;
- діапазон вихідної напруги: ± 10 В;
- швидкість передачі даних: 19200 бод;
- максимальна помилка при передачі: 0,2 %.

Живлення всіх елементів має бути стабільним, щоб уникнути збоїв у роботі системи. Для забезпечення високої стабільності використаємо джерело опорної напруги.

Найкращими джерелами, які випускаються в теперішній час є: REF-02, AD586, AD780, LM113, TL431. Одним з найкращих джерел опорної напруги є мікросхема AD780. Схема підключення опорного джерела живлення. AD780 показана на рисунку 3.2

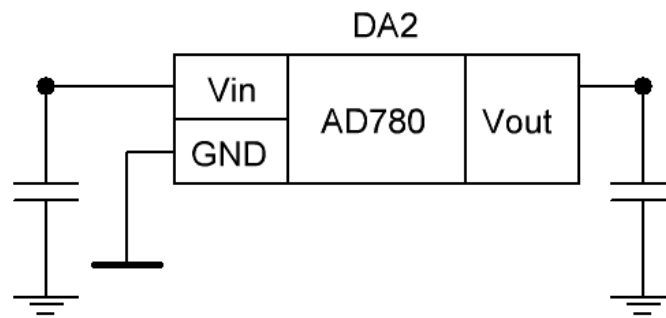


Рисунок 3.2 - Схема включення опорного джерела живлення

Джерело опорної напруги AD780 має такі технічні характеристики:

- відхилення напруги від опорного значення: $\pm 0,02$ В;
- струм споживання $2 \mu\text{A}$;
- діапазон струму навантаження: від 0 до 10 mA;
- температурний коефіцієнт вихідної напруги: $10^{-5} / ^\circ\text{C}$

Для того щоб вхідний сигнал якомога менше спотворити, при його проходженні через резистори, які будемо використовуватися для ділення напруги та схем включення мікроелементів - будуть прецензійними.

3.3 Датчик температури. Модель DS18B20

DS18B20 - калібрований цифровий термометр (термодатчик) фірми DALLAS з однопровідним 1-Wire-інтерфейсом і програмованою розрядністю.

Мікросхема термодатчика DS18B20 має метрологічний сертифікат РФ і зареєстрована у державному реєстрі засобів вимірювань.

Діапазон вимірюваних температур від DS18B20 -55°C до $+125^\circ\text{C}$. Зчитуваний з мікросхеми цифровий код є результатом безпосереднього прямого виміру температури і не потребує додаткових перетворень. Програмована користувачем роздільна здатність вбудованого АЦП може бути змінена в діапазоні від 9 до 12 розрядів вихідного коду. Абсолютна похибка перетворення менше $0,5^\circ\text{C}$ в діапазоні контрольованих температур -10°C до $+85^\circ\text{C}$. Максимальний час повного 12-ти розрядного перетворення ~ 750 мс.

Незалежна пам'ять температурних уставок мікросхеми забезпечує запис довільних значень верхнього і нижнього контрольних порогів. Крім того, термометр містить вбудований логічний механізм пріоритетний сигналізації в 1-Wire лінію про факт виходу контрольованої ним температури за один з обраних порогів. Вузол 1-Wire інтерфейсу компонента організований таким чином, що існує теоретична можливість адресації необмеженої кількості подібних пристроїв на одній 1-Wire лінії. Термометр має індивідуальний 64-розрядний реєстраційний номер (груповий код 028H) і забезпечує можливість роботи без зовнішнього джерела енергії, тільки за рахунок паразитного живлення 1-Wire-лінії. Живлення мікросхеми через окремий зовнішній вивід виробляється напругою від 3,0 В до 5,5 В.

Термометр розміщується в транзисторному корпусі TO-92, або в 8-контактному корпусі SO для поверхневого монтажу (DS18B20Z).

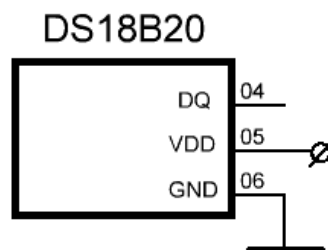


Рисунок 3.3 - Схема підключення DS18B20 до мікропроцесора

Основні характеристики DS18B20:

- Унікальний інтерфейс 1-WIRE
- Живлення 3,0..5,5V
- Діапазон температур -55°C..+125°C
- Точність $\pm 0.5^\circ\text{C}$ (в діапазоні -10°C..+85°C)
- роздільна здатність 9-12 біт (програмоване)
- Корпус TO-92
- швидкодія 750mS (12 біт)

3.4 Датчик атмосферного тиску. Модель HP03SA.

HP03SA - мініатюрний гібридний модуль, що виготовляється на основі п'єзорезистивного датчика тиску і інтерфейсної мікросхеми аналогово-цифрового перетворювача. Формат цифрових даних читається у вигляді 16-розрядного слова, відповідній вимірюваній ADC напрузі в залежності від тиску. Реальна роздільна здатність - 15 розрядів.

HP03SA володіють малим струмом споживання близько 500 мікроампер і при цьому можуть житися напругою від 2.2В до 3.6В.

У датчиках є функція автоматичного перемикання в режим економії енергії, тобто сплячий режим. Тому вони ідеально підходять для носяться пристроїв, де енергоспоживання відіграє важливу роль.

Для зв'язку з мікроконтролером використовується 2-дротова послідовна шина I2C. За допомогою додаткового калібрування датчика виробник домагається більш високої точності вимірювань. Для цього у внутрішній пам'яті датчиків зберігаються 11 унікальних коригувальних коефіцієнтів.

Обчислення температури і тиску виконуються з використанням цих коефіцієнтів. Оскільки в датчику є термодатчик, температура враховується в обчисленнях тиску, чим досягається термостабілізація показань датчика тиску.

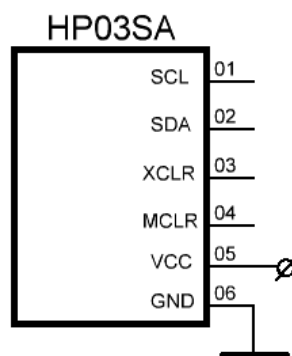


Рисунок 3.3 - Схема підключення HP03SA до мікропроцесора

Основні характеристики датчика:

- вбудований датчик тиску
- абсолютний діапазон вимірюваного тиску: 300kPa ... 1100kPa
- 16-розрядний ADC

- 11 поправочних коефіцієнтів у внутрішній пам'яті для програмної компенсації.

- послідовний I2C-інтерфейс
- одна апаратна лінія скидання
- висока економічність
- дозвіл ADC: 15bit
- напруга живлення: 2.2V ... 3.6V
- струм споживання в робочому режимі: менше 500uA
- струм споживання в режимі відключення: менш 1uA
- дозвіл датчика: 0.1kPa
- відносна точність (750kPa ... 1100kPa): $\pm 1\text{kPa}$
- абсолютна точність (750kPa ... 1100kPa): $\pm 1.5\text{kPa}$
- максимальна помилка по температурі (-20 ° C ... +60 ° C): $\pm 3\text{kPa}$
- довготривала стабільність (12 місяців): 2kPa
- залежність від напруги живлення (2.4V ... 3.6V): $\pm 1.5\text{kPa}$
- температурна точність: $\pm 0.8\text{ ° C}$

3.5 Датчик вологості. Модель SHT21.

SHT21 - новий датчик відносної вологості компанії Sensirion, що є прикладом реалізації новітніх стандартів розміру і функціональності: розміри корпусу DFN становлять усього 3x3 мм при товщині 1,1 мм, при цьому на виході забезпечується калібрований, лінеаризований сигнал в цифровій формі з інтерфейсом I2C.

З повністю новою розробкою CMOSens мікросхеми, вдосконалений ємнісний датчик вологості і широкодіапазонний датчик температури мають характеристики, істотно кращі, ніж датчики попереднього покоління (SHT1x і SHT7x). Наприклад, були прийняті заходи, щоб стабілізувати поведінку датчика при високому рівні вологості.

Кожен датчик проходить індивідуальне калібрування і перевірку. Крім

того, можна змінити дозвіл SHT21 командою (від 8/12 розрядів до 12/14 розрядів для Вологості / Температури). Датчик має схему виявлення розряду батареї і блок обчислення контрольної суми, для підвищення достовірності переданих даних.

Датчик SHT21 створений на базі покоління 4C CMOSens мікросхем. Крім емнісного датчика вологості і широкодіапазонного датчика температури, до його складу входять підсилювач, АЦП, ПЗУ та блок попередньої цифрової обробки.

Для SHT21 випускаються два оціночних набори: ЕК-Н4, 4-канальний пристрій зі спеціальною програмою, яка дозволяє записувати дані; і простий набір ЕК-Н5, який забезпечує безпосереднє підключення датчика до комп'ютера, через USB-порт.

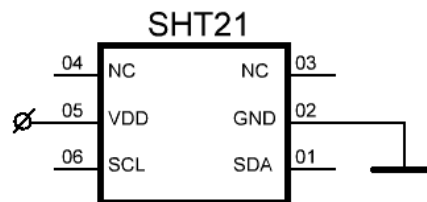


Рисунок 3.3 - Схема підключення SHT21 до мікропроцесора

Основні характеристики датчика:

- виходи I2C, ШІМ і SDM / аналоговий інтерфейси;
- енергоспоживання: 3,2 мкВт (при дозволі 8 розрядів);

діапазон вимірів:

- Датчик вологості 0 ... 100% RH,
- Датчик температури -40 ° C ... +125 ° C;

час відгуку датчика вологості: 8 с;

корпус: DFN-6.

3.6 Радіомодуль. Модель RFM12BP.

RFM12BP-433 - RF-модуль трансивера з FSK-модуляцією і робочою частотою 433МГц с підтримкою SPI-інтерфейсу. Новий трансивер відрізняє підвищена вихідна потужність (не менше 500мВт), PLL с високою роздільною здатністю, висока швидкість передачі даних. Трансивер дозволяє програмно конфігурувати режими роботи модуля по SPI-інтерфейсу через регістри конфігурації, має вбу-

дований таймер включення, можливість програмування смуги пропускання приймача, а також функцію виявлення низької напруги живлення.

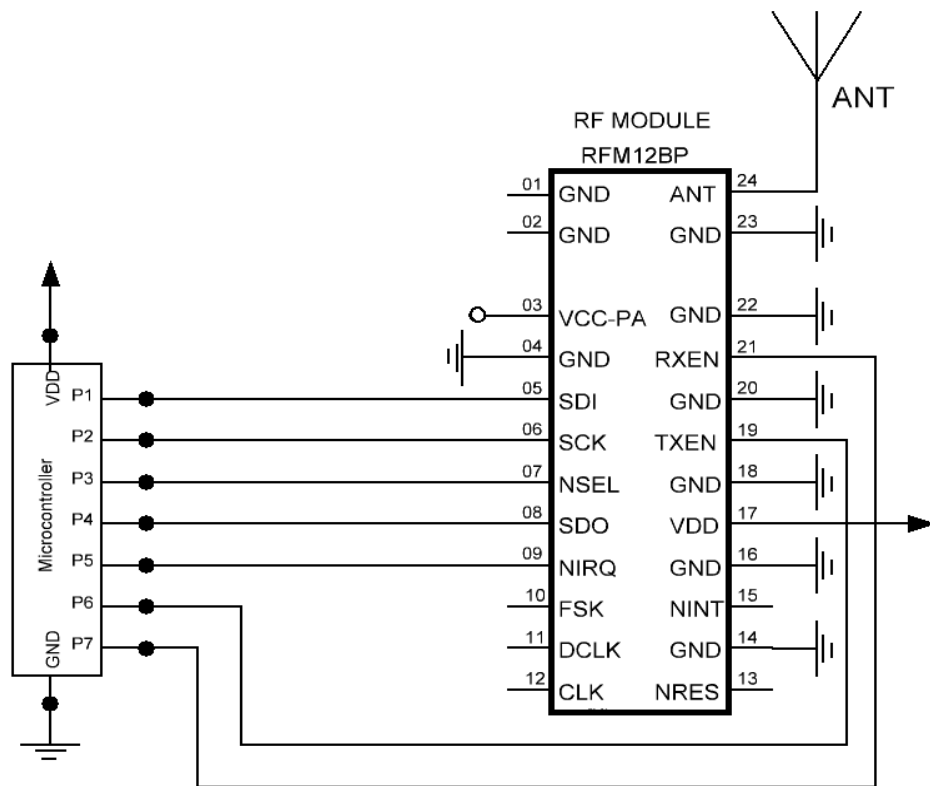


Рисунок 3.3 - Схема підключення RFM12BP до мікропроцесора.

Основні характеристики:

- вихідна потужність не менш 500мВт;
- швидкість прийому / передачі даних до 256Кбіт / с;
- вихідна потужність на навантаження 50Ом: 27дБм;
- чутливість приймача: до-117дБ;
- програмування дев'яти частоти передавача: 15 ... 240кГц;
- програмування смуги пропускання приймача: 67 ... 400кГц;
- крок перебудови PLL: 2,5 кГц;
- харчування модуля: 2,2 ... 3,8 В;
- харчування підсилювача: 11 ... 13В;
- споживаний струм в режимі прийому / передачі: не більше 23/230мА;
- споживання в режимі "сну": не більше 0,3 мкА;
- розмір модуля: 40x43x12мм;
- робочий діапазон температур: -40 ° С ... +85 ° С.

Області застосування: телеметрія; системи автоматизації та дистанційного збору даних; сигналізації; системи безпеки.

3.7 Пристрій відображення інформації

Пристрій відображення інформації в даному приладі використовується для відображення значення метеорологічних параметрів що вимірюються.

Одним з найпростіших способів виводу числових даних є використання семисегментних індикаторів. Кожний світлодіод в індикаторі має свій ідентифікатор у вигляді літери: А, В, С, D, E, F або С 3

Одна з ніжок світлодіода підключається до відповідного зовнішнього виводу. Інші ніжки з'єднуються разом і підключаються до загального виводу. Підключення індикатора до мікроконтролера здійснюється дуже просто: зазвичай індикатор підключають як сім або вісім (якщо використовується десяткова точка BP) незалежних світло діодів.

Один індикатор відповідає за відображення однієї цифри. В нашому випадку оператор вводить значення напруги в діапазоні від 0 до 10 В, з точністю до третього знаку, тобто для відображення такої напруги необхідно використати п'ять семисегментних індикатори.

Найбільш важливою частиною роботи при підключенні декількох індикаторів до мікроконтролера є призначення лінії вводу-виводу для кожного світлодіода.

Використання однієї лінії вводу-виводу для кожного сегмента (статична індикація) призводить до нераціонального використання ресурсі в мікроконтролера і значного підвищення енергоспоживання внаслідок того* що всі розряди працюють одночасно і відповідно споживають струм

Цю проблему можна вирішити за допомогою використання динамічної індикації. Принцип дії динамічної індикації полягає в тому, що в будь-який момент часу виводиться зображення тільки на один розряд індикатор. Переключення між розрядами здійснюється з частотою набагато більшою, ніж

25Гц (гранична частота сприйняття ока людини) і таким чином людське око його не сприймає. Візуально складається враження, що на індикаторі нерухоме зображення. Для реалізації динамічної індикації при використанні п'яти індикаторів, необхідно лише 13 виводів, в той час, як для статичної — 40. Окрім того динамічна індикація має набагато менше енергоспоживання за рахунок того, що в будь-який момент часу задіяний лише один розряд.

Зазвичай струм, що протікає через загальні виводи окремих індикатори перевищує допустиме значення вихідного струму мікроконтролера і тому для управління цим струмом включаються додаткові транзистори, що обирають, який з індикаторів буде знаходитись в активному стані. Проте, у випадку використання індикаторів з низьким струмом споживання керування індикатором можна здійснити безпосередньо від процесора., а опори $R_{4...11} = 3 \text{ В} / 2 \text{ мА} = 1,5 \text{ кОм}$. Схема індикації наведена в додатку.

В якості такого індикатора, для реалізації завдання, поставленого в даній курсовій роботі, використаємо ультраяркий індикатор 8A52-11 струм споживання кожного сегменту якого становить 2мА, в той час як вихідний струм мікроконтролера знаходиться в межах 20мА.

3.8 Пристрій введення інформації

Пристрій введення інформації призначений лише для вводу значення початкової напруги та запуску процедури калібрування. Тому для його реалізації можна використати окремі кнопки. Для виконання вищезазначених функцій буде достатньо звичайної клавіатури з 4 кнопок, вигляд якої представлений на рисунку 3.8

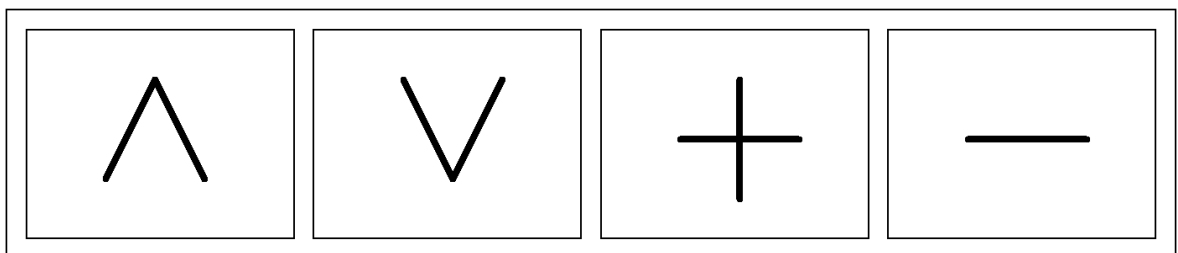


Рисунок 3.8 - клавіатура

Такий спосіб реалізації дозволить користувачу швидко без жодних проблем ввести довільне значення необхідної напруги і за допомогою клавіші - Enterзапустити прилад. Функціональна схема наведена на рисунку 3.9.

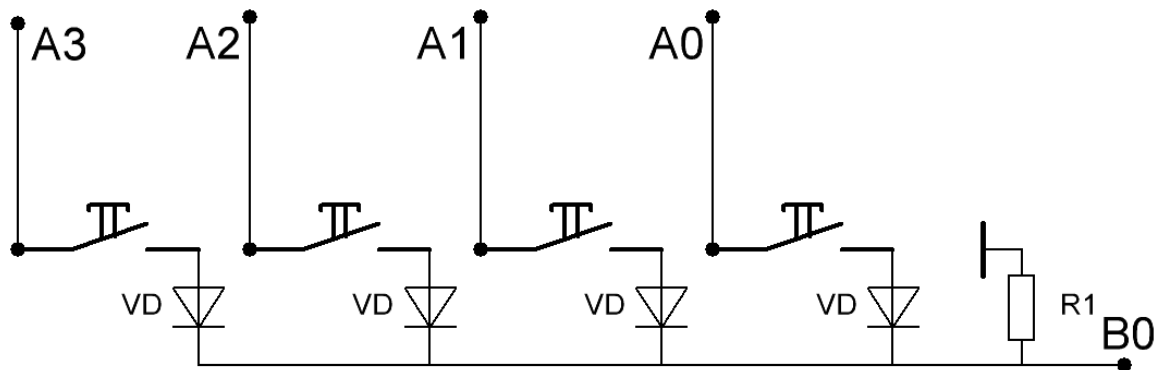


Рисунок 3.9 - Функціональна схема клавіатури.

Алгоритм функціонування наведеноїклавіатури полягає в наступному: на входах клавіатури А0 - А3 процесор послідовно формує імпульси певної тривалості. У той самий час процесор визначає логічні рівні на виходах клавіатури В0 - В2 і приймає рішення про натиск тієї чи іншої клавіші.

3.9 Розрахунок вузлів електричної-принципової схеми

До портівмікроконтролера Т0І та ТDОпід'єднано конденсатори C_1 та C_2 , між якими розташований кварцовий резонатор ZQ, призначений для того, щоб задавати такт роботи мікроконтролера. Його частота $f=1\text{МГц}$.

Візьмемо $C_1=C_2=39\text{ пФ}$.

З документації на мікросхему MC7805 визначаємо номінали конденсаторів $C_5 - C_6$ та $C_7 - C_8$. Отже, обираємо конденсатори $C_6=C_7=0.1\text{ мкФ}$, $C_5=C_8=10\text{ мкФ}$.

З документації на мікросхему AD232 визначаємо номінали конденсаторів $C_9, C_{10}, C_{11}, C_{12}$. Отже, обираємо конденсатори $C_9=C_{10}=1\text{ мкФ}$, а конденсатори $C_{11}=C_{12}=10\text{ мкФ}$.

Обираємо діоди VD1 та VD2 - діоди напівпровідникові імпульсні IN 4148. Мають такі характеристики:

- постійна зворотна напруга, $U_R=75\text{ В}$;
- імпульсна зворотна напруга, $U_{RM}=100\text{ В}$;

- температура збереження, $T_{зб}$ – від -65 до $+200^{\circ}\text{C}$;
- робоча температура навколишнього середовища - від -65 до $+150^{\circ}\text{C}$;
- пряма напруга, U_{f1} – $0,1$ В;
- зворотний струм, I_{R1} – 5 мкА;
- зворотний струм, I_{R2} – $0,025$ мкА;
- зворотна пробивна напруга, U_{BR} – 100 В.

Знайдемо опори $R_{12}, R_{13}, R_{14}, R_{15}, R_{16}, R_{17}$. Виходячи з документації на офтопари 4N35 задаємося наступними значеннями опорів:

$$R_{12} = R_{15} = 330 \text{ Ом};$$

$$R_{13} = R_{16} = 100 \text{ кОм};$$

$$R_{14} = R_{17} = 10 \text{ кОм}.$$

Для реалізації необхідного режиму роботи клавіатури обираємо діод типу КД521А. В схемі яка наведена в розділі 3.7 на рисунку 3.9 зображені опори $R_1 = R_2 = R_3$, які необхідні для забезпечення стійкості роботи та високої заводостійкості клавіатури. Задамося опорами $R_1 = R_2 = R_3 = 10 \text{ кОм}$

4 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ БАРОМЕТРА

Мікропроцесорна система вимірювання метеорологічних параметрів повинна виконувати наступні дії:

- вимірювати значення температури навколишнього середовища,
- вимірювати значення тиску,
- вимірювати значення вологості повітря,
- обробляти отримані результати,
- виводити інформацію на табло,
- виконувати операції які задає користувач за допомогою клавіатури,
- передавати дані на персональний комп'ютер.

Алгоритмічне забезпечення полягає в організації роботи мікро контролера.

Мікроконтролер повинен організовувати свою роботу відповідно до наступного алгоритму:

- після включення приладу, надходить сигнал запуск на мікро контролер, який починає процес підготовки приладу до початку вимірювань;
- за надходження сигналу запуск мікроконтролеробнуляє значення яке знаходить на табло і в пам'яті;
- мікроконтролер повинен сформувати командний імпульс для керування мультиплексером і встановлює його в початкове положення;
- мікроконтролер по черзі зчитує дані з кожного вимірювального каналу і заносить їх до своєї пам'яті;

зчитане значення виводиться на табло, і перевіряється чи не було надходження команд з клавіатури і якщо була то яка саме;

після завершення мікроконтролер передає результат на комп'ютер і переходить в початковій стан.

Відповідно до алгоритму була розроблена блок-схема представлена на рисунку 4.1

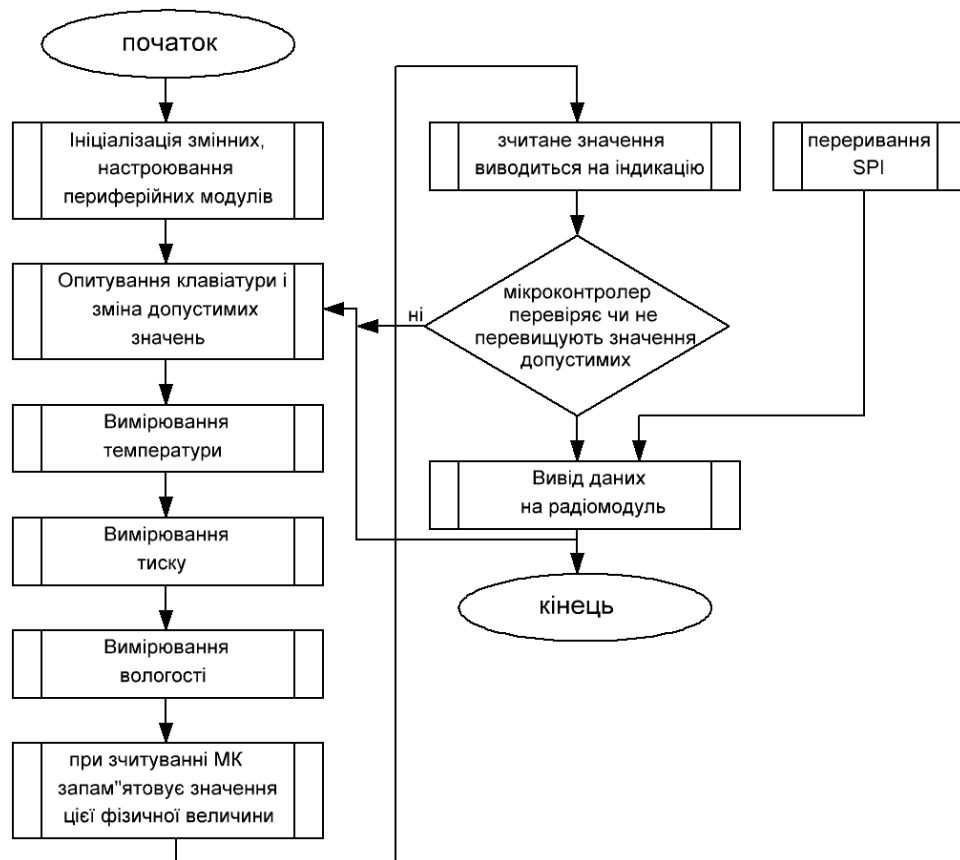


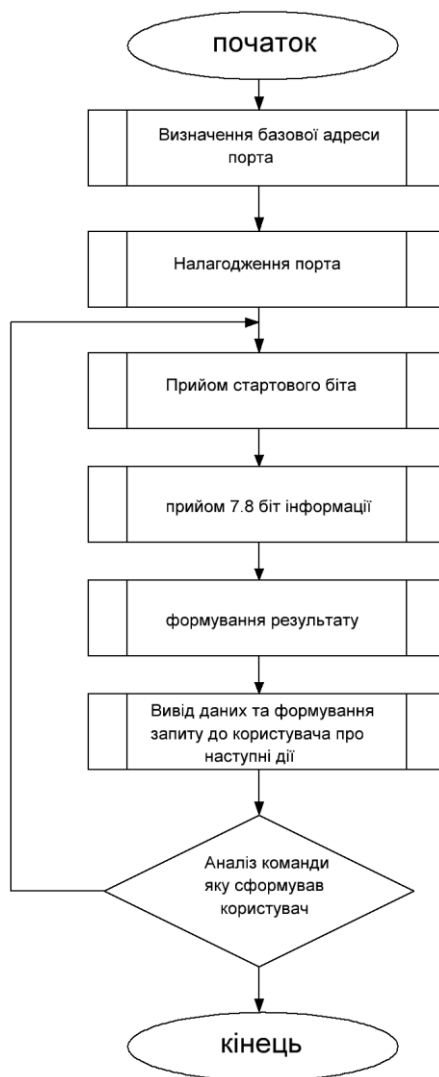
Рисунок 4.1 Блок-схема алгоритму роботи мікро контролера

Розроблена система має змогу передавати результати вимірювань до персонального комп'ютера що в наш час є важливим фактором і полегшує користувачу сприймати та обробляти дані. Персональний комп'ютер виконує функцію диспетчерського пункту і виконує наступну послідовність дій;

- відповідно до команди користувача визначає базову адресу порту і виконує його налагодження (визначається швидкість передачі даних, формат даних і т. д.);
- комп'ютер зчитує з порту стартовий біт передаваної інформації і передає на мікроконтролер сигнал підтвердження прийому;
- після цього комп'ютер зчитує 7,8 біт даних, біт парності і стоп біт;
- комп'ютер робить перевірку про правильність прийому даних за допомогою біта парності і якщо дані прийняті с помилкою формує сигнал на повторну передачу даних;

- після отримання потрібних даних комп'ютер припиняє цикл прийому даних і формує запит до користувача про наступні дії;
- після цього комп'ютер очікує команди від користувача і при надходженні перевіряє яка саме команда була поставлена користувачем;
- цикл роботи закінчується за надходження команди стоп від користувача.

Відповідно до описаного вище алгоритму на рисунку 4.2 наведено блок-схема.



4.2 - Блок-схема алгоритму роботи персонального комп'ютера

В розділі було розроблено алгоритми роботи мікроконтролера розробленої системи, а також алгоритм роботи персонального комп'ютера з системою.

4.1 Лістинг роботи програми на мікроконтролері AT90S8515

*This program was produced by the
CodeWizardAVR V2.04.4a Advanced
Automatic Program Generator*

© Copyright 1998-2009 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.

<http://www.hpinfotech.com>

roject : Barometr

Version :

Date : 23.08.2010

Author : NeVaDa

Company :

Comments:

Chip type : AT90S8515

Program type : Application

AVR Core Clock frequency: 4,000000 MHz

Memory model : Small

External RAM size : 0

Data Stack size : 256

#include < AT90S8515 >

#include < delay.h >

#define ADC_VREF_TYPE 0x40

#define MAX_SIZE (6) / максимальное число выводимых символов */*

#define ROWS PORTD / порт «строк» дисплея, т.е. управления сегментами
/

#define COLS PORTB / порт управления «столбцами», т.е. общими анодами
/

#define DIG_BASE (10) / основание системы счисления для перевода */*

// Declare your global variables here

unsigned char Status=0; // Управляющий признак.

unsigned long AdcCode; // Для хранения и обработки результата измерения.

```

unsigned long adc_data_dav=0; // Измеренное давление.
//unsigned char Probel=0b00000000; // Символ "пустого" места.
unsigned char out[MAX_SIZE]; // выходной массив символов (экранная об-
ласть)
unsigned char SYMBOLS[] = { //создаём массив с цифрами (общий АНОД)
    0b01101111, // 0
    0b00100100, // 1
    0b01011101, // 2
    0b01110101, // 3
    0b00110110, // 4
    0b01110011, // 5
    0b01111011, // 6
    0b00100101, // 7
    0b01111111, // 8
    0b01110111, // 9
};
//adc_value = adc_read(1);
//value = (111*(((adc_value*100000)/1024)+95))/100; // Значение в Па
/*
adc_value = adc_mv(2);
adc_value = 750064*(adc_value/5+95)/900000; // Значение в мм.рт.ст. //(мрс)
K=7.50064
void init(void);
void s_trim_convert(long adc_data_dav);
void main(void){
    init(); // Инициализация периферии.
    s_trim_convert(adc_data_dav);
    // Global enable interrupts
    #asm("sei")

```

```

while (1) {
    if (Status==1) {        // Если необходимо запустить АЦП...
        ADCSRA|=(1<<ADSC); // Начать измерение.
        Status=2;         // Ждать завершения преобразования.
    } ;
    if (Status==3) {      // Если АЦП завершил преобразование...
        AdcCode=AdcCode*5000/1023; // Вычисляем напряжение милли-
вольт.
        AdcCode=(AdcCode/5+95)*750064/900000; // Значение в мм.рт.ст.
// (мрс) K=7.50064
        adc_data_dav=AdcCode;
        s_trim_convert(adc_data_dav); // Вызываем функцию конвертации
    } ;
    //delay_us(1000);
}
    Status=0;
}

////////////////////////////////////
// Функции.
////////////////////////////////////

// Инициализация периферии
void init (void) {
    PORTB=0xFF;
    DDRB=0b00111111;
    PORTD=0xFF;
    DDRD=0xFF;
    TCCR0|=(1<<CS01); // Тактировать с коэффициентом деления 8.
    SREG|=(1<<7); // Глобальное разрешение прерываний.
    MCUCR=0x00;
    MCUCSR=0x00;
}

```



```
// Преобразование и вывод значения
void s_trim_convert(long adc_data_dav)
{
    int i, m ;
    for(i=MAX_SIZE-1; i>=0; i--) {
        // цикл заполнения выходного массива СПРАВА НАЛЕВО
        m = adc_data_dav % DIG_BASE; // находим остаток от деления числа на
основание
        out[i] = SYMBOLS[m];      // выводим символ нужной ЦИФРЫ
        adc_data_dav /= DIG_BASE; // уменьшаем число в DIG_BASE раз
    }
}

//=====
=====
```


5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Насамперед, роботодавець повинен організувати належну роботу служби охорони праці на підприємстві для того, щоб:

- мінімізувати ризики відповідальності роботодавця;
- документація підприємства з питань охорони праці відповідає чинному законодавству;
- регулярно проводилися інструктажі та відповідне навчання працівників безпечним прийомом праці.

Досить часто на невеликих підприємствах функції фахівця з охорони праці виконуються за сумісництвом особами без відповідної підготовки або ж таких працівників взагалі немає. У результаті — на підприємстві відсутня необхідна документація з питань охорони праці, не говорячи вже про наявність дозволів на початок (продовження) виконання роботи або експлуатацію об'єктів підвищеної небезпеки, а норми й правила просто ігноруються як керівниками, так і виконавцями. Тому в керівників підприємств виникають проблеми з інспекторами по нагляду за охороною праці.

Бакалаврська кваліфікаційна робота теоретичного характеру з використанням комп'ютерного проектування та моделювання і відповідного програмного забезпечення. Розробка мікроконтролерного барометра відбувається в приміщенні, яке обладнане комп'ютеризованими робочими місцями. На розробника, згідно ГОСТ 12.0.003-74 [2], можуть мати вплив такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

1. Фізичні: підвищена запыленість та загазованість повітря робочої зони; підвищений рівень шуму на робочому місці; підвищена чи понижена вологість повітря; підвищений рівень статичної електрики; підвищений рівень електромагнітного випромінювання; недостатня освітленість робочої зони.

2. Психофізіологічні: розумове перевантаження; перенапруга аналізаторів; статичне перевантаження.

Оцінюючи визначені фактори визначається рішення щодо безпечного виконання роботи під час розробки

5.1 Технічні рішення з безпечного виконання роботи.

5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Організація робочого місця – це система заходів щодо його спеціалізації, оснащення необхідними засобами і предметами праці, їхнього розміщення на робочому місці, його зовнішнього оформлення і створення належних умов праці. Конкретний зміст цих заходів визначається характером і спеціалізацією робочого місця, його видом і значенням у виробничому процесі.

Робочі місця дослідників ПК розміщуються на відстані не менше 1 м від стін зі світловими прорізами.

Прохід між рядами робочих місць має бути не меншим 1 м.

Висота робочої поверхні столу для ПК має бути в межах 680–800 мм, а ширина –забезпечувати можливість виконання операцій в зоні досяжності моторного поля. Рекомендовані розміри столу: висота –725 мм, ширина –600–1400 мм, глибина –800–1000 мм.

У приміщеннях з персональними комп'ютерами слід щоденно проводити вологе прибирання. Також в цих приміщеннях повинні бути медичні аптечки першої допомоги.

5.2 Електробезпека

Для забезпечення електробезпеки дослідників застосовують окремо або у поєднанні один з іншим наступні технічні способи та засоби: захисне заземлення, занулення.

Допустимими визнаються умови праці у будівлях, де відносна вологість повітря не перевищує 60%, температура повітря не перевищує 35 °С, а пил та хімічно агресивне середовище – відсутні. За таких умов праці мікроклімат вважається сухим.

Для дотримання електробезпеки потрібно слідкувати, щоб усі електропристрої були заземлені, всі розетки були марковані та дотримуватись в приміщенні відповідних мікрокліматичних умов (температури та вологості).

5.3. Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

5.3.1 Мікроклімат

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» [3] мікроклімат виробничих приміщень – умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінення.

Мікроклімат виробничих приміщень нормується в залежності від теплових характеристик виробничого приміщення, категорії робіт по важкості і періоду року.

Робота дослідника відноситься до категорії 1 а [6].

Допустимі параметри мікроклімату для категорії 1а наведені в табл.2.1.

Таблиця 2.1 – Параметри мікроклімату

Період року	Допустимі		
	t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	22-28	55	0,1-0,2
Холодний	21-25	75	0,1

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату в приміщенні передбачена централізована система опалення. Раз за зміну здійснюється вологе прибирання та провітрювання через вікна та двері.

5.3.2. Склад повітря робочої зони

При виконанні даного виду робіт немає небезпеки виділення шкідливих речовин у повітря, але потрібен контроль за складом повітря робочої зони та при

збільшенні допустимих норм проводити заходи, щодо усунення надлишку шкідливих речовин.

Для забезпечення складу повітря робочої зони передбачені наступні рішення: необхідно проводити контроль за ГДК шкідливих речовин у приміщенні; регулярно проводити вологе прибирання, застосовувати природну вентиляцію: організовану і неорганізовану (періодичне провітрювання приміщення).

5.4 Виробниче освітлення

Відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 [4] Система природного освітлення відноситься до бокової. Характеристика зорових робіт – середньої точності.

Норми освітленості при штучному освітленні та КПО (для III пояса світлового клімату) при природному та сумісному освітленні зазначені у таблиці 5.2:

Таблиця 5.2 - Норми освітленості в приміщенні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнювання	Розряд зорової роботи	Підряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фона	Освітленість, Лк		КПО, %			
						Штучне освітлення		Природне освітлення		Сумісне освітлення	
						Комбіноване	Загальне	Верхнє або верхнє	Бокове	Верхнє або верхнє і бокове	Бокове
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0	IV	б	Середньої	середньої	200	500	4	1,5	2,4	0,9

Для забезпечення достатнього освітлення слід максимально використовувати бічне природного освітлення, систематично очищувати скло від бруду та замінити всі лампи на світлодіодні світильники відповідної потужності, що послу-

гують більш практичним і економічним варіантом рішення для забезпечення достатнього штучного освітлення.

5.5 Виробничий шум

Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є ДСН 3.3.6.037-99 [5]. За цими нормами рівень шуму не може перевищувати 65 Дб.

Одним з найпростіших та економічно доцільних способів зниження шуму є застосування методів звукоізоляції та звукопоглинання, тому раціональним рішенням буде установка пластикових вікон, для зменшення звукового навантаження на працівників.

5.6 Виробничі випромінювання

Ступінь впливу електромагнітних полів на організм людини залежить від діапазону частот, інтенсивності та тривалості дії, характеру випромінювання (непреривне чи модульоване), розміру опромінюваної поверхні тіла, індивідуальних особливостей організму.

Умови праці при дії неіонізуючих електромагнітних полів та випромінювань відповідають 3 класу шкідливості при перевищенні на робочих місцях ГДР, що встановлені для відповідного часу дії, з урахуванням значень енергетичних експозицій в тих діапазонах частот, де вони нормуються, і 4 класу - при перевищенні максимальних ГДР для короткочасної дії. При одночасній дії на працівників неіонізуючих електромагнітних полів та випромінювань, що створюються декількома джерелами, які працюють у різних нормованих частотних діапазонах, клас умов праці на робочому місці встановлюється за фактором, що отримав найбільший ступінь шкідливості. При цьому, якщо виявлено перевищення ГДР у двох і більше нормованих частотних діапазонах, ступінь шкідливості збільшується на одну одиницю.[6]

Для запобігання шкідливого впливу ЕМП застосовуються організаційні заходи колективного захисту від ЕМП:

- розміщення об'єктів, які випромінюють ЕМП таким чином, щоб звести до мінімуму можливе опромінення людей;
- «захист часом» - перебування персоналу в зоні дії ЕМП обмежується мінімально необхідним для проведення робіт часом;
- «захист відстанню» - віддалення робочих місць на максимально допустиму відстань від джерел ЕМП;
- «захист кількістю» - потужність джерел випромінювання повинна бути мінімально необхідною;
- виділення зон ЕМП відповідними знаками безпеки;
- проведення дозиметричного контролю.

5.7 Технічні рішення з пожежної безпеки

Метою пожежної безпеки будь-якого об'єкта є запобігання пожежі на визначеному чинними нормативами рівні, а в разі виникнення пожежі – обмеження її розповсюдження, своєчасне виявлення, гасіння пожежі, захист людей і матеріальних цінностей.

Для працівників важливо виконувати елементарні правила пожежної безпеки під час перебування на робочому місці. Адже безвідповідальне ставлення до таких, здавалося б, дрібниць, як недопалок чи залишений без нагляду електрообігрівач, може спричинити пожежу. Часто займання стається через неправильне зберігання в приміщенні легкозаймистих речовин, спалах електропроводки через перевантаження електромережі, неакуратне поводження з вогнем у місцях приготування їжі.

Вимоги протипожежного режиму

1. Куріння. Куріння у приміщеннях заборонено. Для куріння на територіях об'єктів обладнані спеціальні місця, які облаштовані урнами для недопалків. На території об'єктів заборонено застосування відкритого вогню (розігрівання замерзлих труб опалення, спалювання відходів виробництва, сміття, сухого листя, тощо).

2. Користування електронагрівальними приладами. Приготування кип'ятку, розігрівання та приготування їжі здійснюється в спеціально обладнаних для цього місцях із застосуванням електрочайників та інших приладів з автоматичними пристроями відключення електронагрівальних елементів.
3. Робота з електроприладами. Забороняється залишати без нагляду увімкнені в електромережу електроприлади та оргтехніку – персональні комп'ютери, оргтехніку, радіоприймачі, електронагрівальні прилади, вентилятори, кондиціонери.
4. На підприємстві має бути план евакуації. Тільки досвідчений фахівець може розробити план евакуації на вищому рівні. Дуже важливо заздалегідь подбати про евакуацію людей в момент загоряння і початку пожежі. У приміщенні повинні залишатися вільними евакуаційні шляхи і коридори, а вказівники повинні бути розташовані так, щоб було зрозуміло, де вихід. Має бути система оповіщення, яка подасть сигнал у разі пожежі
5. Порядок на робочих місцях. Папір – легкозамистий матеріал. Необхідно зберігати його в папках і спеціальних боксах. Потрібно пильнувати, щоб колеса офісних крісел не їздили по проводах, які лежать на підлозі. Це може нашкодити як внутрішній частині провода, так і його ізоляції. Це може призвести до удару струмом і загоряння.
6. Пожежна сигналізація – це один з найважливіших пристроїв для забезпечення безпеки в приміщеннях.
7. Перевірка робочих місць та приміщень наприкінці робочого дня. Перед закінченням роботи та закриттям приміщень особа, відповідальна за протипожежний стан приміщення, зобов'язана перевірити протипожежний стан приміщень, вимкнути напругу з усіх електроустановок та електроприладів (вимірювальних, електронно-обчислювальних, паяльників, кондиціонерів, вентиляторів, радіоприймачів, комп'ютерів тощо), а також з мереж їх живлення. Закрити вікна, квартирки. Виявлені порушення правил пожежної безпеки потрібно усунути до зачинення приміщень.

8. Навчання. На будь-якому підприємстві потрібно регулярно проводити інструктажі з пожежної безпеки та практичні тренування.

Загальний порядок дій працівників у разі пожежі.

- негайно повідомити пожежну охорону за телефоном 101;
- вжити заходів щодо евакуації людей та збереження матеріальних цінностей, гасіння пожежі з використанням вогнегасників та інших наявних засобів пожежогасіння;
- повідомити про пожежу керівника чи відповідну компетентну посадову особу;
- вимкнути, за потреби, струмоприймачі та вентиляцію;
- за потреби викликати інші аварійно-рятувальні служби (медичну, газорятувальну тощо).[8]

ВИСНОВКИ

На теперішньому етапі розвитку науки і техніки інформаційно-вимірювальні системи дуже широко використовуються у всіх галузях промисловості. Опираючись на індивідуальне завдання, в даному дипломному проекті була розроблена автоматична система вимірювання основних метеорологічних параметрів повітря. Вихідні дані якої повністю відповідають отриманим функціональним параметрам та характеристикам розробленої системи.

Також було проведено розрахунки з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Проведено розрахунок робочого приміщення, за усіма параметрами робоче місце приміщення відповідає усім санітарним нормам. Описано заходи по електробезпеці, та вентиляції, методи боротьби з шумами та вібрацією. Провівши оцінку стійкості роботи бездротового вимірювача метеопараметрів в умовах дії електромагнітного імпульсу, можна зробити висновки, що потрібно використовувати сталевий екран товщиною 0,38мм. Цей екран захищатиме радіоелементи від короткого замикання, збереже параметри п'єзоелементів, зменшить нагрівання, і збереже електричну міцність транзисторів і мікросхем.

В останньому розділі було проведено економічні розрахунки нової розробки, розраховано витрати на заробітну плату і компоненти, визначено показник окупності розробки. Внаслідок розрахунку загального кошторису було обраховано загальні витрати на дослідження побудови бездротових локальних мереж. Розрахунки ефективності результатів НДР підтверджують що розробка вважається ефективною.

Отже, при виконанні дипломного проекту було розроблено бездротову мікроконтролерну систему вимірювання метеопараметрів повітря, яка виконує наступні функції: надає інформацію про тиск, вологість, температуру в приміщенні та ззовні; автоматично передає опрацьовану інформацію на сервісні центри.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. <http://www.gaw.ru>
2. <http://www.winbond.com>
3. <http://www.sensorelement.com>
4. <http://www.analog.com>
5. <http://www.honeywell.com>
6. <http://www.semiconductors.com>
7. <http://www.philips.com>
8. <http://www.compel.ru>
9. <http://www.chipcon.com>.
10. <http://www.elfaelectronics.com.ua>.
11. <http://www.meteomaster.com.ua>
12. <http://www.tfa.com.ua>
13. <http://www.stvletime.com.ua>
14. <http://www.micropribor.com.ua>
15. <http://www.spravka.com.ua>
16. Кухарчук В.В, Кучерук В.Ю., Долгополов В.П., Грумінська Л.В. Метрологія та вимірювальна техніка. Навчальний посібник. — Вінниця: УШВЕРСУМ-Вінниця, 2004. - 252с.
17. Поджаренко В.О., Кухарчук В.В. Вимірювання і комп'ютерно-вимірювальна техніка. - Київ: УМК ВО, 1991. - 240с.
18. Головка Д.Б., Рего К.Г., Скрипник Ю.О. Основи метрології та вимірювань. - К.: Либідь, 2001. - 408с.
19. Володарський Є.Т., Поджаренко В.О., Кухарчук В.В., Сердюк Г.Б. метрологічне забезпечення вимірювань і контролю. - Вінниця: ВДТУ, 2001. -219с.
20. Поджаренко В.О., Кухарчук В.В. Вимірювання і комп'ютерно-вимірювальна техніка. - Київ: УМК ВО, 1991. - 240с.
21. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
22. Правила улаштування електроустановок - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.energiy.com.ua/PUE.html>
23. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>
24. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885

25. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>

26. Наказ від 08.04.2014 № 248 Про затвердження Державних санітарних норм та правил Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/topiccatalogua/laborprotection/14._nakazy_ta_rozpor_183575/248+58074-detail.html

27. НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://sop.zp.ua/norm_npaop_0_00-7_15-18_01_ua.php

28. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. URL: <https://dwg.ru/dnl/15125>.

ДОДАТКИ

Додаток А

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри БМІОЕС
к.т.н., доцент
Коваль Л.Г. _____
« _____ » _____ 2022

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ БАРОМЕТРА

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

до бакалаврської дипломної роботи
за спеціальністю 163 – Біомедична інженерія
08-35.БДР. 019.05.000 ТЗ

Керівник роботи:
к.т.н., доцент Коваль Л.Г.

(підпис)

“ _____ ” _____ 2022 р.

Розробив студент гр. БМІ-186
Левандовський К.О.

(підпис)

“ _____ ” _____ 2022 р.

1. Назва БДР: Розробка мікроконтролерного барометра
2. Виконавець БДР: студент групи БМІ-18б Левандовський К.О.
3. Підставою для виконання МКР є протокол засідання кафедри БМІ №4

від 09 березня 2022р.

4. Джерела розробки: 13. <http://www.stvletime.com.ua>
14. <http://www.micropribor.com.ua>
15. <http://www.spravka.com.ua>
16. Кухарчук В.В, Кучерук В.Ю., Долгополов В.П., Грумінська Л.В. Метрологія та вимірювальна техніка. Навчальний посібник. — Вінниця: УШВЕРСУМ-Вінниця, 2004. - 252с.
17. Поджаренко В.О., Кухарчук В.В. Вимірювання і комп'ютерно-вимірювальна техніка. - Київ: УМК ВО, 1991. - 240с.
18. Головка Д.Б., Реґо К.Г., Скрипник Ю.О. Основи метрології та вимірювань. - К.: Либідь, 2001. - 408с.
19. Володарський Є.Т., Поджаренко В.О., Кухарчук В.В., Сердюк Г.Б. метрологічне забезпечення вимірювань і контролю. - Вінниця: ВДТУ, 2001. -219с.
20. Поджаренко В.О., Кухарчук В.В. Вимірювання і комп'ютерно-вимірювальна техніка. - Київ: УМК ВО, 1991. - 240с.

5. Найменування і область застосування

Найменування - мікроконтролерний барометр. Область застосування: даний пристрій є основним видом спеціальної апаратури для спостереження за метеорологічними величинами.

6. Мета і призначення розробки

Метою і призначенням розробки є розробка нової конструкції вимірювача метеопараметрів. Призначення розробки – фіксування та обробка даних про вологість, тиск та температуру і передача їх на приймальний центр.

7. Технічні вимоги

7.1 Склад виробу і вимоги до конструкції

Барометр складається із передавача, який передає отриману інформацію про метеоумови по радіоканалу на приймач.

конструктивні вимоги:

- габаритні розміри – довжини – 450 мм, ширина – 110 мм, висота – 30 мм
- вимоги монтажної придатності до продукції – поставка в зібраному вигляді;
- маса продукції – 0,5 кг;
- захист від вологи, шкідливих випаровувань та корозії, здійснюється за рахунок герметичності та покриттів;

- деталі, вузли, повинні виготовлятися з матеріалів стійких до дії миючих засобів, мастила

- одиничний вид виробництва деталей, запасні частини не передбачаються

7.2 Показники призначення

- робоча частота трансивера – 433МГц;
- абсолютний діапазон вимірюваного тиску: 300кПа ... 1100кПа;
- абсолютний діапазон вимірюваної вологості 0 ... 100% RH
- діапазон температур -55°С..+125°С

7.3 Вимоги до надійності: довговічність – не менше 6 тис. год; безвідмовність – напрацювання на відмову – 1 тис. год; збереженість – повинна забезпечуватися працездатність в режимі очікування, роботи, консервації; ремонтпридатність – рішення компонування повинно бути таким, що забезпечує легкодоступність до деталей, які вірогідно можуть мати найменший термін служби та відносно простий їх ремонт.

7.4 Вимоги до технологічності розробки, виробництва і експлуатації - конструкція деталей пристрою повинна бути такою, щоб забезпечувати їх виготовлення без застосування спеціального обладнання і устаткування.

7.5 Вимоги до рівня уніфікації і стандартизації, вимоги до використання стандартних, уніфікованих і запозичених складальних одиниць і деталей при розробці, показники рівня уніфікації – по можливості під час розробки конструкції використовувати уніфіковані деталі і стандартні вироби.

7.6 Конструкція повинна відповідати естетичним і ергономістичним вимогам, повинна бути зручною в обслуговуванні і управлінні.

7.7 Матеріали, що використовуються для деталей приладу слід вибирати відповідно до рекомендацій, що застосовують під час виготовлення контрольно-розподільної апаратури.

7.8 Умови експлуатації, вимоги до технічного обслуговуванню і ремонту:

- умови експлуатації, при яких повинно забезпечуватися використання продукції з заданими технічними показниками – продукція призначена для використання у середньоширотних кліматичних умовах;
- час підготовки продукції до використання після транспортування і зберігання –0.3 год;
- періодичність і орієнтовна трудомісткість технічного обслуговування і ремонту – 2 дні (один раз в три місяці);

7.9 Вимоги до транспортуванню і збереженню

- можливість транспортування на будь-якому виду транспортних засобів
- захист від ударів під час завантаження і розвантаження
- зберігання на складі готової продукції

- зберігання у законсервованому вигляді

8. Стадії та етапи БДР:

8.1 Теоретична частина:

- Аналітичний огляд питання;
- Розробка структурної схеми;
- Вибір мікроконтролера та датчиків;
- Розробка програмного забезпечення.

8.2 Графічна частина:

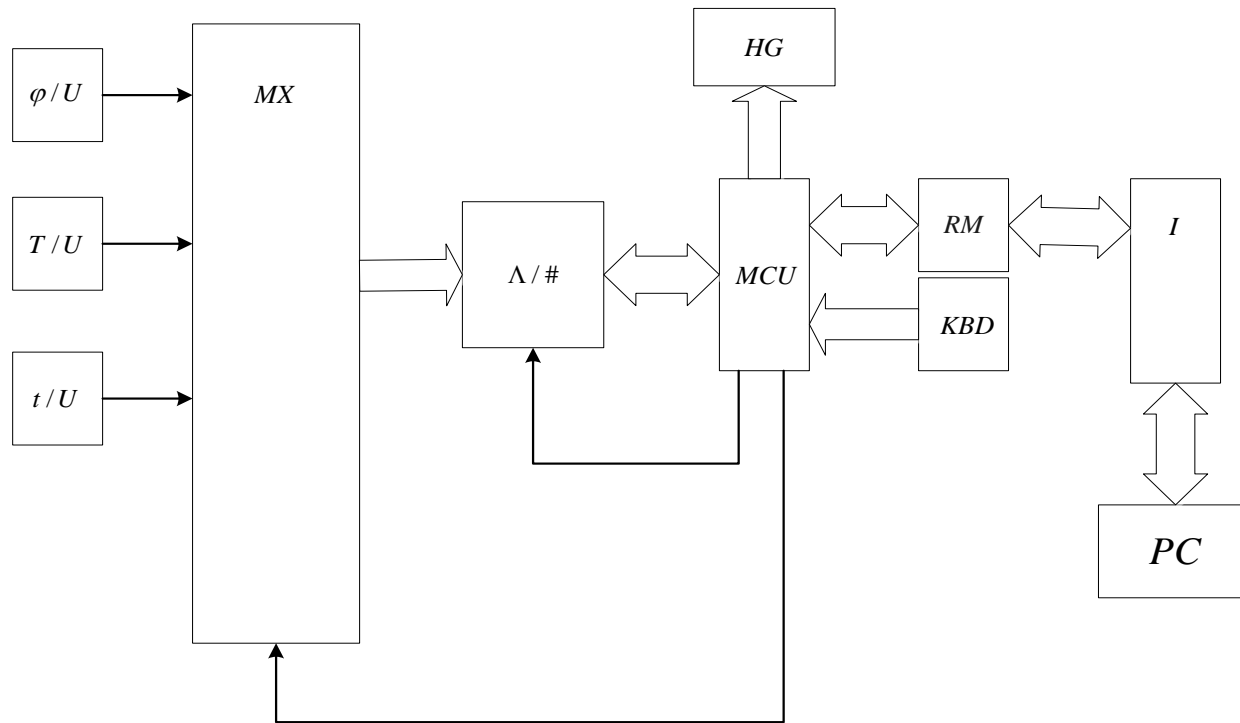
- схема електрична принципова;
- креслення друкованої плати;
- складальне креслення друкованої плати;
- структурна схема пристрою.

Таблиця 1 – Етапи виконання бакалаврської дипломної роботи

Назва розділу бакалаврської дипломної роботи	Строк виконання
Розробка технічного завдання	до 15.03.2022
Обґрунтування вихідних даних та оптимального варіанту розробки	до 30.03.2022
Аналітичний огляд питання	до 10.04.2022
Розв'язання основної задачі	до 15.05.2022
Написання алгоритмічно-програмного забезпечення	до 25.05.2022
Оформлення графічної частини та пояснювальної записки	до 05.06.2022
Попередній захист	10.01.2022

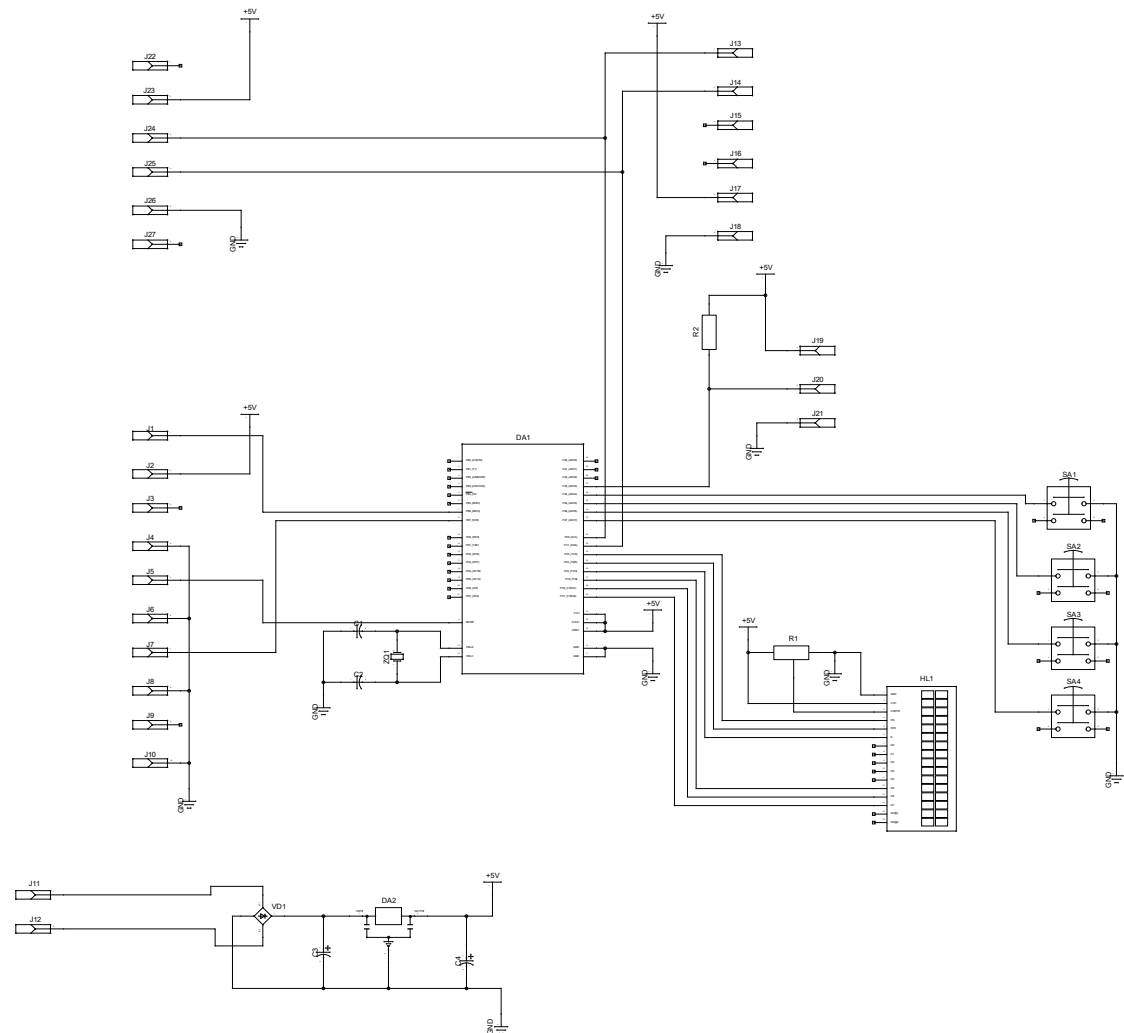
Розробив студент групи БМІ-186 _____ Левандовський К.О.

(підпис, прізвище та ініціали)



1. MCU – мікроконтролер
2. KBD- Клавіатура
3. HG -Індикатор
4. PC - Персональний компютер
5. MX – Мультиплексор
6. I- інтерфейс
7. RM- Пам'ять
8. T/U, T/U, φ/U Датчики температури, вологості, тиску

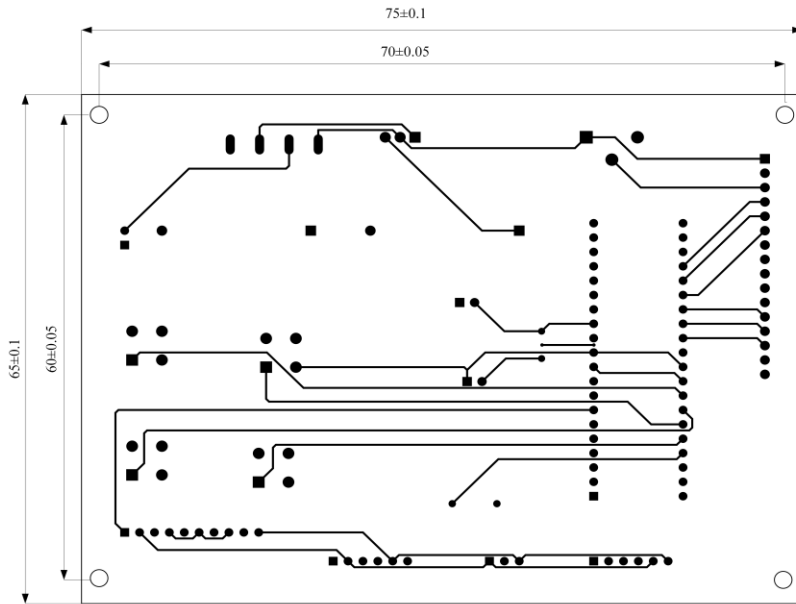
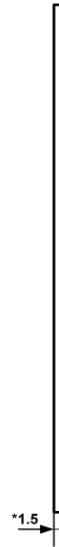
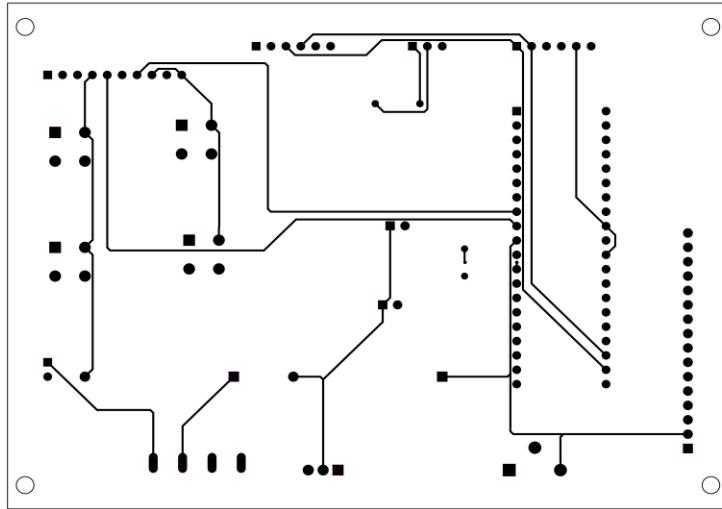
					08-35. БДР.019.05.000.СК			
						Літ.	Маса	Масшт.
Зм.	Арх.	№ докум	Підпис	Дата	Мікроконтролерний барометр			
Розробив	Левандовський							
Перевірів	Коваль				Схема структурна			
Реценз.								
Т. контр.	Коваль				Аркуш	Аркуше		
Н. контр.	Коваль				Гр. БМІ-186			
Звте.	Коваль							



				08-35. БДР.019.05.000.Е3				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Мікроконтрольний барометр Схема електрична принципова	<i>Літ.</i>	<i>Маса</i>	<i>Масшт.</i>
Розробив		Левандовський						
Перевірів		Коваль						
Реценз.								
Т. контр.		Коваль						
Н. контр.		Коваль						
Затв.		Коваль						
						Аркуш		Аркуше
						Гр. БМІ-186		

Познач	Найменування	Кіл	Примітка
	Конденсатори		
C1-C2	GRM39-100 мкФ ±5% - 6.3В	2	C1-C2
C3-C4	KM5-5аM75-39 пФ ±10%	2	C3-C4
	Мікросхеми		
DA1	АТМЕГА8	1	DA1
DA2	КРЕН7805		DA2
	Резистори		
R1	СПЗ-39 -35 кОм ±10% - 0.25Вт	1	R1
	СП2-23 -35 кОм ±10% - 0.25Вт	1	R2
	Діоди		
	IN4148	1	VD1
HL1	Індикація PC0802LRS	1	HL1
ZQ1	Кварцевий резонатор RX02-1МГц	1	ZQ1
SA1-4	Кнопки тактові	4	SA1-SA4
	Роз'єми (PLS)	27	J1-J27

08-35.БДР.019.05.000.ПЕЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Левандовський		
Перевір.		Коваль		
Реценз.				
Н. Контр.		Коваль		
Затверд.		Коваль		
Мікроконтролерний барометр Перелік елементів				
		Літ.	Арк.	Аркушів
			1	2
ВНТУ, гр.БМІ-186				



Таблиця 1

Умовне позначення отвору	Діаметр отвору	Діаметр контактних площадок	Наявність металізації	Кількість
•	0,9	1,3	є	96
■	1,0	1,5	є	32
○	3,4	-	немає	4

Таблиця 2

Параметри друкованого рисунку	Розмір, мм	
	в широких місцях	у вузьких місцях
Ширина провідника	0,45	0,25
Відстань між провідниками	0,45	0,25

1 * Розміри для довідок.

2 Плату виготовити комбінованим позитивним методом.

3 Плата повинна відповідати ГОСТ 23.751-86.

4 Допускається довільна форма контактних площадок, $btip=0,1$ мм.

5 Міжосьова відстань між двома отворами становить 0,15 мм.

6 Параметри друкованого рисунку виконати відповідно до таблиць 1, 2.

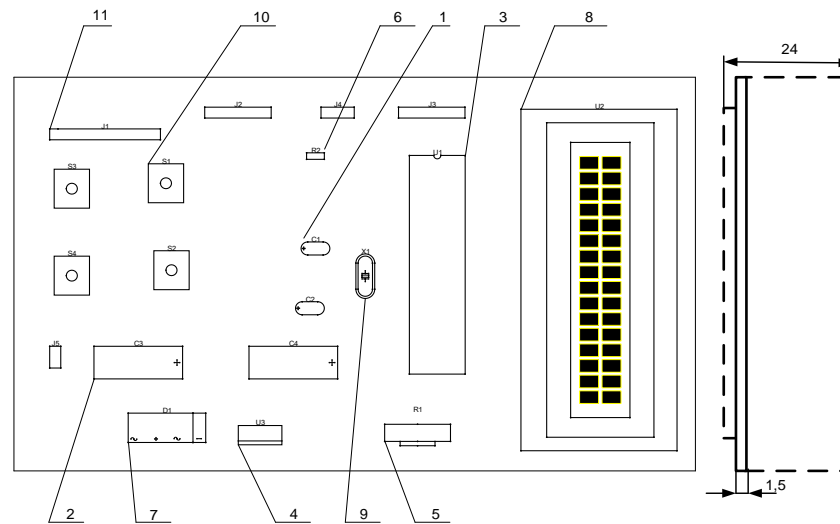
7 На плату з 1 сторони нанести захисну маску.

8 На платі виконати маркування елементів відповідно до креслення.

9 Заводський номер і дату виготовлення виконати фарбою

БМ чорною шрифтом ЗПр-3 по ГОСТу 27.415-86.

				08-35. БДР.019.05.000		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Мікроконтролерний барометр		Літ.
Розробив		Левандовський		Плата друкована		Маса
Перевірив		Коваль				Масшт.
Реценз.						2:1
Т. контр.		Коваль				Аркуш
Н. контр.		Коваль				Аркуше
Затв.		Коваль				Гр. БМІ-186



1. *Розміри для довідок.
2. Установку радіоелементів здійснити за ОСТ4.010.030-82, DD1 та DD2 за кресленням
3. Паяти: припой ПОС-61 ГОСТ 21931-76.
4. Таврувати знак ОТК.

					08-35. БДР.019.05.000.СК			
					Мікроконтролерний барометр Складальне креслення плати	Лит.	Маса	Масшт.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		Левандовський						
<i>Перевірів</i>		Коваль						
<i>Реценз.</i>								
<i>Т. контр.</i>		Коваль						
<i>Н. контр.</i>		Коваль						
<i>Затв.</i>		Коваль						
						Аркуш		Аркушів
						Гр. БМІ-186		