

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і
робототехніки
Кафедра метрології на інформаційно-вимірювальної техніки

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему:

**Комп'ютеризована система вимірювання та збору метеоданих
у віддаленому районі**

Виконав: студент 2 курсу, групи МТК-1
спеціальності 152 Метрологія та
інформаційно-вимірювальна техніка

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Сергієнко Сергій Олегович 

(прізвище та ініціали)

Керівник ст.викл.каф.М ті ІВТ

Лугових О.О. 

(прізвище та ініціали)

Рецензент к.т.н., доцент Ткачук А.П. 

зав.каф. Ата КІТ ім. проф. Б.Б. Селюткіна

Житомир–2022

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки

Кафедра Метрології та інформаційно-вимірювальної техніки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Метрології та інформаційно-вимірювальної техніки
д.т.н., проф. Подчашинський Ю.О.

 “ 2 ” травня 2022 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Сергієнку Сергію Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютеризована система вимірювання та збору метеоданих у віддаленому районі

керівник роботи Лугових Оксана Олександрівна, ст.викл. кафедри Метрології та інформаційно-вимірювальної техніки

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “2” травня 2022 року №148/с

2. Строк подання студентом роботи “10” червня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи вимірювання температури, тиску, вологості, вмикання/вимикання системи, визначення вібрацій землі, обрахування значень та графіків, вивід виміряних значень на дисплей та відправка їх користувачам по смс через gsm-модуль.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) технічне завдання, огляд та аналіз існуючих систем метеоданих, розробка структурної, функціональної та принципової схем, розробка програми та алгоритму, конструкторська частина

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

Структурна схема, принципова схема, блок-схема алгоритму та друкована плата

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1, 2, 3	Лугових О.О., ст.викл.		
4,5,6	Лугових О.О., ст.викл.		

7. Дата видачі завдання 2.05.2022

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Підготувати звіт про переддипломну практику	05.03.2022 – 11.03.2022	
2.	Збір літературних даних за темою дипломної роботи та відомих систем збору метеоданих	12.03.2022 – 29.03.2022	
3.	Ознайомитись з основними принципами побудови систем метеоданих	01-.03.2022 – 07.04.2022	
4.	Розробка структурної схеми системи метеоданих	08.04.2022 – 24.04.2022	
5.	Розробка принципової схеми системи вимірювання метеоданих	25.04.2022 – 03.05.2022	
6.	Вибір компонентів системи вимірювання метеоданих	05.05.2022 – 22.05.2022	
7.	Розробка блок-схеми алгоритму та програми системи вимірювання метеоданих	24.05.2022- 30.05.2022	
8.	Оформлення пояснювальної записки та презентаційного матеріалу	02.06.2022 - 09.06.20212	

Студент


 (підпис)

С.О. Сергієнко
 (прізвище та ініціали)

Керівник роботи


 (підпис)

О.О. Лугових
 (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему «Комп'ютеризована система вимірювання та збору метеоданих у віддаленому районі» містить 60 сторінки, 26 рисунків, 6 таблиці, 11 формули, 22 джерела.

В роботі розглядається актуальність комп'ютеризованої системи вимірювання та збору метеоданих у віддаленому районі. Розглянуто обґрунтування та вибір технічних рішень.

Розроблені структурна та принципова схеми. Розроблений блок-схема алгоритму програми та програма для комп'ютеризованої системи.

Проведений вибір елементної база та розроблена друкована плата. Розглянуті похибки вимірювання температури, тиску, вологості. Розрахована відносна та абсолютна похибка вимірювання температури.

Розраховані показники надійності. Розглянута охорона праці.

Ключові слова: метеодані, температура, тиск, вологість, вібрації землі

ANNOTATION

The bachelor's thesis on "Computerized system of measurement and collection of meteorological data in a remote area" contains 60 pages, 26 figures, 6 tables, 11 formulas, 22 sources.

The paper considers the relevance of a computerized system for measuring and collecting meteorological data in a remote area. Substantiation and choice of technical solutions are considered.

Structural and basic schemes are developed. The block diagram of the program algorithm and the program for the computerized system are developed.

The element base is selected and the printed circuit board is developed. Errors of temperature, pressure, humidity measurement are considered. The relative and absolute error of temperature measurement is calculated.

Reliability indicators are calculated. Labor protection is considered.

Key words: meteorological data, temperature, pressure, humidity, earth vibrations

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ.....	8
1.1. Призначення та галузь застосування.....	8
1.2. Умови експлуатації	8
1.3. Технічні параметри комп'ютеризованої системи	8
1.4. Вимоги до конструкції та надійності системи.....	9
2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ.....	10
3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ.....	16
3.1. Обґрунтування типу мікроконтролеру.....	16
3.2. Обґрунтування датчиків.....	19
3.3. Обґрунтування пристроїв для відображення показників.....	21
3.4. Обґрунтування типу блока живлення.....	21
3.5. Розробка структурної схеми.....	22
4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ.....	24
4.1. Вибір типу мікроконтролеру.....	24
4.2. Вибір датчиків.....	26
4.3. Вибір пристроїв для відображення показників.....	31
4.4. Вибір кнопки.....	35
4.5. Вибір блока живлення.....	36
4.6. Принципово електрична схема.....	38
4.7. Розрахунок похибок вимірювання температури.....	39
5. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ТА АЛГОРИТМУ.....	42
5.1. Розробка алгоритму.....	42
5.2. Розробка програми.....	44
6. КОНСТРУКТОРЬСКА ЧАСТИНА.....	45
6.1. Розробка друкованої плати.....	45
6.2. Розрахунок надійності системи.....	46
7. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	51
7.1. Охорона праці.....	51
7.2. Розробка заходів з охорони праці.....	52
7.3. Пожежна безпека приміщення.....	53
7.4. Навчання, інструктаж працівників з питань охорони праці.....	54
ВИСНОВКИ.....	58
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	59
ДОДАТКИ.....	61

					МММТ 480.002024 - ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Сергієнко С.О.			Комп'ютеризована система вимірювання та збору метеоданих у віддаленому районі Пояснювальна записка			
Перевірив		Лугових О.О.						
Рецензент		Ткачук А.В.						
Н. контр.								
Затверд.		Подчапінський Ю.О.						
					Літ.	Арк.	Арк.шіт	
						6	60	
					ДУ «Житомирська політехніка», МТК-1			

ВСТУП

Вимірювання та збір показників метеоданих на сьогоднішній день є важливим.

Від моніторингу метеоданих залежить багато сфер людської життєдіяльності. Таких як сільське господарство, транспортна сфера, військова сфера, геологічна сфера, сфера будівництва та багато інших.

Знаючи температуру повітря, тиск та приближення різних природних явищ люди можуть придіяти якісь заходи для збереження себе та майна.

Існує велика кількість систем для збору та моніторингу метеоданих. Вони збирають показники та виводять їх на екран пристроїв. Потім спеціалісти з метеорології подають їх далі в спеціальні центри, які вже оприлюднюють ці дані. Але на даний час це дуже довго цепочка. В випадку стихійного лиха буде втрачений час. Це є основним недоліком існуючих систем вимірювання та збору метеоданих.

В сучасному світі постає задача в розробці комп'ютеризованої системи вимірювання та збору метеоданих у віддаленому районі, яка буде вимірювати та збирати дані, а потім відразу відправляти повідомлення користувачам. Нова розроблена система дозволить швидко та зручно попереджувати користувачів про природні явища.

Завдання даної дипломної роботи – розробка комп'ютеризована система вимірювання та збору метеоданих у віддаленому районі.

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

1.1. Призначення та галузь застосування

Комп'ютеризована система повинна збирати та вимірювати метеодані у віддаленому районі в автоматичному режимі робити та забезпечити вивід їх на дисплей та відправлення на мобільний телефон користувачам.

Областю застосування є використання у метеорології.

Необхідно розробити структурну та електрично принципову схеми, вибрати елементну базу, розробити блок-схему алгоритму та здійснити програмування мікроконтролера, розробити друковану плату та розрахувати надійність системи.

1.2. Умови експлуатації та параметри навколишнього середовища

- Температура навколишнього середовища від -25°C до $+50^{\circ}\text{C}$.
- Відносна вологість до 80 % при температурі $+25^{\circ}\text{C}$.
- Атмосферний тиск 600-800 мм рт. ст.
- Похибка вимірювання температури: 0.5°C ;
- Відносна похибка вимірювання температури 3%;
- Точність вимірювання вологості: 3%;
- Точність вимірювання тиску: 1гПа;
- Хімічно активні компоненти відсутні.
- Віб्राція, тряска, удари відсутні.
- Характер роботи безперервний.
- Джерело живлення: первинне – 220В, вторинне – 5В.

1.3. Технічні параметри системи

Комп'ютиризован система повинна забезпечити рішення наступних завдань:

- вимірювання температури на вулиці;

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- вимірювання вологості на вулиці;
- вимірювання тиску на вулиці;
- вести відлік часу (день/ніч);
- моніторинг сейсмічного стану;
- відображення виміряної інформації на дисплей;
- відправка в вигляді смс виміряних даних на телефон користувачам.

Режими роботи: автоматичний.

1.4. Вимоги до конструкції та надійності системи

- Система є резервована, придатна до ремонту, відновлювальна.
- Напрацювання до відмови складає не менше 14 000 годин.
- Елементи пристрою розмістити в пластиковому боксі.
- Габарити установки (корпуса) – 79x58x133 мм.

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

Переносний метеометр МЕС-200А (рис.2.1) призначається для вимірювань атмосферного тиску, температури повітря, швидкості потоку повітря, відносної вологості, параметрів теплового навантаження середовища ТНС-індексу та концентрації газів поза приміщеннями та всередині них.



Рис. 2.1 – Метеометр МЭС–200А

Вимірювані параметри:

- атмосферний тиск;
- відносна вологість повітря;
- Температура повітря;
- швидкості повітряних потоків в атмосфері та всередині приміщень;
- інтегральний показник теплового навантаження середовища;
- температури вологого термометра;
- концентрації токсичних газів CO; H₂S; SO₂;
- енергетичної освітленості;
- яскравості, коефіцієнта пульсації оптичного випромінювання у видимій, ультрафіолетовій, інфрачервоній областях спектра в атмосфері та всередині приміщень.

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Метеометр МЕС-200А (термоанемометр) складається з блоку електроніки та змінних вимірювальних щупів.

Датчик швидкості потоку повітря є невеликий терморезистор (Honey Well), який підігрівається стабілізованим струмом до температури +(200-250) °С. Швидкість потоку повітря впливає зміни ступеня охолодження нагрітого терморезистора і падіння напруги у ньому, що є мірою швидкості потоку повітря.

Датчиком температури є також невеликий терморезистор опором 1 кОм (при температурі 0 ° С) з підсилювачем, що нормує, зібраним на операційному підсилювачі типу ОР 496.

Датчиком вологості є функціональний сенсор вологості з нормованою вихідною напругою від 0,8 до 4,2 з високим ступенем лінійності вихідної напруги від відносної вологості.

Інтегральний показник теплового навантаження середовища є емпіричним показником, що характеризує поєднану дію на організм людини параметрів мікроклімату (швидкості руху повітря та теплового опромінення, температури, вологості). Теплове навантаження середовища визначається на основі величин температури змоченого термометра та температури всередині зачорненої кулі.

Блок електроніки використовується, щоб перетворювати аналогові сигнали на цифрові, математично обробляти результати вимірювань і відображати їх на дворядковому РК-індикаторі.

Технічні характеристики:

- Контрольовані параметри: Т, Н, Р, V;
- Діапазон вимірювання температури: - 40...+85°C;
- Абсолютна похибка температури: ±0,2°C, ±0,5°C;
- Відносна вологість: 10... 98 %;
- Абсолютна похибка: ±3%;

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Швидкість повітряного потоку: 0,1...20 м/с;
- Похибка вимірювання швидкості пов.: $\pm 5\%$ (наведена);
- Тиск: 80...110 кПа, 600...825 мм.рт.ст.;
- Абсолютна похибка тиску: $\pm 0,3$ кПа (2,3 мм.рт.ст.), ± 1 кПа (7,6 мм.рт.ст.);
- Інтерфейс: RS232C. COM порт;
- Час безперервної роботи: не менше 8 годин;
- Довжина щупа зі з'єдн. Кабелем: 850 мм;
- Габаритні розміри: 185x85x53 мм;
- Маса: 400 г;
- Межа основної похибки варіації показань при вимірюванні концентрації токсичних газів, не більше 0,5;
- Номінальний час встановлення показань при вимірюванні концентрації токсичних газів: не більше 60;
- Середнє напруження на відмову, год: не менше 10000;
- Середній термін служби, років: не менше 10;
- Габаритні розміри, мм, не більше:
- Блок електроніки 180×85×53;
- щуп вимірювальний Щ-1 (з кабелем сполучним 850 мм) Ø26×220;
- щуп вимірювальний температури чорної кулі Щ-2 у складі: чорна сфера Ø90;
- щуп вимірювальний температури (з кабелем сполучним 850 мм) Ø26×195;
- підставка (з кабелем сполучним 850 мм) 122×135×63;
- щупи вимірювальні концентрації токсичних газів Щ-4 (Щ-5, Щ-6) (з кабелем сполучним 850 мм) Ø30×135. [1]

Метеоскоп–М (рис.2.2)

МЕТЕОСКОП-М призначений щодо вимірювань у режимі однократних чи періодичних вимірів з розрахунком значення невизначеності отриманих результатів.

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Він дозволяє проводити одночасний контроль до 8 параметрів довкілля:

- температура повітря;
- відносна вологість;
- атмосферний тиск;
- швидкість повітряного потоку;
- результуюча температура;
- середня температура поверхонь та огорожувальних конструкцій;
- індекс теплового навантаження середовища;
- густина потоку теплового випромінювання (теплового опромінення).



Рис. 2.2 – Метеоскоп-М

Технічні характеристики:

- Діапазон вимірювань температури, °С:
 - за допомогою сенсометричного щупа від -40 до +85;
 - за допомогою шарового термометра від 0 до +70;
- Межі абсолютної похибки вимірювань температури, що допускаються, °С:
 - за допомогою сенсометричного щупа $\pm 0,2$;
 - за допомогою шарового термометра $\pm 0,5$;

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

- Діапазон вимірювання відносної вологості, % від 5 до 97;
 - Межі абсолютної похибки вимірювань відносної вологості, що допускається, % (в діапазоні температур від +5 до +85 °C) $\pm 3,0$;
 - Діапазон вимірювань тиску повітря, кПа (мм рт. ст.) від 80 до 110 (від 600 до 825);
 - Межі абсолютної похибки вимірювань тиску, що допускається, кПа (мм рт. ст.) $\pm 0,13 (\pm 1)$;
 - Діапазон вимірювань швидкості повітряного потоку, м/с від 0,1 до 20;
 - Діапазон показань відносної вологості, % від 0 до 98;
 - Діапазон показань швидкості повітряного потоку, м/с від 0,05 до 20;
 - Час встановлення робочого режиму при вимірюванні без шарового термометра (за умови, що сенсометричний щуп знаходиться в тепловій рівновазі з навколишнім середовищем), не більше, з 60;
 - Час встановлення робочого режиму при вимірюванні температури шаровим термометром, не менше, мін 20
 - Маса приладу, г 650;
 - Довжина кабелю, мм від 1200 до 1500;
 - Середній термін служби, років, не менше 5.[2]
- Цифровий термометр-гігрометр з великим дисплеєм рис.2.3.



Рис.2.3. Цифровий термометр-гігрометр Solar Lamp

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Показує температуру та вологість усередині приміщення та на вулиці під накриттям. Може запам'ятовувати абсолютний мінімум і максимум температури та вологості.

Додаткові функції включають годинник, будильник та календар.

На зворотному боці є підставка для настільної установки та отвір для кріплення на стіну.

У комплекті йде 1-шт батарейка ААА та інструкція англійською мовою.

Характеристики:

- Діапазон вимірювання температури зовні: $-50 - +70^{\circ}\text{C}$;
- Діапазон вимірювання температури всередині: $-10 - +50^{\circ}\text{C}$;
- Похибка вимірювання температури: $\pm 1^{\circ}\text{C}$;
- Дозвіл температури: $0,1^{\circ}\text{C}$;
- Діапазон вимірювання вологості: 10 – 99%;
- Похибка вимірювання вологості: $\pm 5\%$;
- Роздільна здатність вологості: 1%. [3]

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ

Прилад повинен виконувати наступні функції:

- вимірювання температури на вулиці;
- вимірювання вологості на вулиці;
- вимірювання тиску на вулиці;
- вести відлік часу (день/ніч);
- моніторинг сейсмічного стану;
- відображення виміряної інформації на дисплей;
- відправка в вигляді смс вимірянних даних на телефон користувачам.

Розроблюваний прилад має вимірювати температуру, вологість, тиск, роботу сейсмічного стану. Для цього необхідні спеціальні датчики, які забезпечать процедуру вимірювання з заданою точністю. В якості датчиків потрібно використовувати: датчик температури, датчик вологості, датчик тиску, датчик вібрацій. Також потрібно автономно вести відлік часу. Для цього використовується годинник реального часу. Для виводу значень температури, тиску, вологості, вібрацій, реального часу необхідно використати дисплей. Для відправлення вимірянних значень та інших повідомлень з системи використовується gsm-модуль. Для керування системою застосовується сенсорна кнопка. Для відображення критичного сейсмічного стану застосуємо трьохколовий світлодіод. Для керування системою в цілому буде мікроконтролер. За допомогою мікроконтролера буде зчитувати виміряні значення з датчиків, виконуватись обрахунки, вивід даних на дисплей та відправка даних користувачам по смс через gsm-модуль.

Комп'ютеризована система вимірювання та збору метеоданих у віддаленому районі буде мати наступні складові:

1. Мікроконтролер;
2. Датчик температури;
3. Датчик вологості;
4. Датчик тиску;

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Датчик вібрацій;
6. Годинник реального часу
7. Дисплей;
8. Gsm-модуль;
9. Світлодіод червоний;
10. Кнопка керування;
11. Блок живлення.

3.1. Обґрунтування типу мікроконтролера

Для керування комп'ютеризованою системою вимірювання обрано мікроконтролер.

Технічні характеристики обраного мікроконтролера повинні відповідати вимогам завдання на розробку. Комп'ютеризована вимірювальна система розробляється для вимірювання та збору метеоданих у віддаленому районі, тому необхідно врахувати наступні параметри:

1) Експлуатуватись вимірювальна система буде на вулиці під накриттям, тому температура роботи повинна бути від -25 до +50;

2) Система буде вимірювати температуру, вологість, вібрації, відлік реального часу. Відповідно необхідна швидка реакція на покази з датчиків та обробка виміряних значень, вивід показників на дисплей, посилення показників через gsm модуль. Для таких задач потрібен швидкісний мікроконтролер з розрядністю 16 або 32 біта;

3) Вимірювальна система повинна займати мало місця, тому краще використати невеликий мікроконтролер в компактному SMD-корпусі, що здатний працювати малих напругах та малій тактовій частоті.

Порівняльна таблиця мікроконтролерів різних виробників приведена в табл.3.1.

Популярність використання мікроконтролерів приведена на рис.3.1.

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

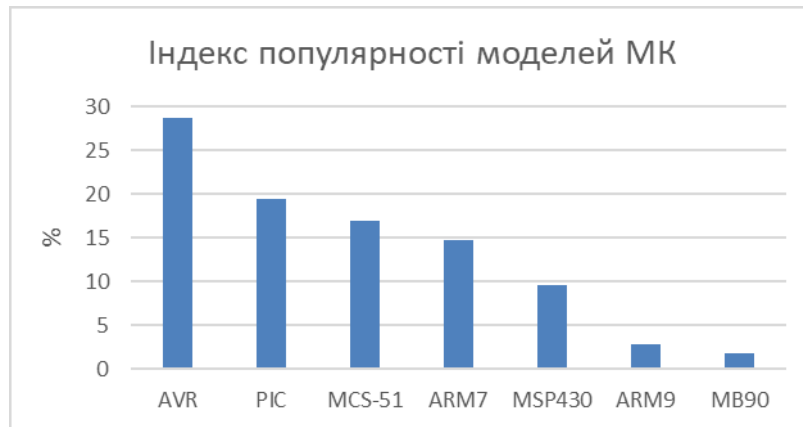


Рисунок 3.1 – Процент використання за популярністю мікроконтролерів

Таблиця 3.1 – Порівняльна таблиця мікроконтррлерів

Головний параметр	Рекомендовані МК розрядністю 8/16/32 біта
Швидкодія	Atmel ARM, NXP LP210x, Microchip PIC24 / dsPIC, Ubicom SX
Перешкодозахищеність	NXP LP2xxx, Microchip PIC (моделі після 2003 г.)
Економічність	Texas Instruments MSP430, Microchip PIC12 / 16/18
Мініатюрність	Microchip PIC 10/12, Atmel ATtiny
Універсальність	Atmel ATmega, Microchip PIC 18, Silicon Laboratories C8051F
Кріпстостікість	Texas Instruments TMS320F, Atmel AT91SO, Atmel ATXmega
Електромагнітна сумісність	STMicroelectronics STR71xF

Згідно табл. 3.1 нам потрібно обрати мікроконтролер, який має найбільшу швидкодію для прийняття, обробки, виводу та відправки показників. Тому вибираємо мікроконтролер Atmel.

Платформ Arduino побудовані на базі мікроконтролерів Atmel. Тому в якості МК обираємо готову платформу Arduino.

Для обрання платформи Arduino розглянемо порівняльний аналіз платформ в табл.3.2. [4]

Таблиця 3.2 – Порівняння платформ Arduino

Модель	МК	Напруга живлення (В)	Flash-пам'ять (Кб)	Частота (МГц)	Габарити (мм)
Fio	Atmega328	3,3	32	8	6.6x2.8
Nano	Atmega328	5	32	16	45x18
Mini	Atmega328	5	32	16	50x18
Моско	Atmega32u4	5	32	16	48x18

Обираємо готову платформу Arduino Nano. Враховуємо при виборі такі показники: мініатюрність, тактову частоту 16 МГц, флеш-пам'ять 32Кб, швидку роботу мікроконтролера Atmega328, популярність.

3.2. Обґрунтування датчиків

Показники, які необхідно вимірювати: температура, вологість, тиск, вібрації. А також робити відлік реального часу.

Для вимірювання температури, вологості та тиску існують барометричні датчики, які поєднують в собі всі цих три показника.

Використання барометричного такого датчика дозволить скоротити кількість використаних виводів для Arduino Nano та покращить надійність вимірювальної системи.

Барометричний датчик повинен бути сумісним з Arduino Nano.

В якості барометричного датчика обираємо датчик фірми Bosch Sensortec інтегрований BME280.

Модуль на мікросхемі BME280 складається з атмосферного датчику тиску, термометру та датчику вологості повітря. [5]

В якості дачика вібрацій застосуємо акселерометр.

Акселерометри застосовуються для вимірювання статичного гравітаційного прискорення, яке дозволяє визначити кут відхилення вимірюваного об'єкта від вертикалі, а також для вимірювань динамічного прискорення, викликаного поштовхами, рухом, ударами або вібраціями,

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тобто коливаннями з малою амплітудою та низькою частотою, яка досягає декількох десятків Герц.

Принцип дії акселерометрів – не надто складний. Він вимірює силу прискорення в одиницях g і може вимірювати в одній, двох або трьох площинах. Зараз найчастіше використовуються 3-осьові акселерометри, конструкція яких складається з системи трьох акселерометрів, і кожен з них вимірює прискорення в іншому напрямку – у площинах X, Y і Z.[6]

Потрібно також застосувати акселерометр сумісний з Arduino Nano. Пропонується застосувати модуль GY-521 на базі MPU-6050.

Для обрахунку та виводу реального часу використовується годинник реального часу.

Годинник реального часу або RTC - англійська аббревіатура від Real Time Clock (Годинник Реального Часу) – мікросхеми даного типу спочатку використовувалися в комп'ютерах, але поступово перейшли і в інші пристрої систем, що використовують у роботі з реальним часом.

Мікросхеми призначені для зберігання інформації про поточний час незалежно від роботи решти системи (тобто навіть при вимкненому живленні).

Типова мікросхема забезпечує рахунок часу: годинник (формат 24/12 годин), хвилини, секунди, день тижня, місяць, рік (автоматична корекція високосних років), століття.

У разі відсутності основного живлення мікросхема автоматично переходить на живлення від резервної батареї, при цьому не порушується рахунок часу, і не змінюється вміст внутрішнього ОЗУ.

Для вибору ГРЧ потрібно виконати такі вимоги:

Вивід інформація з ГРЧ в вигляді календаря: дата, день, місяць, рік. В вигляді часу в: годинах, хвилинах, секундах. А також потрібно виконати сумісність з Arduino Nano.

В якості ГРЧ обираємо DS3231. Даний модуль задовольняє всі висунуті вимоги.

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3. Обґрунтування пристроїв для відображення показників

Для виводу та пересилки по смс часу та дати, температури, вологості, тиску, вібрацій землі потрібно застосувати пристрої для виводу інформації.

Пропонується вивід інформації на дисплей та пересилка поточних даних через певний проміжок часу користувачам через gsm-модуль по смс.

Gsm-модуль має напругу живлення вище 5В, тому потрібно буде застосувати підвищувач напруги.

В якості дисплея потрібно застосувати знакосинтезуючий дисплей, так як потрібно відображати дату та час, метео показники та показники вібрації землі.

На дисплей потрібно виводити багато показників, тому використовуємо великий дисплей: 20 символів та 4 рядки.

Підключення дисплея можливо послідовно та паралельно. Для економії виводів Arduino Nano оберемо паралельно підключення по інтерфесу I2C.[7]

Для сигналізації критичних показників та попередження стихійних лих використаємо червоний світлодіод. Пропонується використати звичаний LED світлодіод.

3.4. Обґрунтування блока живлення

Блок живлення – це вторинне джерело живлення, що призначене для забезпечення живлення приладу електричною енергією. В свою чергу воно повинно відповідати вимогам параметрів: напруги, струму, шляхом перетворення енергії від інших джерел живлення.

Блок живлення перетворює змінну напругу величиною 220 В і частотою 50 Гц в задану постійну напругу.

Так, як пристрій буде використовуватись стаціонарно, то пропонується використати живлення через мережу. Тому в якості блока живлення

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

застосуємо спеціальний блок враховуючи напруги живлення всіх складових вимірювальної системи та сумісність з Arduino Nano.

3.5. Розробка структурної схеми

Технічним завданням даної кваліфікаційної роботи бакалавра є розробка комп'ютеризована система вимірювання та збору метеоданих у віддаленому районі.

Система повинен забезпечити рішення наступних завдань:

- Платформа Arduino nano – приймає сигнали з датчиків, обраховує показники та подає повідомлення і керуючі сигнали на виконавчі механізми;
- Барометричний датчик вимірює температуру, тиск та вологість;
- Датчик вібрацій вимірює вібрації землі;
- Годинник реального часу веде відлік дати та часу;
- Дисплей виводить повідомлення при налаштуванні, при роботі, при критичних даних та повідомлення початку-кінця роботи;
- Gsm-модуль пересилає смс повідомлення з показниками та критичними даними на телефон користувачів;
- Підвишувач напруги для живлення Gsm-модуля;
- Сенсорна кнопка для переключення режимів роботи системи;
- Світлодіод червоний для сповіщення про критичні показники системи;
- Блок живлення для живлення системи від мережі.

Згідно обґрунтованих складових побудуємо структурну схему вимірювальної системи рис.3.2.

Складові в схемі наступні:

- мікроконтролер;
- барометричний датчик;
- годинник реального часу;
- дисплей;

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- датчик вібрацій;
- кнопка;
- червоний світлодіод;
- gsm-модуль;
- підвищувач напруги
- блок живлення.



Рис. 3.2 – Структурна схема вимірювальної системи

4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ

4.1. Вибір типу мікроконтролеру

Arduino Nano – це невелика, повнофункціональна налагоджувальна плата, адаптована для роботи з макетними платами, побудована на базі мікроконтролера ATmega328 (Arduino Nano 3.x) або Atmega168 (Arduino Nano 2.x). Вона має ту ж функціональність, що й Arduino Duemilanove, але має менші розміри. Вона відрізняється лише відсутністю роз'єму живлення та роботою через mini-USB. Arduino Nano розроблена та виробляється компанією Gravitech(рис.4.1).

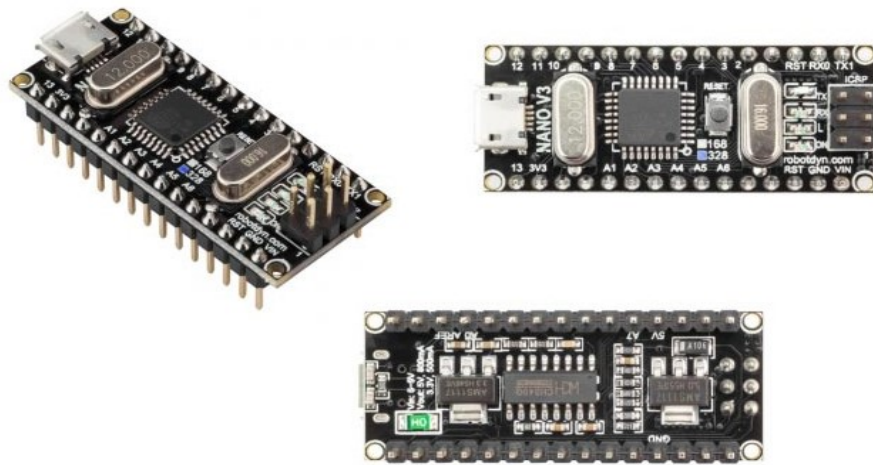


Рис. 4.1 – Корпус Arduino Nano

Технічні характеристики Arduino Nano:

- Мікроконтролер: ATmega328;
- Розрядність: 8 bit;
- Напруга живлення: 5В;
- Вхідна напруга: 7-12В;
- Вхідна напруга (гранична): 6-20В;
- Цифрові виводи I/O: 14 ліній (6 їх – ШИМ);
- Аналогові входи: 8 (АЦП);
- Максимальний струм на виведенні I/O: 40 мА (для кожного виводу);
- Максимальний струм на виведенні 3,3V: 50 мА;

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

– Flash-пам'ять: 32 Кб (з них 2 Кб використовуються під завантажувач);

– SRAM-пам'ять: 2 Кб;

– EEPROM-пам'ять: 1 Кб;

– Тактова частота: 16 МГц;

– Довжина: 45 мм;

– Ширина: 18 мм;

– Вага: 5 г.

Для підключення до комп'ютера знадобиться кабель USB – miniUSB, який передбачений у комплекті.

Отже, виходячи з технічних характеристик оберемо Arduino Nano v.3 (мікроконтролер – ATmega328) .[8]

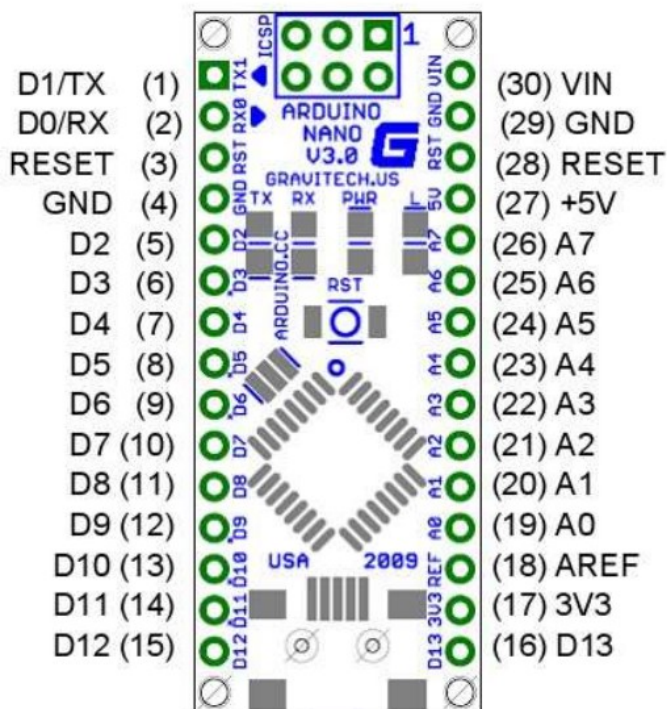


Рисунок 4.2 – Розпіновка виводів Arduino Nano

Arduino Nano може живитися через mini-B USB з'єднання, від зовнішнього нестабілізованого джерела живлення 6-20 (виведення 30) або від стабілізованого джерела напруги 5В (висновок 27). Джерело живлення з найбільшою напругою вибирається автоматично.

АТmega168 має 16 кілобайтів флеш-пам'яті для зберігання коду програми (з яких 2 кілобайти використовується завантажувачем); АТmega328 має 32 кілобайти (з яких 2 кілобайти також використовується завантажувачем). АТmega168 має 1 кілобайт SRAM та 512 байт EEPROM (яка може бути зчитана та записана за допомогою бібліотеки EEPROM); АТmega168 має 2 кілобайти SRAM та 1 кілобайт EEPROM.[9]

4.2.Вибір датчиків

Модуль датчика BME280 (температура, вологість, тиск) - нове покоління датчиків тиску, що дозволяють вимірювати не тільки значення атмосферного тиску, а й температуру і вологість. Датчик характеризується високою точністю вимірювання, високою швидкістю інтерфейсу та надмалим споживанням. Для підключення використовується I2C.

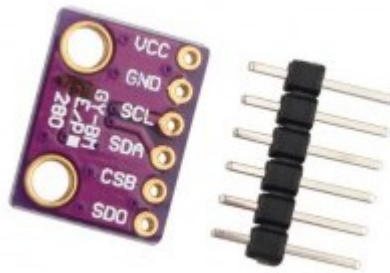


Рис. 4.3 – Датчик BME280

Технічні характеристики:

- Інтерфейси підключення: I2C;
- Максимальна швидкість інтерфейсу: I2C до 3.4МГц;
- Межі вимірювання температури: від -40 до 85 градусів;
- Точність вимірювання температури: від 0.5 до 1 градуса;
- Межі вимірювання вологості: від 0 до 100%;
- Точність вимірювання вологості: 3%;
- Межі вимірювання тиску: від 300 до 1100 гПа;
- Точність вимірювання тиску: 1гПа;

- Напруга живлення: від 1.8 до 5 В;
- Струм у режимі вимірювання тиску: 714 мкА;
- Струм у режимі вимірювання вологості: 340 мкА;
- Потребування струму в режимі вимірювання температури: 350 мкА;
- Струм у режимі сну: від 0.1 мкА до 0.5 мкА;
- Розміри модуля: 15 x 12 x 3 мм. [10]

Для підключення по інтерфейсу I2C використовуємо 2 виведення Arduino. Для підключення по протоколу SPI використовуємо 4 виведення Arduino. Схема підключення датчика BME280 через модуль I2C до Arduino представлена на рис.4.4. [11]

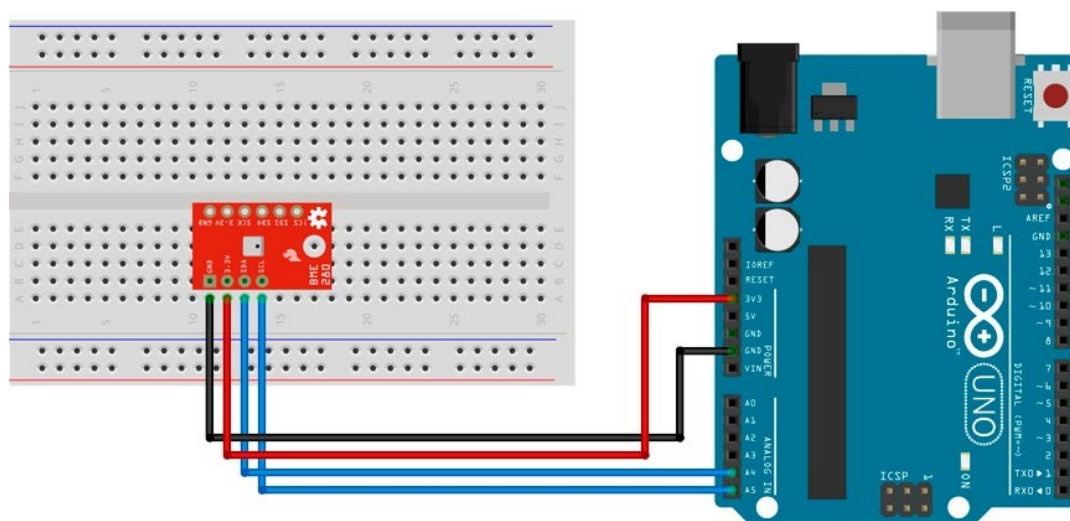


Рисунок 4.4 – Схема підключення датчика BME280 по I2C

В якості датчика вібрацій застосуємо акселерометр GY-521 MPU-6050 рис.4.5.



Рис.4.5 – Акселерометр GY-521

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Модуль GY-521 призначений для визначення розташування та переміщення об'єкта в просторі за допомогою 3-осьового гіроскопа та 3-осьового акселерометра. Також на борту модуля присутній датчик температури. Цей модуль можна використовувати для проектування квадрокоптерів, стабілізатора для камери або інших проектів, виконаних на платформі Arduino.

Гіроскоп модуля вимірює кутове прискорення тіла по 3 осях (X, Y, Z), а акселерометр обчислює прискорення тіла вздовж одного напрямку. Для визначення прискорення акселерометр використовує п'єзоелектричний ефект. У стані спокою модуль постійно проводить калібрування датчика. Також датчик може визначати і реєструвати динамічні параметри при русі.

Плата модуля спроектована на базі мікросхеми MPU-6050 американською компанією InvenSense, яка складається з цифрового процесора для обробки сигналів руху DMP (Digital Motion Processor). За допомогою процесора модуль може сам робити розрахунки та обробляти інформацію від інших зовнішніх датчиків. Дані мікросхеми містяться у кільцевому буфері FIFO. Розмір сховища буфера FIFO 1024 байт.

Підключається модуль до Arduino або інших мікропроцесорних пристроїв за допомогою I2C інтерфейсу. Підключається I2C через висновки SCL (тактові імпульси) і SDA (дані датчика). Для забезпечення живлення плати використовуються контакти VCC і GND.

Напруга може подаватися від зовнішнього джерела живлення або плати Arduino. Крім того, модуль GY-521 включає понижувальний лінійний стабілізатор для живлення від 5В. Розміщений світлодіод на платі, спалахує червоним кольором при подачі напруги на неї.

Для роботи з модулем серед Arduino IDE використовується бібліотека WIRE. Також є бібліотека I2Cdevlib для доступу до MPU-6050.

Схема підключення модуля акселерометра GY-521 до Arduino Uno представлена на рис.4.6.

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

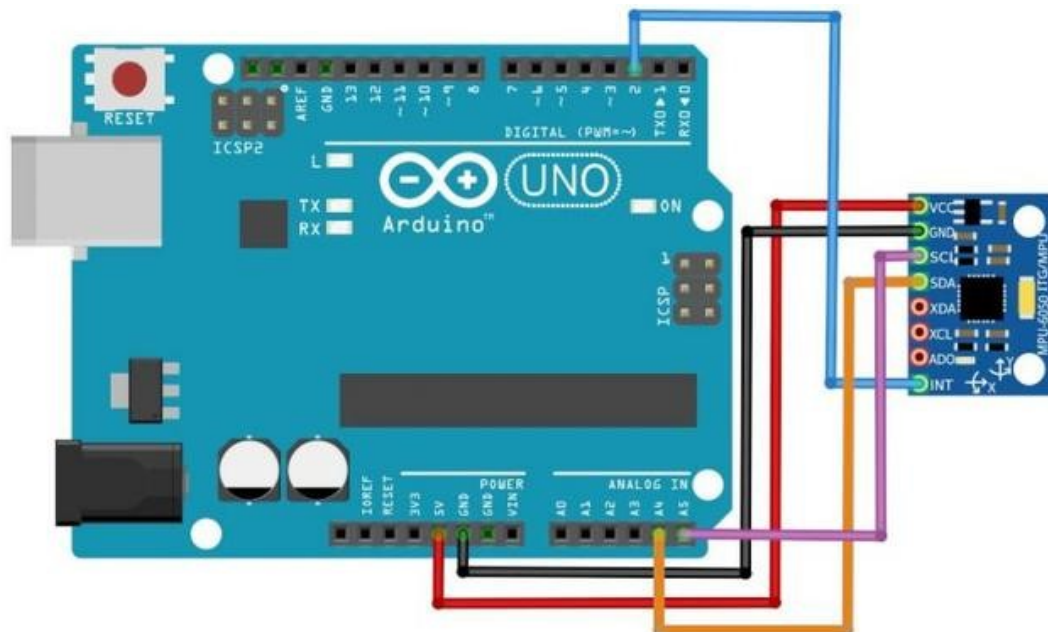
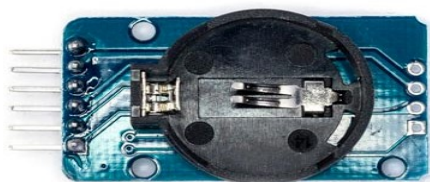


Рис.4.6 – Схема підключення GY-521 до Arduino Uno

Технічні характеристики:

- Напруги живлення: 3 ... 5 В;
- Максимальний струм, що споживається: 4мА;
- Мікросхема: MPU-6050;
- АЦП, біт 16;
- Внутрішній генератор: МГц 8;
- Діапазон прискорення: $g \pm 2, \pm 4, \pm 8, \pm 16$;
- Діапазон вимірювання гіроскопа: $^{\circ}/с$ 250, 500, 1000, 2000;
- Інтерфейс передачі даних: I2C;
- Розміри плати: мм 20 x 16.[12]

Для виводу часу та дати використовуємо годинник реального часу, а саме мікросхему DS3231 (рис.4.7).



а)



б)

Рисунок 4.7 – Годинник реального часу

Модуль DS3231 є платою з точним годинником реального часу. Цей модуль є покращеною версією годинника реального часу (DS1302). Модуль можна використовувати для автоматизації освітлення вулиць, поливу рослин чи інших проектах.

Модуль DS3231 спроектований на основі мікросхеми DS3231N, мікросхеми пам'яті AT24C32N та інших допоміжних компонентів. Мікросхема DS3231N складається з: кварцового резонатора, датчика температури та схеми термокомпенсації. У даному модулі час не змінюється від температури, оскільки мікросхема має схему термокомпенсації. Мікросхема DS3231N здійснює звіт секунд, хвилин, годин, днів, тижнів, місяців і років. Також робить виправлення на високосний рік. Модуль підтримує 12 та 24 годинний формат часу. Крім цього у модулі є два будильники. Мікросхема пам'яті AT24C32N має 16 висновків та виконана у корпусі «SOIC8». При необхідності можна змінити адресу мікросхеми AT24C32N за допомогою контактів A0, A1 та A2. Зміна адреси дозволить збільшити кількість підключених мікросхем AT24C32N.

Технічні характеристики:

- Мікросхема DS3231N;
- Мікросхема пам'яті AT24C32N;
- Напруга живлення, 3 ... 5,5;
- Інтерфейс I2C;
- Робоча температура, °C -40...+85;
- Розміри модуля, мм 38 x 22 x 14;
- Вага, г 8. [13]

На платі DS3231 є місце для батареї, яка у разі відключення живлення від плати підтримуватиме модуль увімкненому стані. Як батарейку можна використовувати CR2032 або літієвий акумулятор LIR2032-3.

Схема підключення DS3231 до Arduino Uno Arduino Uno представлена на рис.4.8.

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

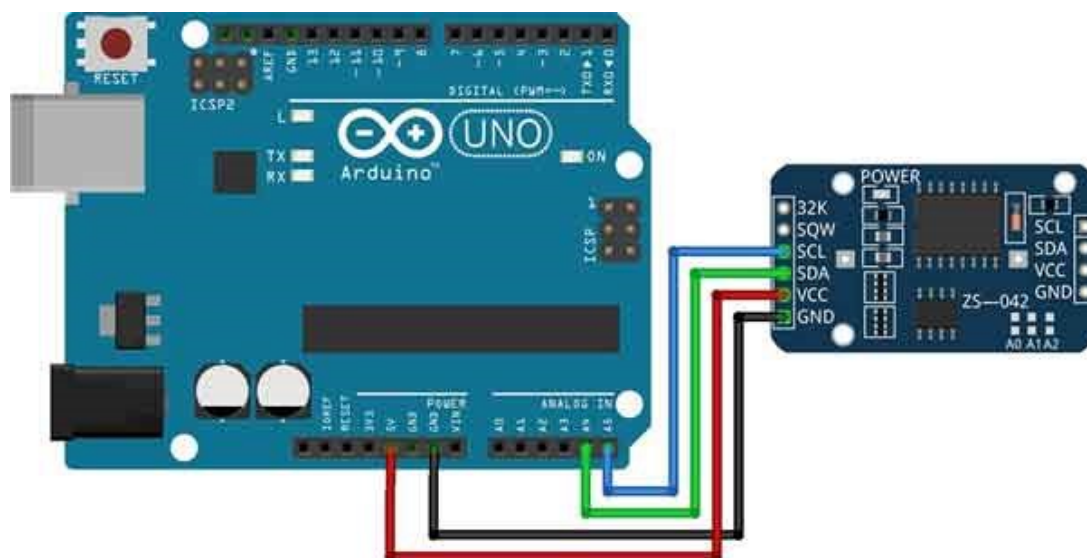


Рис.4.8 – Схема підключення DS3231 до Arduino Uno

Подавати живлення модулю можна від зовнішнього джерела живлення напругою 5, платформи Arduino або іншого мікроконтролерного пристрою. Про наявність живлення сигналізує світлодіод, підключений до шин живлення.[13]

4.3.Вибір пристроїв для відображення показників

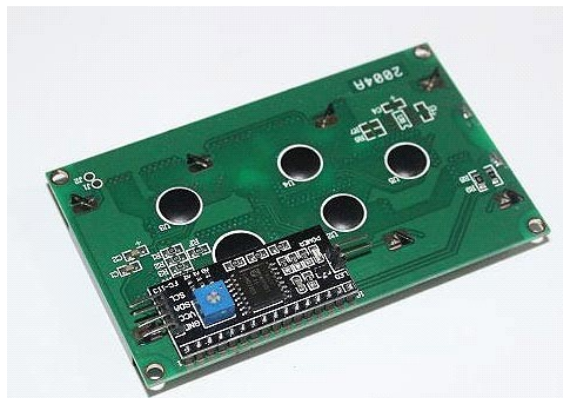
Для виводи показників по місцю викростаємо на дисплей. Був обрраний дисплей в 20 символів на 4 рядки. Для економії виводів підключення до Arduino Nano викростаємо послідовне підключення через інтрефейс I2C (рис.4.9).

LCD екран 20 символів 4 рядки з управлінням по шині I2C (TWI, IIC), що дуже зручно при нестачі вільних висновків на Arduino, достатньо підключити всього два дроти і можна повністю керувати дисплеєм.

Перед початком роботи необхідно настроїти контрастність дисплея. В іншому випадку символи, що виводяться, не буде видно.



а



б

Рисунок 4.9 – LCD дисплей 20x4 шина I2C синій:

а) зовнішні сторона, б) зворотна сторона

Технічні характеристики:

- I2C адреса 0x27 або 0x3f (залежно від версії I2C адаптера);
- чіп конвертера I2C: PCF8574A;
- кількість символів у рядку: 20;
- кількість рядків: 4;
- підтримка кирилиці: відсутня;
- колір фону – синій, колір символів – білий;
- контраст налаштовується підстроювальним резистором зі зворотного боку плати;
- живлення: 5В;
- розміри крапки: 0.55 x 0.55 мм;
- крок точки: 0.60 x 0.60 мм;
- розмір символу: 2.96 x 4.75 мм;
- крок символів: 3.55 x 5.35 м;
- розміри: 98 x 60 x 20 мм. [14]

Для сигналізування критичних метео даних по місцю використовуємо червоний світло діод рис.4.10.



Рис. 4.10 – Led світлодіод

Ультраряскравий світлодіод червоного кольору світіння з прозачною лінзою. Діаметр 5мм.

Характеристики:

- колір світіння: червоний;
- діаметр: 5 мм;
- колір лінзи: прозора;
- пряма напруга: 1.8 - 2.2 В;
- струм: 20 мА. [15]

Для оповіщення системи користувачам пропонується використати Gsm-модуль AT-501 рис.4.11.



Рис.4.11 – Gsm-модуль AT-501

Компактна Мобільна GSM сигналізація (модуль) AT-501 – має вбудований GSM модуль, який підтримує зв'язок з потужністю 2Вт (GSM 900) та 1Вт (GSM 1800/1900). У разі якщо під час охорони об'єкта

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відбувається порушення охоронних зон, на запрограмовані в пам'ять приладу мобільні номери, буде здійснюватися почерговий додзвон. Перший занесений на згадку про пристрій мобільний телефон, за замовчуванням, вважається номером адміністратора, з якого можна змінювати налаштування модуля, отримувати СМС про стан системи, балансу, включати сирену сигналізації. Поставити або зняти сигналізацію з охорони можна двома способами: з мобільного телефону або за допомогою вимикача підключеного до клеми "ARM" пристрою.

Характеристики:

- Виробник: "ASTREL", Україна;
- Мобільна сигналізація GSM (модуль) від Astrel - AT-501;
- Призначення: Мобільна сигналізація GSM.;
- Форм фактор: друкована плата (без корпусу);
- Дротові зони: 4;
- Середовище монтажу: внутрішній;
- Зв'язок: GSM900 (2W) 1800/1900 (1W);
- Живлення: +10 + 14В. [16]

Як бачимо, що Gsm-модуль AT-501 має напругу живлення 10-15В, тому потрібно застосувати стабілізатор/перетворювач напруги, який буде напругу з 5В до 10-15В. В якості такого стабілізатора застосуємо стабілізатор XL6019 DC-DC 3-40В - 5-45В 5А рис.4.12.



Рис. 4.12 – стабілізатор XL6019 DC-DC 3-40В - 5-45В 5А

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Технічні характеристики:

- Розмір: 50x28 мм;
- Вхідна напруга: 3-40В (для тривалої роботи – 3-35В);
- Вихідна напруга: 5-45В (для тривалої роботи – 5-40В);
- Вихідна сила струму: 0-5А (для тривалої роботи 0-3А).[17]

4.4. Вибір кнопки

Для активації вимірювальної системи застосуємо кнопку. Пропонується застосувати сенсорну кнопку сумісну з Arduino Nano (рис.4.13).

Крихітні (24x24мм) модуль цифрового сенсорного датчика призначений для активації пристроїв за допомогою торкання. За допомогою цього модуля можна замінити звичайні тактові кнопки. Також модуль можна використовувати для управління світильниками, лампами, контролю рівня води в будь-якій ємності (пластикові бочки або акваріум) тощо. Сенсорний датчик може реагувати як на простий дотик, так і на дотик через скло або пластик (товщиною до 3 мм).

Плата датчика спроектована з урахуванням мікросхеми TTP223. Мікросхема TTP223 має 6 висновків та виконана у корпусі «SOT23-6». Спрацьовує модуль за зміни його ємності. При натисканні на майданчик сенсорної кнопки змінюється струм витoku. Після чого мікросхема визначає його та сигналізує про натискання на кнопку. Якщо сенсор не використовувався протягом 12 секунд, модуль переходить в режим «енергозбереження». Відстань спрацьовування датчика становить 3 мм.

Модуль можна підключити до платформи Arduino або інших мікроконтролерів. Плата модуля має 3 виводи:

- GND: "земля";
- I/O: цифровий сигнал;
- VCC: напруга живлення.

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 4.13 – Сенсорна кнопка ТТР223: зовнішні сторона та зворотна сторона

Подається живлення від зовнішнього джерела живлення, плати Arduino або іншого мікроконтролерного пристрою.

Технічні характеристики:

- Мікросхема: ТТР223;
- Напруга живлення: 2.0 – 5.5 В;
- Час відгуку в активному режимі: 60 мс;
- Максимальна відстань спрацьовування датчика: 3 мм;
- Час відгуку в режимі зниженого споживання енергії: 220 мс;
- Розміри модуля: 14 x 11 x 2 мм;
- Вага: 1 г.[18]

4.5.Вибір блока живлення

Виходячи з усіх підібраних елементів, створимо таблицю живлення:

Таблиця 4.1 – Живлення елементів схеми

Назва компоненту	Живлення
Arduino Nano	5В, 60мА
BME280	1,8-3,6 В
DS3231	2,7-5,3 В
LCD 2004	5В

Червоний світлодіода	5В
Акселерометр GY-521	3-5В
Gsm-модуль AT-501	10-14В
Стабілізатор напруги XL6019	3-40В
Кнопка ТТР223	2-5В

В якості блока живлення використаємо Sunny 5В 2.4А, він зображений на рисунку 4.14.



Рис. 4.14 – Блок живлення Sunny 5В 2.4А

Блок живлення Sunny 5В 2.4А. Вхідна напруга 90 - 264В змінного струму 50/60Гц, вихідна 5В постійного струму, 2000мА. Потужність 12Вт.

Характеристики:

1. Виробництво SUNNY Comp. Tech.;
2. Вх. напруга 90 - 264 В;
3. Частота 47 – 63 Hz;
4. Вих. напруга 5 В;
5. Потужність 12 Вт;
6. Вих. сила струму 2.4 А;
7. Вихідний роз'єм 2.1 x 5.5 мм;
8. Полярність вих. роз'єму “+” у центрі;
9. Експлуатаційна температура 0 - 40 °С;

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

10. Захист КЗ, перевантаження, перенапруга;
11. Енергоефективність > 73.4 %;
12. Сертифікати CB, TUV/GS, CE, FCC, UL, CUL;
13. Ресурс, год 50 000 год;
14. Розміри 64 x 30 x 45.6 мм;
15. Вага, г 90 г. [19]

4.6. Принципова електрична схема

Принципова електрична схема представлено на рис.4.12.

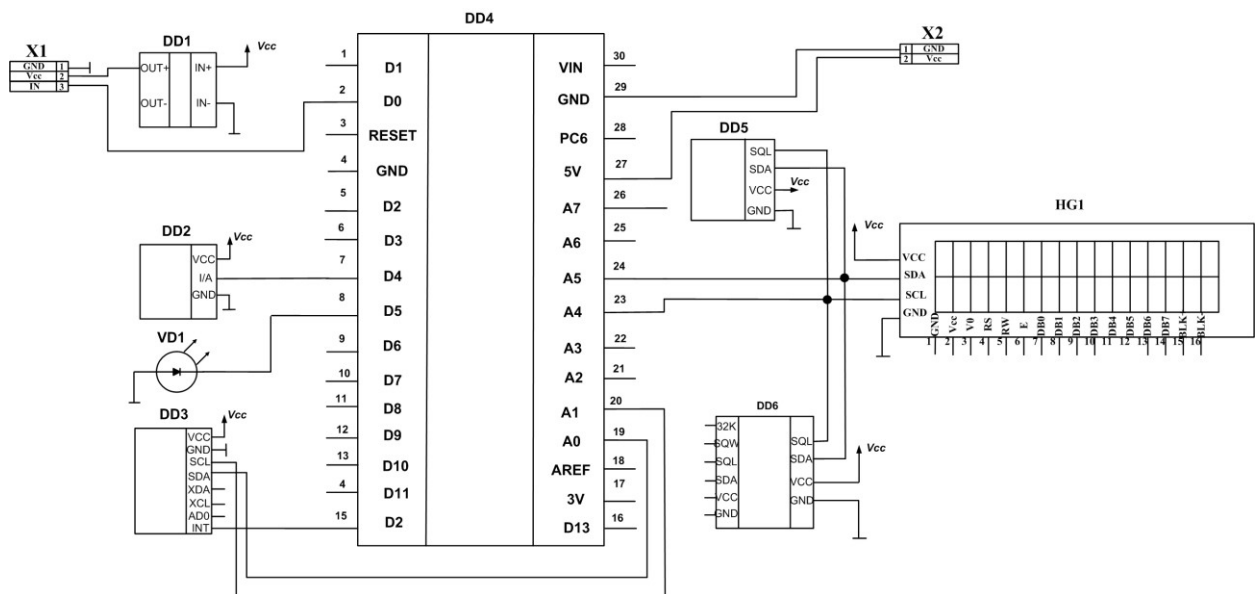


Рис. 4.15 – Принципова електрична схема системи

Вона має наступні складові:

- DD1 – підвищувач напруги XL6019;
- DD2 – Сенсорна кнопка TTP223;
- DD3 – Акселерометр GY-521
- DD4 – Arduino Nano;
- DD5 – датчик вологості, тиску, температури BME280;
- DD6 – ГРЧ DS3231;
- HG1 – ЖК-дисплей LCD-2004B з I2C;

- VD – LED червоний світлодіод;
- X1 – роз'єм для підключення Gsm-модуль AT-501;
- X2 – роз'єм для блоку живлення Sunny 5B 2.4A.

4.7. Розрахунок похибок вимірювання температури

Проведено десять повторних вимірювань вологості повітря барометричним датчиком ВМЕ280, вимірювання температур згідно технічним характеристикам в діапазоні -40 до +85 °С.

Отримали наступну вибірку $T = (20,05; 20,93; 20,95; 20,06; 20,07; 20,06; 20,06; 20,95; 20,96; 20,96)$ °С

За відомими формулами шукаємо:

1) середнє арифметичне T за (4.1):

$$\bar{T} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} T_i \cong 20,505$$

2) похибки повторних вимірювань ΔT_i та ΔT_i^2 .

$$\Delta T = |\bar{T} - T_i| \text{ та } \Delta T_i^2 = (\bar{T} - T_i)^2, \quad \text{де } i = 1, 2 \dots 10;$$

Результати вимірювань та обчислень заносимо у табл. 5.1.

Таблиця 4.2.

№ з. п.	$T, ^\circ\text{C}$	$\Delta T_i, ^\circ\text{C}$	$\Delta T_i^2, ^\circ\text{C}^2$
1	20,05	0,455	0,207025
2	20,93	0,425	0,180625
3	20,95	0,445	0,198025
4	20,06	0,435	0,189225
5	20,07	0,445	0,198025
6	20,06	0,445	0,198025
7	20,06	0,445	0,198025
8	20,95	0,455	0,207025
9	20,96	0,455	0,207025
10	20,96	0,445	0,198025
сер	20,505	0,455	0,207025

3) випадкову похибку вимірювання за (4.1): З табл. 4.2 знайдемо коефіцієнт Стюдента для 10 вимірювань і довірчої ймовірності 0,95 $t_{0,95}=2,26$; розрахуємо за (4.2) виправлене вибіркве середнє квадратичне відхилення:

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{1}{10 \times 9} \sum_{i=1}^{10} (\bar{T} - T_i)^2} \approx 0,148 \text{ } ^\circ\text{C}$$

та знайдемо випадкову похибку:

$$\Delta_B T = 2,26 * 0,148 = 0,335 \text{ } ^\circ\text{C}$$

(Результати вимірювань та обчислень заносимо у табл. 4.2.)

4) похибку приладу за (4.3):

$$\Delta_{\text{пр}} T = \frac{1}{300} t_p k T_{\text{гр}}$$

Для надійної ймовірності $P = 0,95$ з табл. 4.3 знайдемо $t_{0,95}=2,0$.

Враховуючи, що за умовою $T_{\text{гр}} = +85 \text{ } ^\circ\text{C}$, а клас точності $k = 1$, отримаємо:

$$\Delta_{\text{пр}} T = \frac{1}{300} 2,0 * 80 * 1 \approx 0,53 \text{ } ^\circ\text{C};$$

5) похибку заокруглення за (4.4):

$$\Delta T_3 = P \frac{h}{2}.$$

Для цього знайдемо інтервал заокруглення h як половину останнього розряду вимірюваної величини — 0,05. Отже:

$$\Delta T_3 = 0,95 * \frac{0,05}{2} \approx 0,02 \text{ } ^\circ\text{C};$$

6) загальну абсолютну похибку (4.5):

$$\Delta T = \sqrt{(\Delta_B T)^2 + (\Delta_{\text{п}} T)^2 + (\Delta_3 T)^2} = \sqrt{0,335^2 + 0,53^2 + 0,02^2} \approx 0,63 \text{ } ^\circ\text{C}$$

(За правилом «трьох сигм» похибками приладу та заокруглення нехтуємо.)

7) відносну похибку за (4.6)

$$\delta T = \frac{\Delta T}{\bar{T}} \times 100\% = \frac{0,63}{20,505} \times 100\% \approx 12,29\%$$

Записуємо кінцевий результат:

$$T = (20,505 + 0,63) \text{ } ^\circ\text{C} \text{ при } \delta T = 12,29\%$$

Знайдемо абсолютну та відносну похибки, виходячи з поняття середнього арифметичного без використання теорії похибок. Середнє значення відоме:

$\bar{T} \cong 20,505 \text{ } ^\circ\text{C}$. Знайдемо середню арифметичну похибку $\Delta \bar{T}$ та відносну δT :

$$\Delta \bar{T} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} \Delta T_i \cong 0,455 \text{ } ^\circ\text{C}$$

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

$$\delta L = \frac{\Delta T}{\bar{T}} * 100\% \approx 2,22\%$$

Запишемо кінцевий результат:

$$T = \bar{T} \pm \Delta \bar{T} = 20,505 \pm 0,455 \text{ }^{\circ}\text{C при } \delta L = 2,22\%$$

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ТА АЛГОРИТМУ

5.1. Розробка алгоритму

Блок-схема алгоритму роботи програми представлена на рис. 5.1

Початок означає початок роботи системи, тобто вмикання системи.

Налаштування та підключення датчиків відповідає за ініціалізацію датчиків та інших складових системи.

Підключення бібліотек описує підключення потрібних бібліотек для роботи з дисплеєм, датчиками, кнопкою, годинником реального часу, gsm-модулем.

Дали в програмі описуються змінні, що використовуються для вимірювань значень.

Потім створюється масив даних, за якими будуються графіки.

Також в програмі описуються власні символи та цифри для графіків для виведення на дисплей.

Наступний крок визначення місця графіки на дисплеї, тут визначається позиція дати, часу, барометричних даних, даних сейсмічних та графіків на дисплеї.

Блоки з підпрограмами «програма світлодіода», «програма визначення вібрацій землі», «програма ГРЧ», «програма вимірювання температури, вологості, тиску», «програма роботи дисплею», «програма роботи кнопки» визначають та оброблюють дані відповідних складових елементів вимірювальної системи.

Зчитування даних з датчиків відповідає за зчитування сигналів зі всіх датчиків та передачу для подальшої обробки даних на Arduino.

Для кроку опитування датчиків задана перевірка часу 2 рази в секунду.

Потім оновлюються та перераховуються графіки по новим значенням з датчиків. Оновленні покази датчиків виводимо їх на дисплей. Та посилаємо на телефони користувачів через gsm-модуль.

Потім програма зациклюється знову на опитування датчиків.

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

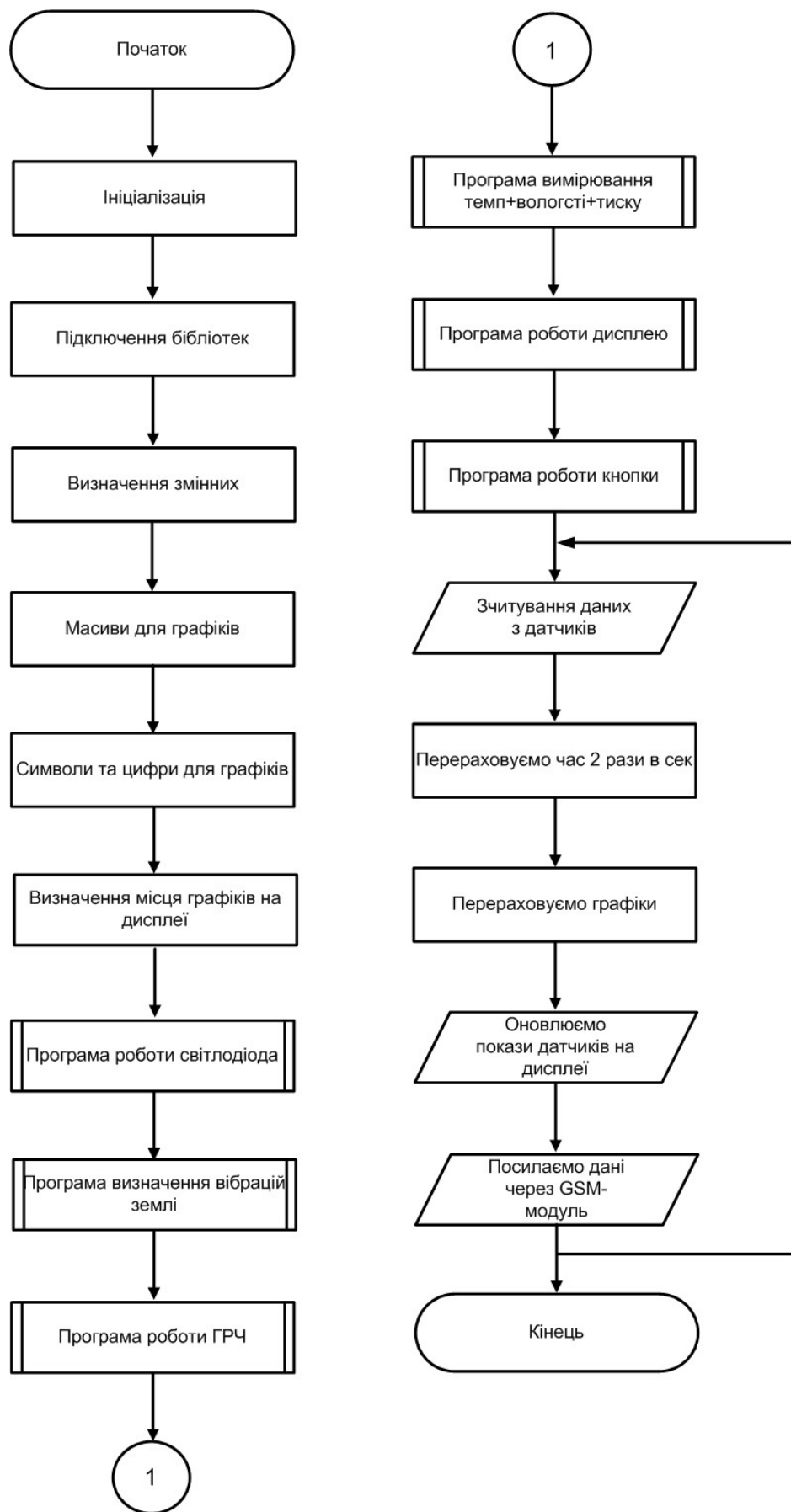


Рисунок 5.1 – Блок-схема алгоритму роботи системи

В випадку виключення системи настапає кінець роботи програми та система вимикається.

Оновленні показники датчиків виводимо їх на дисплей.

Та посилаємо на телефони користувачів через gsm-модуль.

Потім програма зациклюється знову на опитування датчиків.

В випадку виключення системи настапає кінець роботи програми та система вимикається.

5.2. Розробка програми

Для платформ Arduino спеціалістами компанії було створене середовище для програмування Arduino IDE. Мова програмування пристроїв Ардуїно заснована на C/C++ і скомпонована з бібліотекою AVR Libc і дозволяє використовувати будь-які її функції. Текст розробленої програми представлений в додатку А. Результат роботи програми представлений на рис. 5.2.

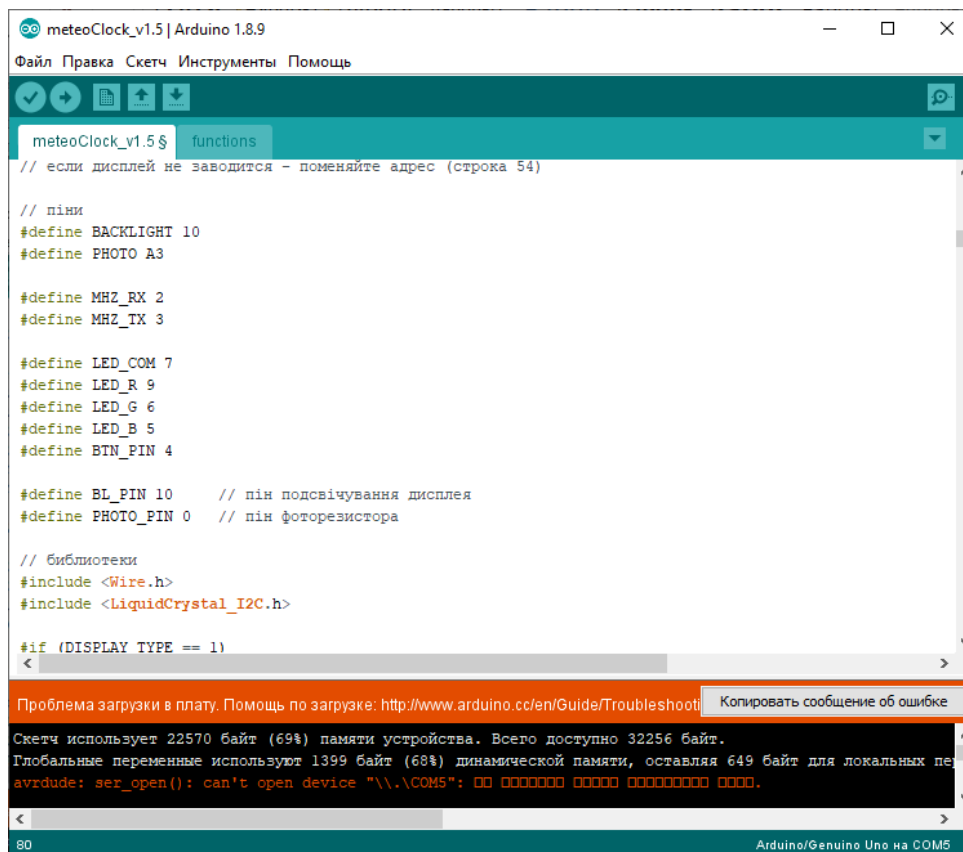


Рис. 5.2 – Результат компіляції скетча в Arduino IDE

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

6. КОНСТРУКТОРЬСКА ЧАСТИНА

6.1. Розробка друкованої плати

Друкована плата, панель або пластина, що складається з одного або пари струмопровідних малюнків. Вони розташовуються на поверхні діелектричної основи. У деяких випадках використовується система провідних малюнків, що знаходяться на поверхні та в обсязі діелектричної основи. Основне призначення друкованих плат – механічне кріплення квантової електроніки та електронної техніки, а також їхнє електричне з'єднання.

Конструкція розробленої вимірювальної системи одноплатна. Плата має велику кількість пересічних провідників, тому двостороння. Основний крок координатної сітки становить 2,5 мм. Центри усіх отворів розташовуються на друкованій платі у вузлах координатної сітки. Діаметр монтажних і перехідних отворів дорівнює 0,8 мм.

Габарити друкованої плати – 87 x 50 мм.

Розробка плати викнувалась в середовищі EasyEDA. Друкована плата з маскою та металізацією отворів з двох шарів представлені на рис. 6.1-6.2.

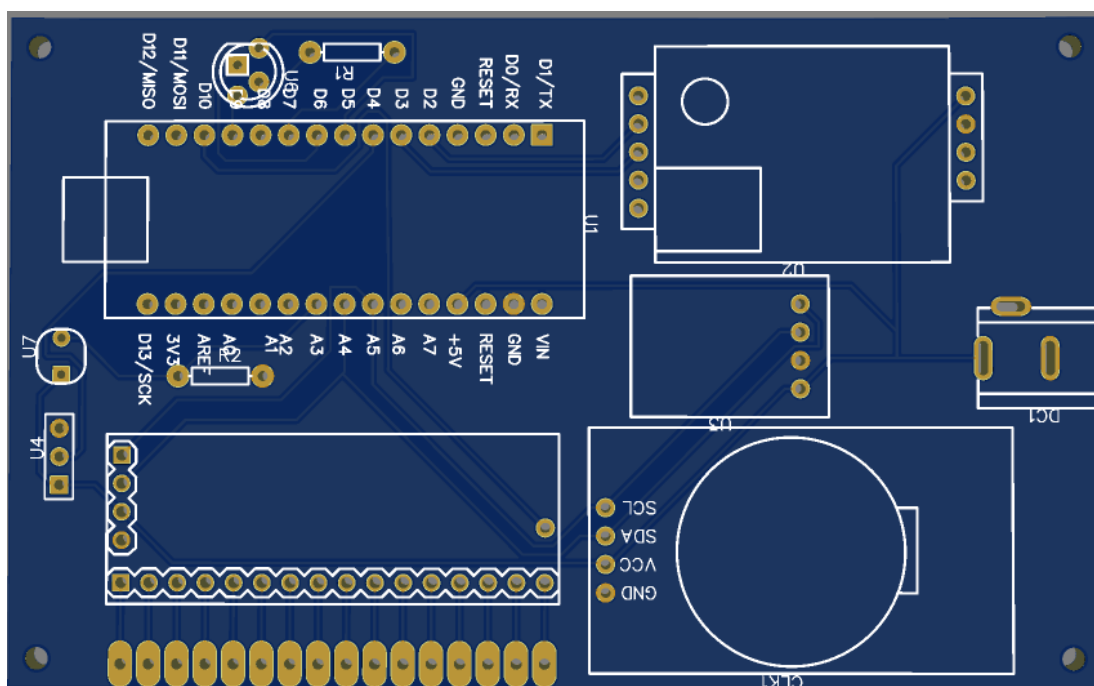


Рис. 6.1 – Перший шар друкованої плати

					МММТ 480.002.024 - ПЗ		Арк.
							45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

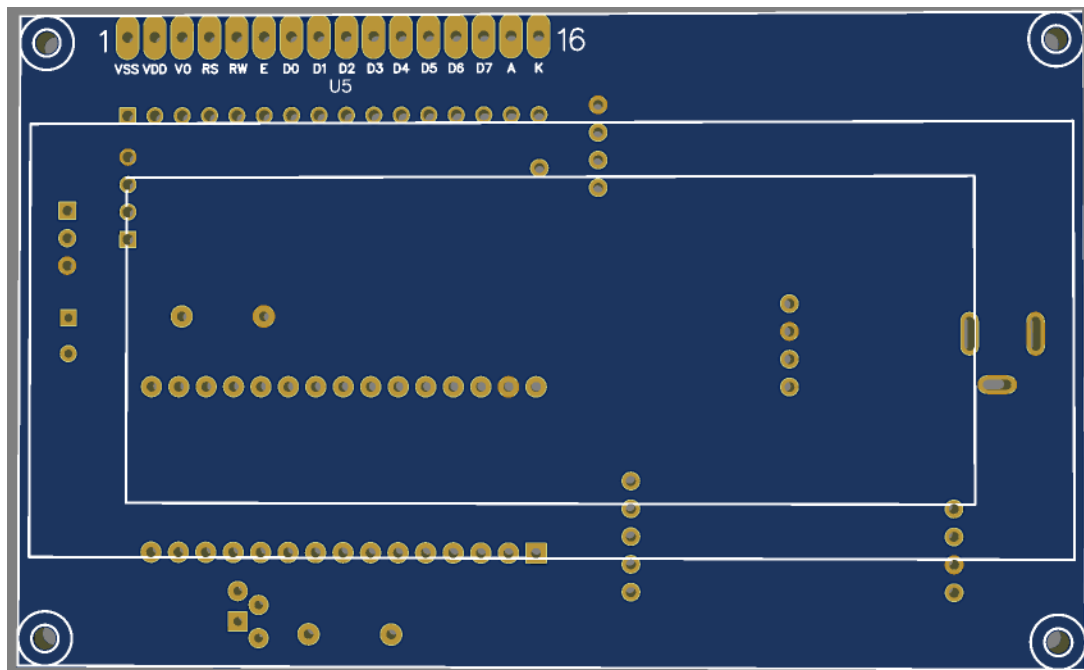


Рис. 6.2 – Другий шар друкованої плати

6.2. Розрахунок надійності системи

Основні поняття надійності. Надійність - це властивість технічних систем виконувати задані функції, зберігаючи в часі значення встановлених експлуатаційних показників у заданих межах, що відповідають заданим режимам і умовам використання, технічного обслуговування, зберігання і транспортування

Надійність включає в себе такі властивості ТС, як: безвідмовність, довговічність, збережуваність і ремонтпридатність

Безвідмовність – властивість ТС безупинно зберігати працездатність протягом деякого часу або деякого напрацювання

Довговічність – властивість ТС зберігати працездатність до настання граничного стану при встановленій системі технічного обслуговування і ремонтів.

Збережуваність – це властивість ТЗ безперервно зберігати справний та працездатний стан протягом і після зберігання та транспортування.

Збережуваність характеризується здатністю об'єкта протистояти негативному впливу умов зберігання та транспортування його на

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

безвідмовність та довговічність. Тривале зберігання та транспортування об'єктів можуть зменшити їх надійність при подальшій роботі в порівнянні з об'єктами, які не піддаються зберігання та транспортуванню шляхом проведення ремонту та технічного обслуговування.

Ремонтопридатність – властивість ТЗ, що полягає у її пристосованості до попередження та виявлення причин виникнення відмов, пошкоджень та усунення їх наслідків шляхом проведення ремонту та технічного обслуговування.

Розрахунок показників надійності проводився методом λ -характеристик, заснованому на інтенсивностях відмовлень комплектуючих виробів (КВ) і поправочних коефіцієнтах, що враховують реальні режими і умови експлуатації виробу.

Виріб призначений для роботи в умовах помірного клімату:

- робочий діапазон температури від -20 до 50°C, відносна вологість повітря до 80% при 20 °C;
- конструктивно виконано для роботи для вулиці під накриттям.

Склад виробу – комп'ютеризована система вимірювання та збору метеоданих у віддаленому районі.

Критерієм відмовлення виробу вважається відмовлення будь-якої його складової частини, що приводить до порушення працездатності виробу і неможливості використання його по призначенню.

Відновлення виробу проводиться шляхом заміни КВ, що відмовили справними з ЗОПа.

При розрахунку надійності виробу використовувалися характеристики, дані, при цьому були прийняті наступні допущення:

1. відмовлення КВ і ІС є подіями випадковими і незалежними;
2. відмовлення будь-якого КВ приводить до відмовлення виробу в цілому;
3. інтенсивність відмовлень КВ протягом терміну їхньої служби в тих самих робочих режимах і умовах є постійною;

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. закон розподілу в розрахунках безвідмовної роботи передбачається експоненціальним.

Розрахунок надійності спроектованого виробу проводиться в відповідності з електричною принциповою схемою виробу і з обліком заданих кліматичний категорії і виконання виробу.

Розрахунок параметра потоку відмовлень виробу проводиться по формулі:

$$\lambda = \sum_{i=1}^n N_i \lambda_i, \quad (6.1)$$

де n – загальне число групи КВ, що входять до складу спроектованого виробу;
 $N_i \lambda_i$ – кількість і інтенсивність відмовлень КВ i -ої групи відповідно.

Інтенсивність відмовлень КВ i -ої групи в робочому режимі визначалася по формулі

$$\lambda_i = \lambda_{oi} a_1 \dots a_n. \quad (6.2)$$

де λ_{oi} – інтенсивність відмовлень КВ в номінальному режимі і нормальних умовах; $a_1 \dots a_n$ – поправочні коефіцієнти, що враховують умови роботи (кліматичні і механічні впливи в залежності від призначення й умов майбутньої роботи), електричне навантаження КВ і температуру навколишнього середовища, ступінь інтеграції інтегральних мікросхем, а також співвідношення видів відмовлень.

Конкретні формули, по яких визначалися інтенсивність відмовлень кожної групи комплектуючих виробів, приведені в таблиці 6.2.

Величини значень визначилися по довідковим даним, приведеним у [20] з врахуванням вихідних даних для спроектованого виробу.

По формулі (6.1) визначаємо потік відмовлень виробу (сума величин в графі 10 таблиці 6.2):

$$\lambda = 68,945 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год.}$$

Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t визначалася по формулі:

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P(t) = e^{-\lambda t} \approx 1 - \lambda t \quad (6.3)$$

де λ – параметр потоку відмовлень; t – час роботи виробу (год)

Дані розрахунку $P(t)$ приведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t

250	500	750	1000	2000	5000	8000	10000
0,4940	0,4940	0,4940	0,4940	0,4940	0,4940	0,4940	0,4940

Середній наробіток до відмовлення виробу визначався по формулі:

$$T_0 = \lambda^{-1} \quad (6.4)$$

Підставляючи дані в формулу (6.4) одержимо

$$T = (70,529 \cdot 10^{-6})^{-1} = 14\,178,56 \text{ годин.}$$

Таблиця 6.2 – Перелік комплектуючих виробів

Поз.	Найменування	Кіл.	$\lambda_{i0} \cdot 10^6$ год ⁻¹	Формула розрахунку λ_i	Коефіцієнти				$\Sigma \lambda_i \cdot 10^6$ год ⁻¹
1	Мікросхеми				a_1	a_2	a_4	a_6	
	Arduino Nano 3.0	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
	XL6019	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
	AT-501	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
3	Датчики				a_1	a_2	a_4	a_6	
	GY-521	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
	BME280	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
	DS3231	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
4	Світлодіод				a_1	a_2	a_4	a_6	
	LED RED	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_5$	2,1	1	1,3	1	0,819
5	Дисплей				a_1	a_2	a_4	a_6	
	LCD 2004	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
6	Кнопка				a_1	a_2		a_4	
	TTP223	1	0,1	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,7		1	0,147
7	Пайки	51	0,0001	$\lambda_0 \cdot a_1$	2,1				0,011
8	Блок живлення 5В	1	30	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_4$	2,1			1	63
	Разом								70,529

На графіку, приведеному на рисунку 6.3 приведена залежність надійності $P(t)$.

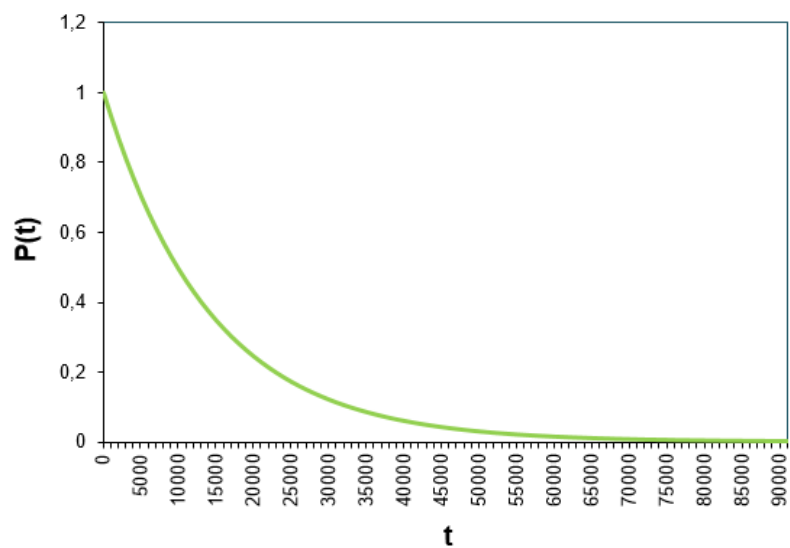


Рис. 6.3 – Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t

7.ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1. Охорона праці

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Згідно з вимогами Кодексу законів про працю на всіх підприємствах, в установах, організаціях створюються безпечні і нешкідливі умови праці. Забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці покладається на власника або уповноважений ним орган.

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці.

Власник або уповноважений ним орган повинен впроваджувати сучасні засоби техніки безпеки, що попереджають виробничий травматизм, і забезпечувати санітарно-гігієнічні умови, що запобігають виникненню професійних захворювань працівників.

Власник або уповноважений ним орган не має права вимагати від працівника виконання роботи, поєднаної з явною небезпекою для життя, а також в умовах, що не відповідають законодавству про охорону праці. Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або людей, які його оточують, і навколишнього середовища.

На власника або уповноважений ним орган покладається систематичне проведення інструктажу (навчання) працівників з питань охорони праці, протипожежної охорони.

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Працівники, зайняті на роботах з важкими і шкідливими умовами праці, безоплатно забезпечуються лікувально-профілактичним харчуванням, молоком або рівноцінними харчовими продуктами, газованою солоною водою, мають право на оплачувані перерви санітарно-оздоровчого призначення, скорочення тривалості робочого часу, додаткову оплачувану відпустку, пільгову пенсію, оплату праці в підвищеному розмірі та інші пільги і компенсації, що надаються в порядку, визначеному законодавством.

7.2. Розробка заходів з охорони праці

Залежно від специфіки виробництва, структури підприємства, виду діяльності та кількості працівників комплексні заходи з охорони праці можуть бути різними. Об'єднує їх те, що вони передусім спрямовані на захист працівників під час виконання ними трудових обов'язків.

Комплексні заходи з охорони праці – це заходи щодо досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, підвищення наявного рівня охорони праці, запобігання випадкам виробничого травматизму, професійного захворювання, аваріям і пожежам.

– У плані комплексних заходів мають бути передбачені, серед іншого, такі: приведення основних фондів у відповідність з вимогами нормативно-правових актів з охорони праці;

– усунення впливу на працівників небезпечних і шкідливих виробничих факторів, або приведення їх рівня на робочих місцях до вимог нормативно-правових актів з охорони праці;

– проведення атестації робочих місць;

– проведення навчання і перевірки знань з охорони праці;

– забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям або засобами індивідуального захисту відповідно до норм, передбачених законодавством, або до норм, визначених колективним договором;

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– забезпечення працівників, зайнятих на роботах із важкими та шкідливими умовами праці, лікувально-профілактичним харчуванням, молоком або рівноцінними харчовими продуктами, а також газованою солоною водою;

– проведення медичних оглядів працівників, зайнятих на важких роботах, роботах зі шкідливими чи небезпечними умовами праці або таких, де є потреба у професійному доборі, щорічного обов'язкового медичного огляду осіб віком до 21 року. [21]

7.3. Пожежна безпека приміщення

Проаналізуємо можливі причини виникнення пожежі і речовини, що можуть горіти. Можливими причинами виникнення пожежі можуть бути:

– Несправність в електроустаткуванні, наприклад, пробій ізоляції, несправності, що виникли внаслідок механічних ушкоджень;

– Порушення протипожежного режиму, наприклад, паління в недозволених місцях, користування побутовими електронагрівальними приладами.

Речовини, що можуть горіти:

- Меблі: столи, стільці, тумбочки, виготовлені з дерева;
- Папір: документація, папір для принтера, шпалери;
- Конструктивні елементи приміщення: покриття підлог (паркет), двері (дерево), віконні рами (дерево);
- Конструктивні елементи комп'ютера: корпуса принтерів, дисплеїв, клавіатур, кабельні лінії, монтажні плати і радіодеталі.

Тому що усі вище перераховані речовини є твердими спаленими речовинами і матеріалами, здатними при взаємодії з повітрям тільки горіти, то розглянуте приміщення можна віднести до пожежонебезпечної категорії "В". В приміщенні, що розглядається, маються первинні засоби пожежегасіння - вогнегасники ручні вуглекислотні ОУ-8 у кількості 3 штук.

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За ППБУ-96 норматив на кількість вогнегасників виконується.

Приміщення в будинку оснащені пожежними оповіщувачами димового типу дії ВТЛ-1. Вони встановлені в кожному приміщенні на стелі.

Аналіз шляхів евакуації з приміщення проведемо за допомогою порівняння нормативних значень і фактичних характеристик.

Проаналізувавши існуючі умови протипожежної безпеки і відповідність їхнім нормам, можна зробити висновок, що в даному приміщенні дотримані всі основні норми пожежобезпеки.

7.4. Навчання, інструктаж працівників з питань охорони праці

Усі працівники повинні проходити на підприємстві навчання у формі інструктажів з питань охорони праці, першої допомоги потерпілому, правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій.

Інструктаж з охорони праці – це усне пояснення положень відповідних нормативних документів, що закінчується вибірковою перевіркою шляхом опитування засвоєних знань і навиків в обсязі викладених питань. За характером і часом проведення інструктажі поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Вступний інструктаж проводиться:

- з усіма працівниками, які приймаються на постійну або тимчасову роботу, незалежно від їх освіти, стажу роботи та посади;
- з працівниками інших організацій, які прибули на підприємство і беруть безпосередню участь у виробничому процесі або виконують інші роботи для підприємства;
- з учнями та студентами, які прибули на підприємство для проходження трудового або професійного навчання;
- з екскурсантами у разі екскурсії на підприємство;
- Вступний інструктаж проводиться інженером (спеціалістом) з охорони праці, або іншим фахівцем, на якого покладено ці обов'язки і який в

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

установленому Типовим положенням порядку проходів навчання і перевірку знань з питань охорони праці.

Вступний інструктаж проводиться в кабінеті охорони праці або в приміщенні, що спеціально для цього обладнано, з використанням сучасних технічних засобів навчання, навчальних та наочних посібників за програмою, розробленою службою охорони праці з урахуванням особливостей виробництва.

Програма та тривалість інструктажу затверджується керівником підприємства. Запис про проведення вступного інструктажу робиться в журналі реєстрації вступного інструктажу, який зберігається в службі охорони праці або в працівника, що відповідає за проведення вступного інструктажу, а також у наказі про прийняття працівника на роботу.

Первинний інструктаж проводиться до початку роботи безпосередньо на робочому місці з працівником:

- новоприйнятим (постійно чи тимчасово);
- який переводиться з одного структурного підрозділу до іншого; - який буде виконувати нову для нього роботу;
- відрядженим працівником іншого підприємства, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві.

Первинний інструктаж проводиться також з учнями, курсантами, слухачами та студентами навчальних закладів:

- до початку трудового або професійного навчання;
- перед виконанням кожного навчального завдання, пов'язаного з використанням різних механізмів, інструментів, матеріалів тощо.

Первинний інструктаж проводиться індивідуально або з групою осіб одного фаху за діючими на підприємстві інструкціями з охорони праці відповідно до виконуваних робіт.

Повторний інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників, які виконують однотипні роботи, за обсягом і змістом переліку питань первинного інструктажу.

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Повторний інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці в терміни, визначені НПАОП, які діють в галузі, або роботодавцем, з урахуванням конкретних умов праці, але не рідше:

- на роботах з підвищеною небезпекою - 1 раз на 3 місяці;
- для решти робіт - 1 раз на 6 місяців.

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці:

- при введенні в дію нових або переглянутих НПАОП, а також при внесенні змін та доповнень до них;
- при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації устаткування, приладів та інструментів, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на стан охорони праці;
- при порушеннях працівниками вимог НПАОП, що можуть призвести або призвели до травм, аварій, пожеж тощо;
- при перерві в роботі виконавця робіт більш ніж на 30 календарних днів - для робіт з підвищеною небезпекою, а для решти робіт - понад 60 днів.

З учнями, студентами, курсантами та слухачами позаплановий інструктаж проводиться при порушеннях ними вимог НПАОП, що можуть призвести або призвели до травм, аварій, пожеж тощо. Позаплановий інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників одного фаху. Обсяг і зміст позапланового інструктажу визначаються в кожному окремому випадку залежно від причин і обставин, що спричинили потребу його проведення.

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками:

- при ліквідації аварії або стихійного лиха;
- при проведенні робіт, на які оформлюються наряд-допуск, наказ або розпорядження.

Цільовий інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників. Обсяг і зміст цільового інструктажу визначаються в залежності від виду робіт, що ними виконуватимуться.

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі проводить безпосередній керівник робіт (начальник виробництва, цеху, дільниці, майстер), завершуються вони перевіркою знань у вигляді усного опитування або за допомогою технічних засобів, а також перевіркою набутих навичок безпечних методів праці. Знання перевіряє особа, яка проводила інструктаж.

У випадку незадовільних результатів перевірки знань, умінь і навичок щодо безпечного виконання робіт після первинного, повторного чи позапланового інструктажів для працівника протягом 10 днів додатково проводяться інструктаж і повторна перевірка знань. [21, 22]

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В даній бакалаврській кваліфікаційній роботі була розроблена комп'ютеризована система вимірювання та збору метеоданих у віддаленому районі.

В першому розділі поставлене технічне завдання.

В другому розділі розглянуті існуючі системи вимірювання та збору метеоданих. В існуючих аналогах відсутня передача даних до кінцевого користувача. В розробленому пристрої пропонується використати gsm-модуль для пересилки даних користувачеві.

В третьому розділі обґрунтовані складові та розроблена структурна схеми. Вимірювальна система складається з: мікроконтролеру, барометричного датчика, датчика вібрацій, дисплея, світло діода червоного, кнопки керування, блока живлення, gsm-модуля та стабілізатора напруги.

На базі структурної, функціональної схем та вибору складових системи побудовано принципово-електричну схему системи.

В четвертому розділі обрані складові системи та побудована принципова схема. Головним механізмом управління системи є Arduino Nano на мікроконтролері Atmega328P.

В п'ятому розділі розроблена блок-схема алгоритму та програма системи.

В шостому розділі розроблена друкована плата та прорахована надійність системи.

В сьомому розділі розглянута охорона праці на виробництві. В цілому Бакалаврська кваліфікаційна робота відповідає завданню та технічним умовам.

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Метеометр МЕС-200А мікроклімата [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://izm.by/mjes-200a-meteometr.html>.
2. МЕТЕОСКОП-М Измеритель параметров микроклимата [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.gidrometpribors.ua/tech/meteoskop-m-re-mp.pdf>.
3. Цифровой термометр-гигрометр Solar Lamp [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ozon.ru/product/pogodnaya-meteostantsiya-htc-2a-s-dvumya-termometrami-i-gigrometrom-vozmozhnostyu-izmereniya-470166201>.
4. Какой выбрать микроконтролер? [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://radiostorage.net/1023-kakoj-vybrat-mikrokontroller.html> – Дата звернення: 11.09.2021.
5. Барометр/термометр/датчик влажности на чипе BME280 [Електроний ресурс]. – Режим доступу: www.mini-tech.com.ua/barometr-termometr-gigrometr-bme280.
6. Як працює акселерометр [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.tme.eu/ua/news/library-articles/page/22568/aksielerometriak-vinpratsiuie-i-dlia-chogho-potribien>.
7. Дисплей. [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <http://leksika.com.ua/16970402/ure/display> – Дата звернення: 11.09.2021.
8. Що таке Arduino [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://radioprogram.ru/shop/merch/10>.
9. Arduino Nano характеристики [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://raspberrypi.in.ua/product/arduino-nano-v-3-0-ch340g>.
10. Модуль BME280 [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <http://ardu.net/ru/datchiki-i-sensory/197-modul-bme280-datchik-davleniya-vlazhnosti-i-temperature-i2c-bosch.html>.
11. Підключення Датчику BME280 по I2C [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino.ua/prod1930-bme280-5v-i2c-datchik-temperature-i-vlazhnosti-davleniya>.

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Акселерометр GY-521 MPU-6050 [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://electronica.in.ua/p1530387496-521-mpu-6050.html>.

13. Годинник реального часу модуль DS3231 [Електроний ресурс]. – Режим доступу: https://3v3.com.ua/product_7518.html.

14. Дисплей [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino.ua/ru/prod1932-lcd-2004-i2c-simvolnii-displei-20x4-jeltii>.

15. Led red світлодіод [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://electronoff.ua/good/svetodiod-d-5-mm-ty-50sr1d60-30-krasnyj-diffuznyj-matovyj-30mcd-60-toyo.php>.

16. Gsm-модуль AT-501 [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://ohrana.ua/gsm-signalizatsiya/gsm-modul-at-501.html>.

17. Стабілізатор напруги XL6019 [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://rozetka.com.ua/279881203/p279881203>.

18. TTP223 сенсорная кнопка [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino.ua/prod264-ttp223-touch-key-sensornii-datchik-dlya-arduino>.

19. Блок живлення Sunny 5В 2.4А [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino.ua/ru/prod769-blok-pitaniya-sunny-5v-2-4a-2-1h5-5mm>.

20. Расчет надежности. Методическое пособие по дипломному проектированию – РГКРИПТ, Ростов-Дон, 2004. – 407 с.

21. Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.

22. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи освітнього ступеня «бакалавр» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» Укладачі: Ю.О. Подчашинський, Л. О. Чепюк, Р.В. Петросян. – Житомир: ДУ «Житомирська політехніка», 2022. – 60 с.

					МММТ 480.002.024 - ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А

```
// ----- НАЛАШТУВАННЯ -----
#define RESET_CLOCK 0 // скидання годинника на час завантаження прошивки (для
модуля з незнімною батареєю). Не забудь поставити 0 та прошити ще раз!
#define SENS_TIME 30000 // час оновлення показань сенсорів на екрані, мілісекунд
#define LED_MODE 0 // тип RGB світлодіода: 0 - головний катод, 1 - головний анод
// керування яскравістю
#define BRIGHT_CONTROL 1 // 0/1 - заборонити/дозволити керування яскравістю (при
відключенні яскравість завжди буде макс.)
#define BRIGHT_THRESHOLD 150 // величина сигналу, нижче за яку яскравість
переключиться на мінімум (0-1023)
#define LED_BRIGHT_MAX 255 // макс яскравість світлодіоду CO2 (0 - 255)
#define LED_BRIGHT_MIN 10 // хв яскравість світлодіоду CO2 (0 - 255)
#define LCD_BRIGHT_MAX 255 // макс яскравість підсвічування дисплея (0 - 255)
#define LCD_BRIGHT_MIN 10 // хв яскравість підсвічування дисплея (0 - 255)
#define BLUE_YELLOW 1 // жовтий колір замість синього (1 так, 0 ні) але через
особливості підключення жовтий не такий яскравий
#define DISP_MODE 1 // у верхньому правому куті відображати: 0 - рік, 1 - день
тижня, 2 - секунди
#define WEEK_LANG 1 // мова дня тижня: 0 - англійська, 1 - російська (трансліт)
#define DEBUG 0 // виведення на дисплей лог ініціалізації датчиків під час
запуску. Для дисплея 1602 не працює! Але ж дублюється через порт!
#define PRESSURE 1 // 0 - графік тиску, 1 - графік прогнозу дощу (замість
тиску). Не забудь поправити межі графіка
#define CO2_SENSOR 1 // увімкнути або вимкнути підтримку/виведення з датчика CO2
(1 вкл, 0 вимк)
#define DISPLAY_TYPE 1 // тип дисплея: 1 - 2004 (великий), 0 - 1602 (маленький)
#define DISPLAY_ADDR 0x27 // адреса плати дисплея: 0x27 або 0x3f. Якщо дисплей
не працює - зміни адресу! На самому дисплеї адреса не вказана

// межі відображення графіків
#define TEMP_MIN 15
#define TEMP_MAX 35
#define HUM_MIN 0
#define HUM_MAX 100
#define PRESS_MIN -100
#define PRESS_MAX 100
#define CO2_MIN 300
#define CO2_MAX 2000

// адреса BME280 жорстко задана у файлі бібліотеки Adafruit_BME280.h
// Світова адреса була 0x77, у китайського модуля адреса 0x76.
// Так що якщо юзаете не бібліотеку з архіву - не забудьте поміняти

// Якщо дисплей не заводиться - поміняйте адресу (рядок 54)
// піни
#define BACKLIGHT 10
#define PHOTO A3

#define MHZ_RX 2
#define MHZ_TX 3

#define LED_COM 7
#define LED_R 9
#define LED_G 6
#define LED_B 5
#define BTN_PIN 4

#define BL_PIN 10 // пін підсвічування дисплея
#define PHOTO_PIN 0 // пін фоторезистора

// бібліотеки
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

```

#if (DISPLAY_TYPE == 1)
LiquidCrystal_I2C lcd(DISPLAY_ADDR, 20, 4);
#else
LiquidCrystal_I2C lcd(DISPLAY_ADDR, 16, 2);
#endif

#include "RTClib.h"
RTC_DS3231 rtc;
DateTime now;

#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <Adafruit_BME280.h>
#define SEALEVELPRESSURE_HPA (1013.25)
Adafruit_BME280 bme;

#if (CO2_SENSOR == 1)
#include <MHZ19_uart.h>
MHZ19_uart mhz19;
#endif

#include <GyverTimer.h>
GTimer_ms sensorsTimer(SENS_TIME);
GTimer_ms drawSensorsTimer(SENS_TIME);
GTimer_ms clockTimer(500);
GTimer_ms hourPlotTimer((long)4 * 60 * 1000); // 4 мінути
GTimer_ms dayPlotTimer((long)1.6 * 60 * 60 * 1000); // 1.6 години
GTimer_ms plotTimer(240000);
GTimer_ms predictTimer((long)10 * 60 * 1000); // 10 мінут
GTimer_ms brightTimer(2000);

#include "GyverButton.h"
GButton button(BTN_PIN, LOW_PULL, NORM_OPEN);

int8_t hrs, mins, secs;
byte mode = 0;
/*
0 години та дані
1 графік температури за годину
2 графік температури за добу
3 графік вологості за годину
4 графік вологості за добу
5 графік тиску за годину
6 графік тиску за добу
7 графік вуглекислого за годину
8 графік вуглекислого за добу*/

// змінні для виведення
float dispTemp;
byte dispHum;
int dispPres;
int dispCO2;
int dispRain;

// масиви графіків
int tempHour[15], tempDay[15];
int humHour[15], humDay[15];
int pressHour[15], pressDay[15];
int co2Hour[15], co2Day[15];
int delta;
uint32_t pressure_array[6];
uint32_t sumX, sumY, sumX2, sumXY;
float a, b;
byte time_array[6];

// СИМВОЛИ

```

```

// графік
byte row8[8] = {0b11111, 0b11111, 0b11111, 0b11111, 0b11111, 0b11111,
0b11111, 0b11111};
byte row7[8] = {0b00000, 0b11111, 0b11111, 0b11111, 0b11111, 0b11111,
0b11111, 0b11111};
byte row6[8] = {0b00000, 0b00000, 0b11111, 0b11111, 0b11111, 0b11111,
0b11111, 0b11111};
byte row5[8] = {0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b11111, 0b11111, 0b11111,
0b11111, 0b11111};
byte row4[8] = {0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b11111, 0b11111,
0b11111, 0b11111};
byte row3[8] = {0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b11111,
0b11111, 0b11111};
byte row2[8] = {0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b00000,
0b11111, 0b11111};
byte row1[8] = {0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b00000,
0b00000, 0b11111};

// цифри
uint8_t LT[8] = {0b00111, 0b01111, 0b11111, 0b11111, 0b11111, 0b11111,
0b11111, 0b11111};
uint8_t UB[8] = {0b11111, 0b11111, 0b11111, 0b00000, 0b00000, 0b00000,
0b00000, 0b00000};
uint8_t RT[8] = {0b11100, 0b11110, 0b11111, 0b11111, 0b11111, 0b11111,
0b11111, 0b11111};
uint8_t LL[8] = {0b11111, 0b11111, 0b11111, 0b11111, 0b11111, 0b11111,
0b01111, 0b00111};
uint8_t LB[8] = {0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b11111,
0b11111, 0b11111};
uint8_t LR[8] = {0b11111, 0b11111, 0b11111, 0b11111, 0b11111, 0b11111,
0b11110, 0b11100};
uint8_t UMB[8] = {0b11111, 0b11111, 0b11111, 0b00000, 0b00000, 0b00000,
0b11111, 0b11111};
uint8_t LMB[8] = {0b11111, 0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b11111,
0b11111, 0b11111};
void drawDig(byte dig, byte x, byte y) {
    switch (dig) {
        case 0:
            lcd.setCursor(x, y); // set cursor to column 0, line 0 (first row)
            lcd.write(0); // call each segment to create
            lcd.write(1); // top half of the number
            lcd.write(2);
            lcd.setCursor(x, y + 1); // set cursor to colum 0, line 1 (second row)
            lcd.write(3); // call each segment to create
            lcd.write(4); // bottom half of the number
            lcd.write(5);
            break;
        case 1:
            lcd.setCursor(x + 1, y);
            lcd.write(1);
            lcd.write(2);
            lcd.setCursor(x + 2, y + 1);
            lcd.write(5);
            break;
        case 2:
            lcd.setCursor(x, y);
            lcd.write(6);
            lcd.write(6);
            lcd.write(2);
            lcd.setCursor(x, y + 1);
            lcd.write(3);
            lcd.write(7);
            lcd.write(7);
            break;
        case 3:

```

```

        lcd.setCursor(x, y);
        lcd.write(6);
        lcd.write(6);
        lcd.write(2);
        lcd.setCursor(x, y + 1);
        lcd.write(7);
        lcd.write(7);
        lcd.write(5);
        break;
    case 4:
        lcd.setCursor(x, y);
        lcd.write(3);
        lcd.write(4);
        lcd.write(2);
        lcd.setCursor(x + 2, y + 1);
        lcd.write(5);
        break;
    case 5:
        lcd.setCursor(x, y);
        lcd.write(0);
        lcd.write(6);
        lcd.write(6);
        lcd.setCursor(x, y + 1);
        lcd.write(7);
        lcd.write(7);
        lcd.write(5);
        break;
    case 6:
        lcd.setCursor(x, y);
        lcd.write(0);
        lcd.write(6);
        lcd.write(6);
        lcd.setCursor(x, y + 1);
        lcd.write(3);
        lcd.write(7);
        lcd.write(5);
        break;
    case 7:
        lcd.setCursor(x, y);
        lcd.write(1);
        lcd.write(1);
        lcd.write(2);
        lcd.setCursor(x + 1, y + 1);
        lcd.write(0);
        break;
    case 8:
        lcd.setCursor(x, y);
        lcd.write(0);
        lcd.write(6);
        lcd.write(2);
        lcd.setCursor(x, y + 1);
        lcd.write(3);
        lcd.write(7);
        lcd.write(5);
        break;
    case 9:
        lcd.setCursor(x, y);
        lcd.write(0);
        lcd.write(6);
        lcd.write(2);
        lcd.setCursor(x + 1, y + 1);
        lcd.write(4);
        lcd.write(5);
        break;
    case 10:

```

```

        lcd.setCursor(x, y);
        lcd.write(32);
        lcd.write(32);
        lcd.write(32);
        lcd.setCursor(x, y + 1);
        lcd.write(32);
        lcd.write(32);
        lcd.write(32);
        break;
    }
}

void drawdots(byte x, byte y, boolean state) {
    byte code;
    if (state) code = 165;
    else code = 32;
    lcd.setCursor(x, y);
    lcd.write(code);
    lcd.setCursor(x, y + 1);
    lcd.write(code);
}

void drawClock(byte hours, byte minutes, byte x, byte y, boolean dotState) {
    // чистити чистити!
    lcd.setCursor(x, y);
    lcd.print("          ");
    lcd.setCursor(x, y + 1);
    lcd.print("          ");

    //if (hours > 23 || minutes > 59) return;
    if (hours / 10 == 0) drawDig(10, x, y);
    else drawDig(hours / 10, x, y);
    drawDig(hours % 10, x + 4, y);
    // Тут мають бути точки. Окремою функцією
    drawDig(minutes / 10, x + 8, y);
    drawDig(minutes % 10, x + 12, y);
}

#if (WEEK_LANG == 0)
static const char *dayNames[] = {
    "Sund",
    "Mond",
    "Tues",
    "Wedn",
    "Thur",
    "Frid",
    "Satu",
};
#else
static const char *dayNames[] = {
    "BOCK",
    "POND",
    "BTOP",
    "CPED",
    "4ETB",
    "5YAT",
    "CYBB",
};
#endif

void drawData() {
    lcd.setCursor(15, 0);
    if (now.day() < 10) lcd.print(0);
    lcd.print(now.day());
    lcd.print(".");
    if (now.month() < 10) lcd.print(0);
    lcd.print(now.month());
}

```

```

void loadClock() {
    lcd.createChar(0, LT);
    lcd.createChar(1, UB);
    lcd.createChar(2, RT);
    lcd.createChar(3, LL);
    lcd.createChar(4, LB);
    lcd.createChar(5, LR);
    lcd.createChar(6, UMB);
    lcd.createChar(7, LMB);
}

void loadPlot() {
    lcd.createChar(0, row8);
    lcd.createChar(1, row1);
    lcd.createChar(2, row2);
    lcd.createChar(3, row3);
    lcd.createChar(4, row4);
    lcd.createChar(5, row5);
    lcd.createChar(6, row6);
    lcd.createChar(7, row7);
}

#if (LED_MODE == 0)
byte LED_ON = (LED_BRIGHT_MAX);
byte LED_OFF = (LED_BRIGHT_MIN);
#else
byte LED_ON = (255 - LED_BRIGHT_MAX);
byte LED_OFF = (255 - LED_BRIGHT_MIN);
#endif

void setLED(byte color) {
    // сначала всё выключаем
    if (!LED_MODE) {
        analogWrite(LED_R, 0);
        analogWrite(LED_G, 0);
        analogWrite(LED_B, 0);
    } else {
        analogWrite(LED_R, 255);
        analogWrite(LED_G, 255);
        analogWrite(LED_B, 255);
    }
}

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

    pinMode(BACKLIGHT, OUTPUT);
    pinMode(LED_COM, OUTPUT);
    pinMode(LED_R, OUTPUT);
    pinMode(LED_G, OUTPUT);
    pinMode(LED_B, OUTPUT);
    setLED(0);

    digitalWrite(LED_COM, LED_MODE);
    analogWrite(BACKLIGHT, LCD_BRIGHT_MAX);

    lcd.init();
    lcd.backlight();
    lcd.clear();

    #if (DEBUG == 1 && DISPLAY_TYPE == 1)
        boolean status = true;
    #endif
}

```

```

    setLED(1);

#if (CO2_SENSOR == 1)
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print(F("MHZ-19... "));
    Serial.print(F("MHZ-19... "));
    mhz19.begin(MHZ_TX, MHZ_RX);
    mhz19.setAutoCalibration(false);
    mhz19.getStatus(); // первый запрос, в любом случае возвращает -1
    delay(500);
    if (mhz19.getStatus() == 0) {
        lcd.print(F("OK"));
        Serial.println(F("OK"));
    } else {
        lcd.print(F("ERROR"));
        Serial.println(F("ERROR"));
        status = false;
    }
#endif

    setLED(2);
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(F("RTC... "));
    Serial.print(F("RTC... "));
    delay(50);
    if (rtc.begin()) {
        lcd.print(F("OK"));
        Serial.println(F("OK"));
    } else {
        lcd.print(F("ERROR"));
        Serial.println(F("ERROR"));
        status = false;
    }

    setLED(3);
    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print(F("BME280... "));
    Serial.print(F("BME280... "));
    delay(50);
    if (bme.begin(&Wire)) {
        lcd.print(F("OK"));
        Serial.println(F("OK"));
    } else {
        lcd.print(F("ERROR"));
        Serial.println(F("ERROR"));
        status = false;
    }

    setLED(0);
    lcd.setCursor(0, 3);
    if (status) {
        lcd.print(F("All good"));
        Serial.println(F("All good"));
    } else {
        lcd.print(F("Check wires!"));
        Serial.println(F("Check wires!"));
    }

    while (1) {
        lcd.setCursor(14, 1);
        lcd.print("P: ");
        lcd.setCursor(16, 1);
        lcd.print(analogRead(PHOTO), 1);
        Serial.println(analogRead(PHOTO));
        delay(300);
    }
#else

```

```

#if (CO2_SENSOR == 1)
    mhz19.begin(MHZ_TX, MHZ_RX);
    mhz19.setAutoCalibration(false);
#endif
    rtc.begin();
    bme.begin(&Wire);
#endif

    bme.setSampling(Adafruit_BME280::MODE_FORCED,
                    Adafruit_BME280::SAMPLING_X1, // temperature
                    Adafruit_BME280::SAMPLING_X1, // pressure
                    Adafruit_BME280::SAMPLING_X1, // humidity
                    Adafruit_BME280::FILTER_OFF   );

    if (RESET_CLOCK || rtc.lostPower())
        rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));

    now = rtc.now();
    secs = now.second();
    mins = now.minute();
    hrs = now.hour();

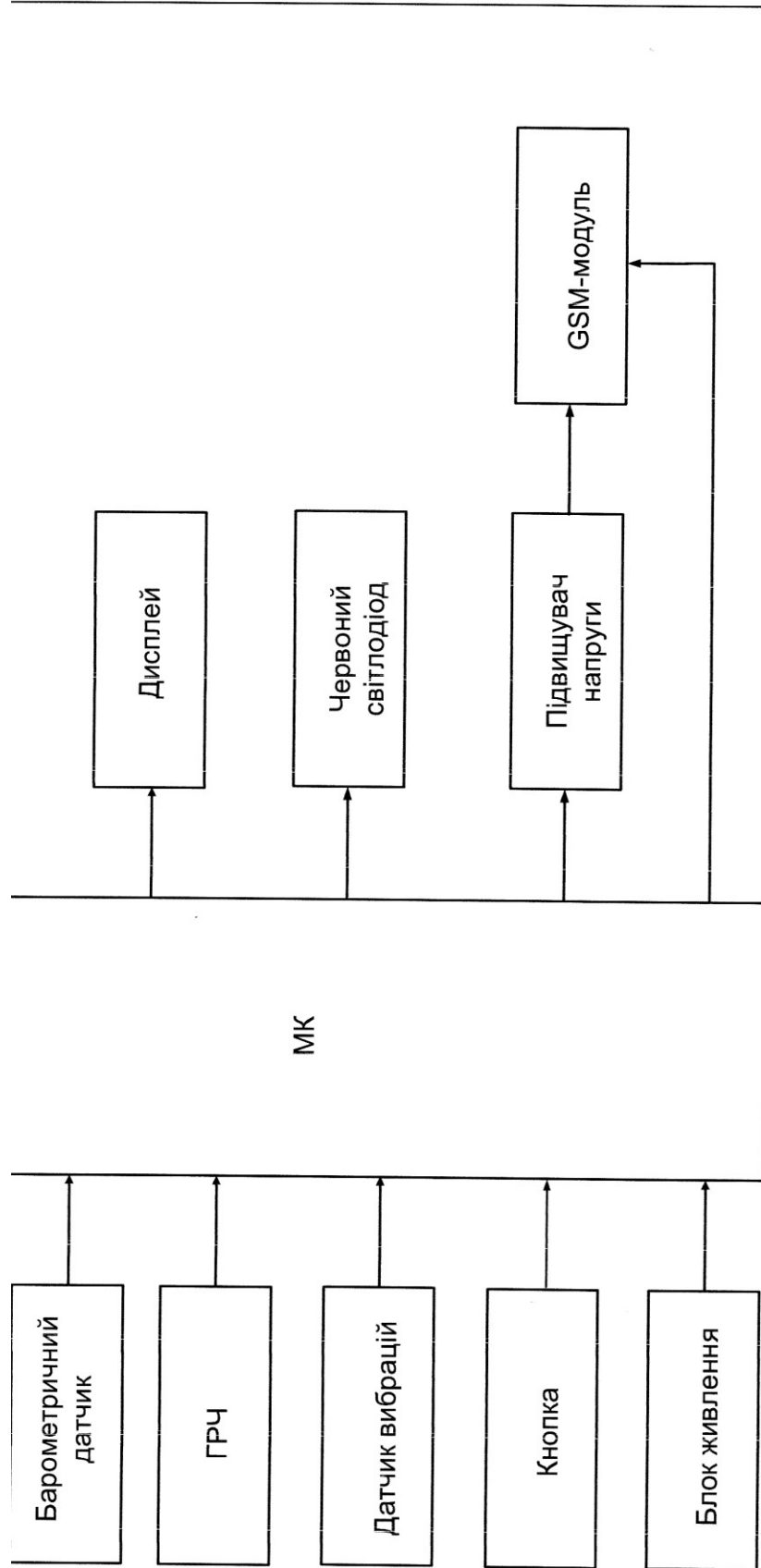
bme.takeForcedMeasurement();
    uint32_t Pressure = bme.readPressure();
    for (byte i = 0; i < 6; i++) { // лічильник від 0 до 5
        pressure_array[i] = Pressure; // забити весь масив поточним тиском
        time_array[i] = i; // забити масив часу числами 0 - 5 }

    if (DISPLAY_TYPE == 1) {
        loadClock();
        drawClock(hrs, mins, 0, 0, 1);
        drawData();
    }
    readSensors();
    drawSensors();
}

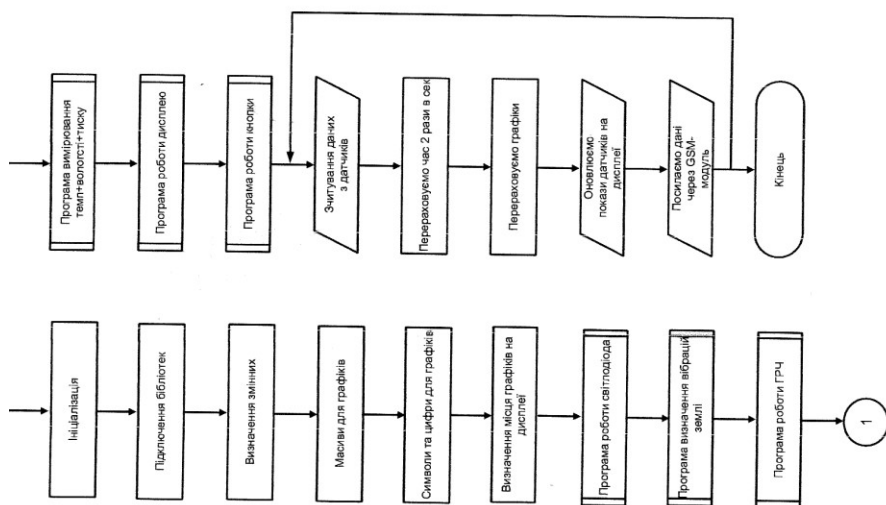
void loop() {
    if (brightTimer.isReady()) checkBrightness(); // Яскравість
    if (sensorsTimer.isReady()) readSensors(); // Читаємо показання датчиків з
    періодом SENS_TIME

    #if (DISPLAY_TYPE == 1)
        if (clockTimer.isReady()) clockTick(); // двічі на секунду перераховуємо час і
        блимаємо крапками
        plotSensorsTick(); // Тут усередині кілька таймерів для перерахунку графіків
        (за годину, за день та прогноз)
        modesTick(); // Тут ловимо натискання на кнопку і перемикаємо режими
        if (mode == 0) { // режимі " головного екрана "
            if (drawSensorsTimer.isReady()) drawSensors(); // оновлюємо показання
            датчиків на дисплеї з періодом SENS_TIME
        } else { // у будь-якому з графіків
            if (plotTimer.isReady()) redrawPlot(); // Перемальовуємо графік
        }
    }
    #else
        if (drawSensorsTimer.isReady()) drawSensors();
    #endif
}

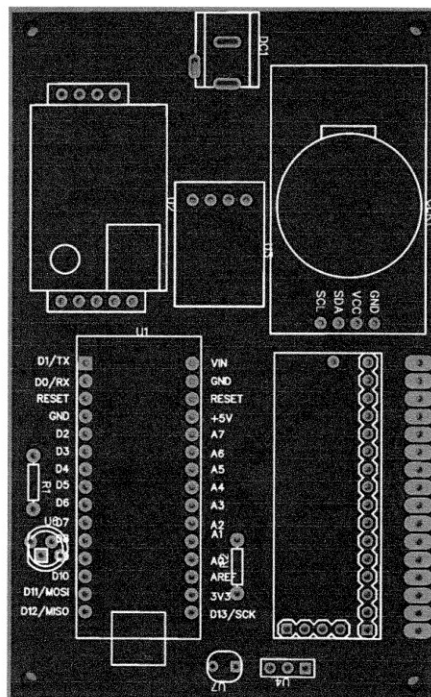
```



МММТ 480.002.024-Е1									
Комп'ютеризована система вимірювання та збору інформації з датчиків					1:1				
Схема електричної структури					Діаграма				
Діаграма					Діаграма				
Діаграма					Діаграма				
Діаграма					Діаграма				
Діаграма					Діаграма				
Діаграма					Діаграма				
Діаграма					Діаграма				
Діаграма					Діаграма				



МКАТ 480.002.024 - 90									
Код програми									
система вимірювання та збору інформації у машині									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									
1.1									

[illegible]

[illegible]