

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Радіотехнічний факультет

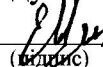
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра радіоконструювання та виробництва радіоапаратури

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

 Е.А. Мелник
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ 19 ” 06 20 19 р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

За напрямом підготовки 6.050902 Радіоелектронні апарати

(код та назва спеціальності)

на тему: Цифрова портативна метеостанція

Виконав (-ла): студент (-ка) 4 курсу, групи РК-51

(шифр групи)


Дзюба Микола Валерійович
(прізвище, ім'я, по батькові)


(підпис)

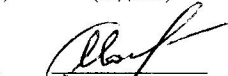
Керівник доцент, к.т.н. Шарабаров С.Б.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)


(підпис)


Консультант з охорони праці доцент, к.т.н., Каштанов С.Ф.
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)


(підпис)

Рецензент доцент, к.т.н. Мосійчук В.С.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)


(підпис)
18.06.2019

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць ін-
ших авторів без відповідних посилань.

Студент 
(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет (інститут) радіотехнічний
(повна назва)

Кафедра радіоконструювання та виробництва радіоапаратури
(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

За напрямом підготовки 6.050902 Радіоелектронні апарати
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

С.А. Нелін
(підпис) (ініціали, прізвище)

«15» травня 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект (роботу) студенту

Дзурбі Миколи Валерійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Цифрова портативна метеостанція

керівник проекту (роботи) Шарабиров Сергій Борисович К.Т.Н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «27» травня 2019 р. № 1399-С

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 14 червня 2019


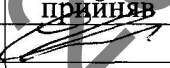
3. Вихідні дані до проекту (роботи) Напряг живлення – 9В, струм не більше 100мА; Кліматичні умови УХК 1.1; Середній час безвідмовної роботи не менше 10000 год; Конструкція моноблокова закрита.

4. Зміст (дипломної роботи) розрахунково-пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити) Вступ; Аналіз ТЗ; Огляд аналогів; Аналіз структурної та принципової схем; Вибір елементної бази; Розрахунок параметрів схем; Проектування друкованої плати,

Опис конструкції; Охорона праці; Висновки









5. Перелік (ілюстративного) графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів тощо) Структурна схема, схема електричних припусків, складальний кресленик друкованого вузла, друкована плата деталь.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
З охорони праці	к.т.н., доцент Каштанов С.Ф.		

7. Дата видачі завдання 15 травня 2019 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Узгодження ТЗ з керівником	16.05 - 17.05, 2019р.	
2	Огляд ринку готової продукції	20.05 - 22.05, 2019р.	
3	Аналіз структур. та припусків. схем	23.05 - 27.05, 2019р.	
4	Вибір елементної бази та розрахунок парам.	28.05 - 31.05, 2019р.	
5	Проектування друкованої плати	03.06 - 05.06, 2019р.	
6	Розрахунок що підтверджує працездатність	06.06 - 10.06, 2019р.	
7	Охорона праці	11.06 - 12.06, 2019р.	
8	Виконання графічного матер.	13.06 - 14.06, 2019р.	

Студент


(ініціали)

М В Дзюба
(ініціали, прізвище)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

С. Б. Гарабайров
(ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту (роботи)

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект на тему «Цифрова портативна метеостанція» виконано на 65 сторінках, що включають в себе 20 ілюстрацій, 21 таблицю, та 36 бібліографічних посилань.

Метою даного проекту є розроблення цифрової портативної метеостанції на основі мікроконтролера.

У проекті розроблено принципову схему з використанням контролеру Arduino Nano, на основі схеми проведено вибір елементної бази. Розроблено друкований вузол та проведено вибір варіанту конструкції. Проведені необхідні розрахунки для підтвердження працездатності приладу та відповідності стандартам. Даний пристрій можна використовувати для контролю температури, вологості, атмосферного тиску, а також для моніторингу рівня вуглекислого газу в повітрі.

Ключові слова: метеостанція, Arduino, давач.

Дзюба М.В. РК-51, 2019

ANNOTATION

Diploma project on the topic "Digital Portable meteorological station" written on 65 pages, including 20 illustrations, 21 tables and 36 citations.

The aim of this project is to design a digital portable Weather Station based on microcontroller.

The project has developed electric principle circuit using a microcontroller Arduino Nano, based on circuit made element base selection. The printed knot was designed and a construction variant was chosen. The necessary calculations are performed to confirm the device performance and compliance with the standards. This unit can be used to control temperature, humidity, atmospheric pressure and for monitoring carbon dioxide levels.

Keywords: meteorological station, Arduino, sensor.

Дзюба М.В. РК-51, 2019

ЗМІСТ

Перелік скорочень	3
Вступ.....	4
1 розробка та аналіз технічного завдання.....	6
1.1 Огляд аналогів.....	6
1.2 Аналіз технічного завдання	10
2 Обґрунтування та вибір схемотехнічного рішення	12
2.1 Структурна схема пристрою.....	12
2.2 Вибір елементної бази.....	13
2.2.1 Вибір контролера.....	14
2.2.2 Вибір давача вологості і температури.....	18
2.2.3 Вибір давача атмосферного тиску	20
2.2.4 Вибір давача вуглекислого газу	22
2.2.5 Вибір модуля реального часу	25
2.2.6 Вибір сенсорного модуля	25
2.2.7 Вибір дисплею	26
2.2.8 Вибір стабілізатора напруги.....	28
2.2.9 Вибір резистора	29
2.3 Схема електрична принципова.....	30
3 ПРОЕКТУВАННЯ ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ.....	31
3.2 Визначення габаритів друкованої плати	31
3.3 Вибір матеріалу друкованої плати	31

					PK51.416321.001 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-	Цифрова портативна метеостанція	Лім.	Арк.	Аркушів
Розроб.	Дзюба М.В						1	
Перевір.	Тарабаров							
Реценз.						PK-51, РТФ		
Н. Контр.								
Затверд.	Нелін Є.А							

3.4	Вибір класу точності друкованої плати	32
3.5	Визначення ширини друкованих провідників	32
3.6	Метод виготовлення друкованої плати	33
3.7	Робота в графічному редакторі Altium Designer 17.1.6	33
3.7.1	Трасування провідників	33
3.7.2	Попередній вигляд друкованої плати	35
4	Розробка пристрою та Аналіз його працездатності	36
4.1	Внутрішня компоновка пристрою	36
4.2	Зовнішня компоновка пристрою	36
4.3	Розрахунок надійності	37
4.4	Розрахунок ударо і віброміцності	40
4.5	Розрахунок теплового режиму пристрою	40
5	Охорона праці	44
5.1	Визначення основних потенційно шкідливих і небезпечних виробничих факторів	44
5.2	Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки і гігієни праці та виробничої санітарії	45
5.3	Освітленість робочих місць	50
5.4	Пожежна безпека та профілактика	52
	Висновки	54
	Перелік джерел посилань	55
	Додаток А. Технічне завдання	60
	Додаток Б. Перелік елементів	64
	Додаток В. Специфікація на друкований вузол	65

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ДП — друкована плата;

ДВ — друкований вузол;

ІМС — інтегральна мікросхема;

МК — мікроконтролер;

РЕА — радіоелектронна апаратура;

САПР — система автоматизованого проектування;

LCD — Liquid Crystal Display;

SMT — Surface Mount Technology ;

TFT — Thin-Film-Transistor;

USB — Universal Serial Bus.

Дзюба М.В. РК-51, 2019

		Дзюба			РК51.416321.001	Лист
						3
Зм	Лист	№ докум.	Підпис.	Да-		

ВСТУП

Цифрові метеостанції знаходять досить широке застосування у різних сферах життєдіяльності, де необхідний регулярний моніторинг температури, вологості та атмосферного тиску.

У сучасному світі з високим рівнем розвитку цифрових технологій можна отримувати інформацію про погоду різними способами. Прогноз погоди передають по телебаченню і радіо, аналогічну інформацію вам пропонують різні сайти у мережі Інтернет або розсилки по електронній пошті. Може виникнути питання навіщо тоді купувати домашню метеостанцію?

Причина для цього полягає в тому, що метеостанції дозволяють отримувати точну і детальну інформацію по поточному стані і прогнозі погоди безпосередньо в місці її розташування. Напевно кожен стикався з помилковим прогнозом, одягаючись не по погоді або не беручи з собою парасольку, ризикуючи застудитися. Метеорологічний прогноз, що йде по традиційним засобам інформації, є усередненими для досить великої території, хоча всім відомо про мінливість погоди навіть в межах одного великого міста.

Особливе значення побутова метеостанція має для людей, які метеозалежні від різкої зміни в кліматі, атмосферних явищ або підвищення температури. Людям які страждають від подібної проблеми важливо заздалегідь дізнатися про зміни в погоді.

Сучасні метеостанції в більшості випадків діляться на дві категорії: побутові і виробничі. Побутові метеостанції при доступній ціні дозволяють отримувати показання про температуру і вологість в приміщеннях та за вікном, вимірювати атмосферний тиск, аналізувати динаміку зміни атмосферного тиску, на підставі чого самостійно робити прогноз погоди на 6-36 годин, однак з не ідеальною точністю і вірогідністю вимірювань. Виробничі метеостанції використовуються у вузькоспеціалізованих завданнях, там, де необхідна інформація про параметри навколишнього середовища на вірогідність і точність якої можна покластися. Прикладом такого застосування може бути

		Дзюба			PK51.416321.001	Лис
Зм	Лист	№ докум.	Підпис.	Да-		4

метеостанція в аеропорті, лікарні, на підприємствах де товар повинен зберігатися в спеціальних умовах і т.д.

Деякі метеостанції також додатково забезпечені такими функціями як визначення швидкості і напрямку вітру, вимірювання точки роси, вологості ґрунту, ультрафіолетового випромінювання.

В даному дипломному проекті була розроблена побутова метеостанція, що буде вимірювати, а також зберігати інформацію про вологість, температуру, атмосферний тиск та рівень вуглекислого газу. Інформація про погодні показники зберігається на карту пам'яті (microSD) з якої її можна переводити на комп'ютер і використовувати для прогнозування погоди або збору статистики. Додатково пристрій буде показувати дату і час.

Також метеостанція має можливість підключення до комп'ютера по інтерфейсу USB.

		Дзюба			PK51.416321.001	Лист
Зм	Лист	№ докум.	Підпис.	Да-		5

1 РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

Розробку технічного завдання доцільно розпочати з огляду типових рішень для цифрових метеостанцій.

1.1 Огляд аналогів

У сучасному світі метеостанції знаходять досить широке застосування у різних сферах життєдіяльності. Розглянемо декілька типових метеостанцій та порівняємо їх характеристики.

Нама EWS-800 — це побутова метеостанція яка дозволяє отримувати дані про температуру вологість та атмосферний тиск. Зовнішній вигляд метеостанції зображений на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 — Зовнішній вигляд метеостанції Нама EWS-800 [1]

На передній панелі базового блоку розташований монохромний дисплей з підсвічуванням і кнопки управління метеостанцією. На задній панелі базового блоку розташований відсік для батарейок живлення. Може кріпитися на

стіну. Також метеостанція має можливість підключення додаткового бездротового дистанційного датчика. Характеристики приладу наведено у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 — Характеристики метеостанції Нама EWS-800

№	Назва характеристики	Значення
1	Діапазон вимірювання температури	-40 °C ... +60 °C
2	Діапазон вимірювання вологи	20%...95%
3	Матеріал корпусу	пластик
4	Живлення	від батарейок (3xAA)
5	Габарити	110x35x190 мм
6	Додаткові функції	годинник, календар
7	Ціна	1200 грн

До недоліків метеостанції можна віднести не дуже зручні одиниці вимірювання атмосферного тиску (дюйми ртутного стовпчика замість міліметрів), недостатню контрастність зображення та нерівномірну підсвітку.

Метеостанція FA-2460 це більш простий і дешевший варіант, який дозволяє вимірювати температуру та вологість. Зовнішній вигляд метеостанції зображений на рис. 1.2.



Рисунок 1.2 — Зовнішній вигляд метеостанції FA-2460 [2]

На передній панелі базового блоку розташований LCD екран і кнопки управління метеостанцією. На задній панелі базового блоку розташований відсік для батарей живлення. Метеостанція має досить зручний інтерфейс що забезпечує легку навігацію і налаштування приладу. Також присутня функція настройки одиниць вимірювання температури. Характеристики даної метеостанції наведено у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 — Характеристики метеостанції FA-2460

№	Назва характеристики	Значення
1	Діапазон вимірювання температури	0 °С ... +50 °С
2	Діапазон вимірювання вологи	20%...90%
3	Матеріал корпусу	пластик
4	Живлення	від батарейок (3xAA)
5	Габарити	200x130x30 мм
6	Додаткові функції	годинник, календар
7	Ціна	500 грн

До недоліків метеостанції можна віднести неможливість проведення вимірів на вулиці та відсутність підсвітки.

Метеостанція FA-2460 — це побутова метеостанція яка дозволяє отримувати дані про температуру та вологість. Особливістю метеостанції є можливість відображати якість повітря. Давач повітряного середовища може виявляти різні небезпечні для людей речовини, наприклад, формальдегід, розчинники, вугільний газ, болотний газ (метан) або сигаретний дим та попереджувати про це звуковим сигналом.

Зовнішній вигляд метеостанції зображений на рис. 1.3



Рисунок 1.3 — Зовнішній вигляд метеостанції TFA-602527 [3]

Дана метеостанція має менші габарити ніж моделі розглянуті вище. На передній панелі базового блоку розташований монохромний дисплей і кнопки управління метеостанцією. На задній панелі, відповідно розташований відсік для батарей живлення. Характеристики даної метеостанції наведено у табл. 1.3

Таблиця 1.3 — Характеристики метеостанції TFA-602527

№	Назва характеристики	Значення
1	Діапазон вимірювання температури	10 °C ... +60 °C
2	Діапазон вимірювання вологи	20%...95%
3	Матеріал корпусу	пластик
4	Живлення	від батарейок (2xAA)
5	Габарити	150x80x45 мм
6	Додаткові функції	годинник, календар
7	Ціна	1900 грн

До недоліків метеостанції можна віднести невеликий діапазон вимірювання температури та значну ціну.

1.2 Аналіз технічного завдання

Цифрова портативна метеостанція призначена для проведення метеорологічних спостережень, що дозволяє провести виміри основних погодних показників, а саме: температуру, тиск і вологість повітря. Додатково метеостанція має вимірювати рівень вуглекислого газу та показує дату і час.

Контроль температури вологості та тиску здійснюється давачем ВМЕ280, дані з якого подаються на контролер, який їх аналізує та обчислює і виводить на дисплей. Рівень вуглекислого газу вимірюється давачем МН-Z19 дані з якого так само аналізуються контролером і виводяться на дисплей, дату і час відслідковує модуль реально часу DS3231.

Отримані дані можна зберігати на зовнішньому накопичувачі, що робить даний пристрій дуже зручним в плані аналізу, моніторингу та статистики метеорологічних досліджень

Кліматичні виконання згідно ГОСТ 15150-69 [4] – УХЛ 1.1.

УХЛ – для макрокліматичних районів з помірним та холодним кліматом, 1.1 – Для зберігання в процесі експлуатації в приміщеннях категорії 4 і роботи як в умовах категорії 4, так і (короткочасно) в інших умовах, в тому числі на відкритому повітрі.

Умови експлуатації:

- Робоча температура -20...40°C;
- Гранична температура -25...50°C;
- Середнє значення відносної вологості 70% при 15°C;
- Верхнє значення відносної вологості 90% при 25°C;
- атмосферний тиск 86 — 106,7 кПа (650..800 мм рт. ст.)
- відсутність активних речовин в навколишній атмосфері.

Умови експлуатації згідно ГОСТ 16019-2001[5] – Н7.

Н7 – носима, експлуатується на відкритому повітрі або в наземних і підземних спорудах.

		Дзюба			PK51.416321.001	Лис
Зм	Лист	№ докум.	Підпис.	Да-		10

Захист від механічних чинників М13 згідно ГОСТ 17516.1-90[6]. Захист від зовнішніх механічних впливів реалізований за допомогою закритого корпусу.

Відповідно до вище перелічених вимог , конструкція цифрової портативної метеостанції в будь-якому випадку не повинна мати доступу до пилу або вологи, проте повинна бути естетично привабливою, так як відноситься до класу побутової апаратури.

Дзюба М.В. РК-51, 2019

		Дзюба			РК51.416321.001	Лис
Зм	Лист	№ докум.	Підпис.	Да-		11

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СХЕМОТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ

В цьому розділі був проведений вибір елементної бази, а також розроблена структурна і електрична принципова схеми.

2.1 Структурна схема пристрою

Одним із ключових завдань даного дипломного проекту була розробка структурної схеми цифрової портативної метеостанції, яку зміг виконати будь-хто, не маючи глибоких знань про функціонал пристрою. На рис. 2.1 представлена структурна схема цифрової портативної метеостанції.

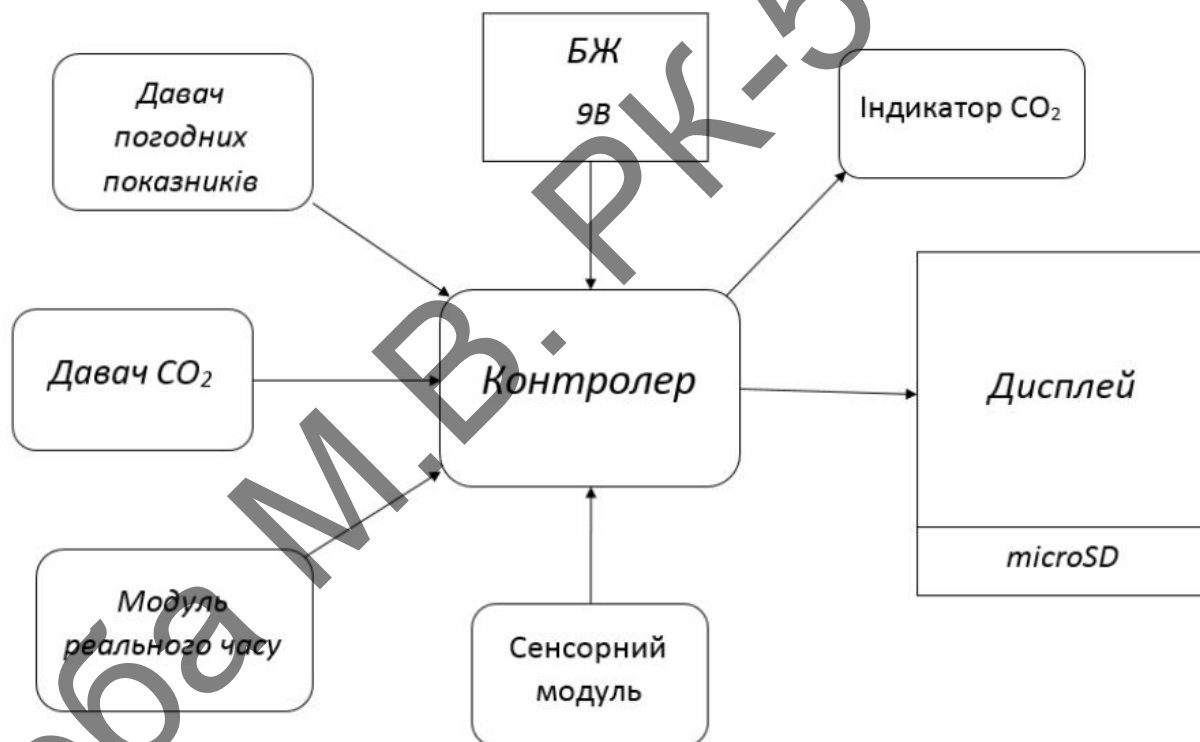


Рисунок 2.1 – Структурна схема пристрою

Структурна схема складається з семи основних елементів: контролеру, давача погодних показників, давача вуглекислого газу, модуля реального часу, сенсорного модуля та дисплею.

Дані про основні погодні показники та рівень вуглекислого газу вимірюються відповідними давачами та передаються на контролер, де обробля-

ються і виводяться на дисплей, також на дисплей виводяться дата і час за допомогою модуля реального часу. Керування режимами відображення інформації здійснюється за допомогою сенсорного модуля.

2.2 Вибір елементної бази

При виборі елементної бази спроектованого пристрою, були використані наступні критерії:

- Елементна база повинна забезпечувати необхідні електричні параметри пристрою з відповідною для цього точністю;
- Оптимальний вибір елементної бази дозволить оцінити розміри та вагу виробу;
- Елементна база повинна задовільно працювати в заданих кліматичних умовах;
- Якість елементної бази визначає надійність пристрою в певний інтервал його роботи;
- Елементна база повинна задовільно працювати при умовах зміни механічних навантажень;
- Тепловий режим роботи пристрою не повинен негативно впливати на його електричні параметри;
- Елементна база має впливати на технологію виготовлення виробу та його сукупну собівартість;
- Елементна база повинна передбачати можливість автоматизації і механізації виробництва приладу;
- Елементна база необхідна щоб забезпечити можливість захисту приладу найпростішими методами.

2.2.1 Вибір контролера

Керування цифрової портативної метеостанції, вимірювання та відображення її робочих параметрів здійснюється мікропроцесорною системою контролю на основі мікроконтролера. Виходячи з розробки структурної схеми, було прийнято використовувати готові модулі на основі Arduino.

Однією із основних переваг сімейства даних контролерів є можливість роботи з великими обсягами даних, швидкодії виконаних операцій за одну секунду, що дозволяє спростити функціонал, структуру і габарити цифрової портативної метеостанції.

Arduino Uno — контролер на базі мікроконтролера Atmega 328. Зовнішній вигляд контролера зображена на рис 2.2.

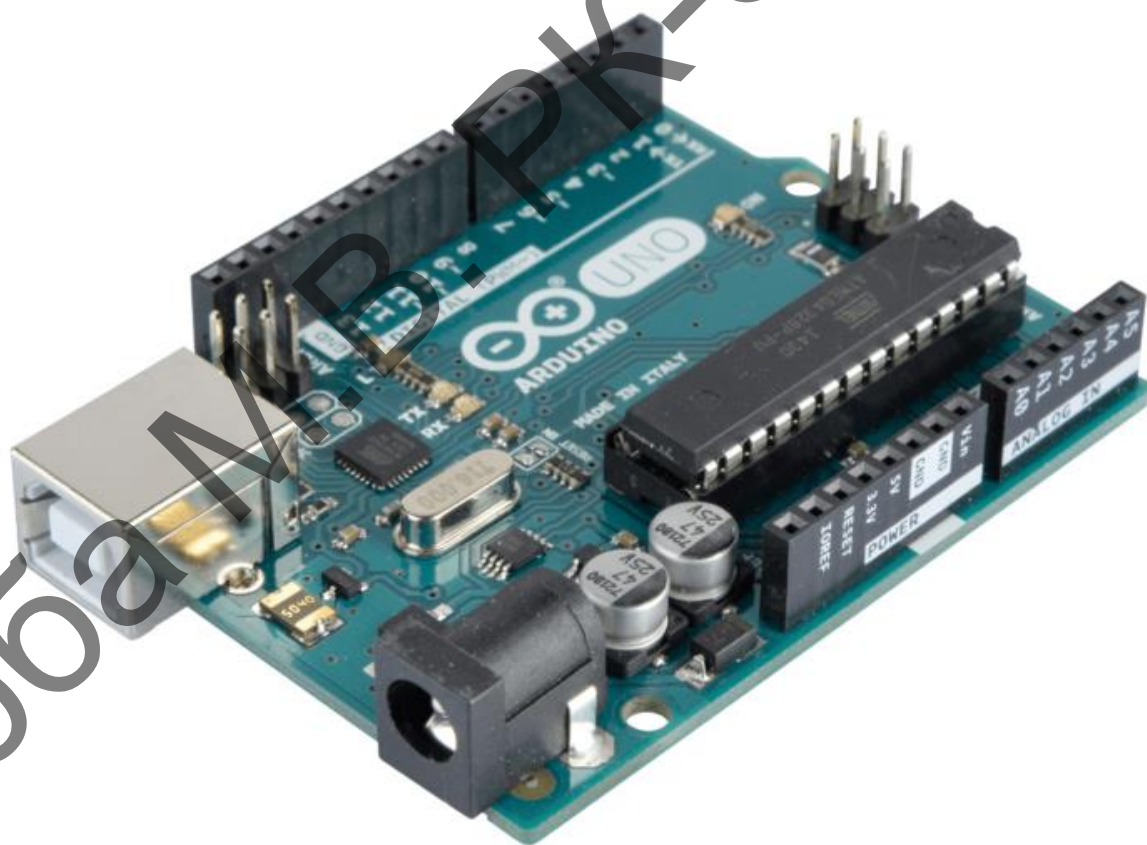


Рисунок 2.2 — Зовнішній вигляд Arduino Uno [7]

Технічні характеристики контролера наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 — Характеристики Arduino Uno [7]

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

По протоколу UART за допомогою цифрових виводів 0(RX) і 1(TX) можна забезпечувати зв'язок з комп'ютером або якимось іншим мікроконтролером.

Arduino Mega — контролер на базі мікроконтролера Atmega 2560. Зовнішній вигляд контролера зображена на рис 2.3.

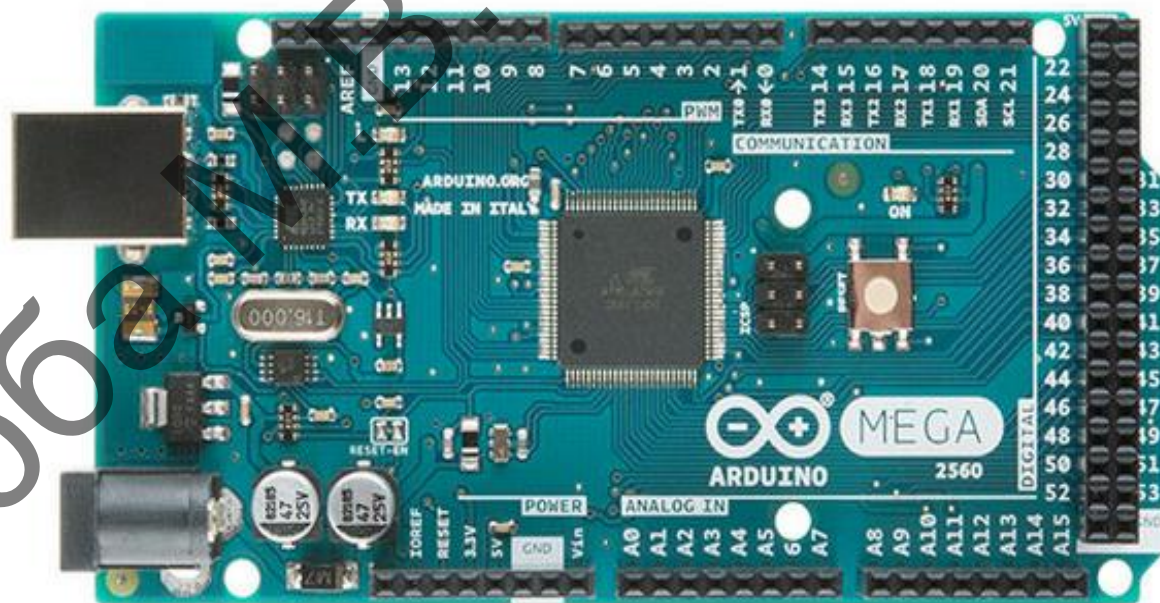


Рисунок 2.3 — Зовнішній вигляд Arduino Mega [8]

Технічні характеристики контролера наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 — Характеристики Arduino Mega [8]

№	Назва характеристики	Значення
1	Робоча напруга, В	5
2	Напруга живлення, В	7-12
3	Цифрові входи	54
4	Аналогові входи	16
5	Максимальний струм одного виводу, мА	40
6	Flash-пам'ять, КБ	256
7	Тактова частота, МГц	16

Плата Arduino Mega 2560 призначена для створення проектів, в яких не вистачає можливостей звичайних Arduino Uno. У цьому пристрої максимальна з усіх плат сімейства Arduino кількість виводів і розширений набір інтерфейсів. Також у Arduino Mega більше вбудованої пам'яті.

Arduino Nano — одна з найбільш мініатюрних плат Ардуіно. Вона є повним аналогом Arduino Uno - так само працює на мікроконтролері ATmega328, але з меншим форм-фактором. Через свої габаритні розміри плата часто використовується в проектах, в яких важлива компактність. Зовнішній вигляд контролера зображено на рис.2.4

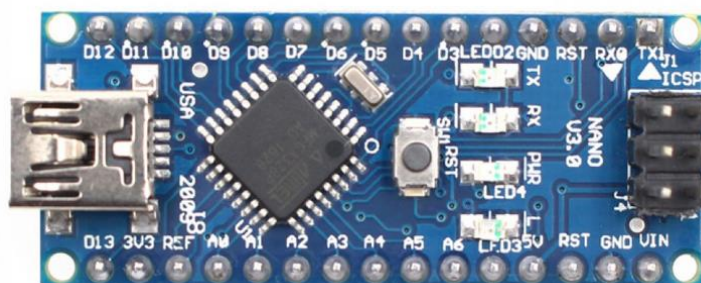


Рисунок 2.4 — Зовнішній вигляд Arduino Nano [9]

Живлення контролера може відбуватися двома способами:

- 1) через mini-USB або microUSB при підключенні до комп'ютера;
- 2) через зовнішнє джерело живлення, що має напругу 6-20 В.

При використанні зовнішнього джерела живлення (не *USB*) на контролері відсутнє живлення 3,3 В.

Характеристики контролера наведено у табл 2.3.

Таблиця 2.3 — Характеристики Arduino Nano [9]

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

Розпіновка контролера наведена на рис 2.5.

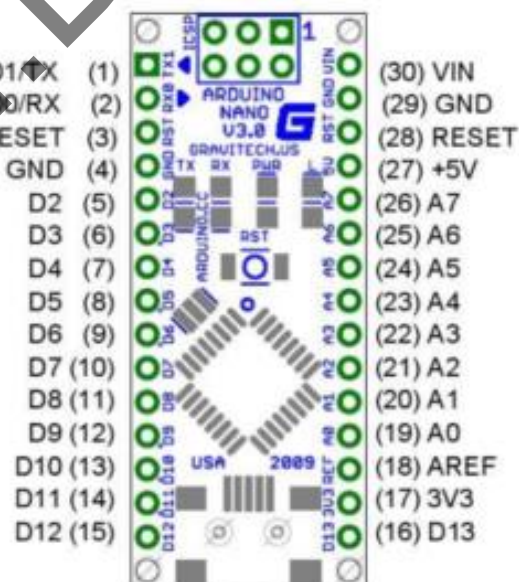


Рисунок 2.5 — Розпіновка Arduino Nano [9]

Враховуючи вимоги технічного завдання та характеристики розглянутих плат прийнято рішення обрати контролер Arduino Nano, який повністю задовільняє вимоги технічного завдання та має не великі габарити та розміри.

2.2.2 Вибір датчика вологості і температури

Датчик — вимірювальний пристрій у вигляді конструктивної сукупності одного або декількох вимірювальних перетворювачів величини, що вимірюється і контролюється, та котрий виробляє вихідний сигнал, зручний для дистанційного передавання, зберігання та використання у системах керування і має нормовані метрологічні характеристики.

Згідно з поставленим технічним завданням, датчики мають вимірювати три основні погодні показники (температуру, атмосферний тиск та вологість повітря) та визначати концентрацію вуглекислого газу (CO₂) у повітрі.

Датчики мають відповідати таким характеристикам:

- 1) робоча напруга 3,3...5 В;
- 2) діапазон вимірювальних температур -10...+40°C;
- 3) точність вимірювання температури $\pm 1...2\%$;
- 4) діапазон вимірювання вологості 0...90%;
- 5) точність вимірювання вологості $\pm 2...3\%$;
- 6) діапазон вимірювання тиску 300...1000 гПА.
- 7) Невеликі габарити.

Нижче наведено провідні датчики вологості і температури, їх характеристики та основні параметри.

Датчик вологості і температури DHT11 [10] — це цифровий датчик температури і вологості, що дозволяє калібрувати цифровий сигнал на виході. Складається з емнісного датчика вологості і термістора. Також, датчик містить в собі АЦП для перетворення аналогових значень вологості і температури. Датчик є досить не точним, але компенсує це своєю низькою вартістю.

		Дзюба			PK51.416321.001	Лист
Зм	Лист	№ докум.	Підпис.	Да-		18

Характеристики давача DHT11 наведено в табл. 2.4

Таблиця 2.4 — Характеристики давача DHT11

№	Назва характеристики	Значення
1	Робоча напруга	3.5...5 В
2	Діапазон вимірювання температури	0...50 °С
3	Точність вимірювання температури	± 2%
4	Діапазон вимірювання вологості	20...90%
5	Точність вимірювання вологості	± 5%
6	Габарити	15.5 x 12 x 5.5 мм
7	Кількість виводів	4 виводи
8	Ціна	40 грн

Давач вологості і температури AM2301 [11] володіє усіма функціями давача розглянутого вище, але має більш широкий діапазон вимірювання і підвищену точність вимірів. Характеристики давача наведено в табл 2.5.

Таблиця 2.5 — характеристики давача AM2301

№	Назва характеристики	Значення
1	Робоча напруга	3.5...5.5 В
2	Діапазон вимірювання температури	-40...80 °С
3	Точність вимірювання температури	± 0.5%
4	Діапазон вимірювання вологості	0...100%
5	Точність вимірювання вологості	± 2%
6	Габарити	45 x 25 x 13 мм
7	Кількість виводів	3 виводи
8	Ціна	150 грн

Давач вологості і температури DHT22 [12]— цифровий давач температури і вологості підвищеної точності який характеризується низьким енергоспоживанням.

Давач DHT22 складається з чутливого емнісного давача і NTC-термістора, а також 8-бітного послідовний коду, який дозволяє перетворювати аналоговий сигнал з давачів, в цифровий на виході. Ці характеристики дозволяють вимірювати більш точно та мати більш широкий діапазон вимірювальних значень. Запити до них можна відправляти не частіше ніж один чи два за секунду.

Характеристики давача наведено в табл 2.6.

Таблиця 2.6 — характеристики давача DHT22

№	Назва характеристики	Значення
1	Робоча напруга	3.6...6 В
2	Діапазон вимірювання температури	-30...70 °С
3	Точність вимірювання температури	± 0.5%
4	Діапазон вимірювання вологості	0...100%
5	Точність вимірювання вологості	± 2%
6	Габарити	25 x 15 x 7.7 мм
7	Кількість виводів	4 виводи
8	Ціна	90 грн

Давач майже не поступається за точністю та шириною діапазону вимірювання аналогу AM2301, але має значно нижчу вартість.

2.2.3 Вибір давача атмосферного тиску

Барометр — пристрій, що вимірює атмосферний тиск. Електронні барометри використовуються в робототехніці і різних електронних пристроях.

Давачі тиску працюють на перетворенні тиску у рух механічної частини.

Складається давач з перетворювача з чутливим елементом, корпусу, механічних елементів (мембран, пружин) і електронної схеми.

Давач атмосферного тиску BMP280 [13] — цифровий давач атмосферного тиску від фірми Bosch який характеризується зниженим енергоспоживанням. Давач створений спеціально для додатків, де потрібні малі розміри і низьке споживання електроенергії. Характеристики давача BMP280 наведено у табл. 2.7

Таблиця 2.7 — Характеристики давача BMP280

№	Назва характеристики	Значення
1.	Робоча напруга	2...3,6 В
2.	Діапазон вимірювання тиску	300...1100гПа (9000 м до -500 м)
3.	Інтерфейси	I2C и SPI
4.	Габарити	2 x 2,5 x 0,95 мм
5.	Ціна	50 грн

Давач має високу точність, гарну стабільність і лінійність.

Універсальний давач BME280 [14] це нове покоління давачів серії BME, що дозволяють вимірювати не тільки значення атмосферного тиску, а й температуру і вологість. Зовнішній вигляд давача наведено на рис. 2.6



Рисунок 2.6 — Зовнішній вигляд давача BME280

Давач характеризується високою точністю вимірювання, високою швидкістю інтерфейсу і надмалим споживанням. Для підключення використовується інтерфейс I2C. Характеристики давача наведено у таблиці 4.5

Таблиця 2.8 — Характеристики давача BME280

№	Назва характеристики	Значення
1	Робоча напруга	2...5 В
2	Діапазон вимірювання температури	-40...85 °C
3	Точність вимірювання температури	± 2%
4	Діапазон вимірювання вологості	0...100%
5	Точність вимірювання вологості	± 3%
6	Діапазон вимірювання тиску	300...1100гПа
7	Точність вимірювання тиску	1 гПа
7	Габарити	15 x 12 x 3 мм
8	Ціна	145 грн

Давач BME280 повністю задовільняє вимоги технічного завдання. Використання універсального давача здатного вимірювати одночасно всі три погодні показники (температуру, вологість і тиск) дозволило зменшити габарити схеми та підвищити надійність, тому даний давач був обраний для використання у проекті.

2.2.4 Вибір давача вуглекислого газу

Давач CO₂ — це пристрій, призначений для визначення концентрації двоокису вуглецю в навколишньому повітрі недисперсійним інфрачервоним методом детектування. Недисперсійний інфрачервоний метод має гарну вибірковість (виміряні значення не залежать від вмісту кисню в повітрі) і високою точністю вимірювань.

Завдяки давачам, які дають точний показник концентрації вуглекислого газу (CO₂) в повітрі, відбувається більш коректне управління продуктивністю

вентиляційної системи. Тим самим створюються комфортні умови і здоровий мікроклімат в приміщенні.

Нижче наведено провідні датчі CO₂.

MH-Z14A [15] це — якісний та енергоефективний інфрачервоний оптичний датч для вимірювання концентрації вуглекислого газу в повітрі. Зовнішній вигляд датча наведено на рис 4.2

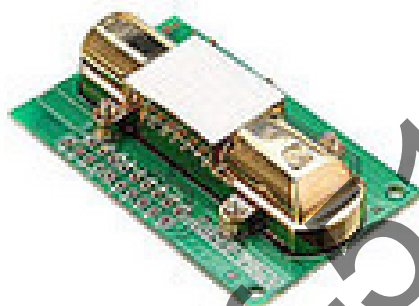


Рисунок 2.7 — Зовнішній вигляд датча MH-Z14A

Технічні характеристики датча MH-Z14A наведено у таблиці 4.6

Таблиця 2.9 — Характеристики датча MH-Z14A

№	Назва характеристики	Значення
1	Напруга живлення	4.5...5.5 В
2	Споживаний струм (серед.)	40 мА
3	Діапазон вимірювання	0...5000 ppm
4	Вихідний сигнал	UART, PWM, аналоговий
5	Допустимий діапазон вологості	0...90%
6	Габарити	55 x 35 x 16 мм
7	Ціна	800 грн

Характеристики датча майже задовольняють технічне завдання, але він має з великі габарити і ціну.

MH-Z12 [15] менш габаритний та дешевший аналог давача розглянутого вище який майже не поступається йому по точності. Зовнішній вигляд давача наведено на рис 4.3.



Рисунок 2.8 — Зовнішній вигляд давача MH-Z12

Технічні характеристики давача MH-Z12 наведено у таблиці 4.7.

Таблиця 2.10 — Характеристики давача MH-Z12

№	Назва характеристики	Значення
1	Напруга живлення	3,6...5,5 В
2	Споживаний струм (серед.)	25 мА
3	Діапазон вимірювання	0...5000 ppm
4	Вихідний сигнал	UART, PWM
5	Допустимий діапазон вологості	0...90%
6	Габарити	30 x 20 x 6 мм
7	Ціна	600 грн

Давач повністю задовільняє вимоги ТЗ та є дешевшим і має менші габарити ніж аналог, тому його було обрано для використання в проекті.

2.2.5 Вибір модуля реального часу

В якості модуля реального часу було обрано DS3231 [16] який є найдешевшим варіантом з власною батареєю живлення. Зовнішній вигляд модуля DS3231 зображено на рис 4.4.



Рисунок 2.9 — Зовнішній вигляд модуля DS3231

Характеристики модуля наведено у таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 — Характеристики модуля DS3231

№	Назва характеристики	Значення
1	Напруга живлення	3.0...5.5 В
2	Діапазон робочих температур	-20...70 °С
3	Інтерфейс підключення	I2C
4	Габарити	33 x 20 x 3 мм
5	Ціна	47 грн

Модуль може відраховувати час і зберігати його навіть за відключення живлення так як додатково має власну літієву батарею.

2.2.6 Вибір сенсорного модуля

Для зручного переключення режимів відображення інформації у пристрої використовується сенсорний модуль ТТР223. [17] Зовнішній вигляд зображено на рисунку 2.10.

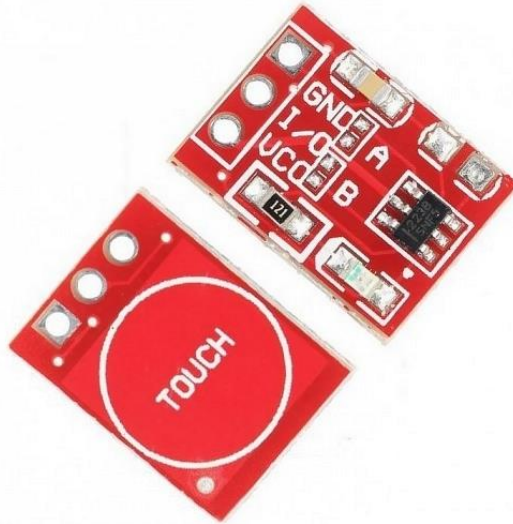


Рисунок 2.10 — Зовнішній вигляд модуля TTP223

Характеристики модуля наведено у табл 2.12

Таблиця 2.12 — Характеристики модуля TTP223

№	Назва характеристики	Значення
1	Напруга живлення, В	2...5.5
2	Час відгуку в активному режимі, мс	60
3	Час відгуку в режимі зниженого енергоспоживання, мс	220
4	Максимальна відстань спрацьовування, мм	3.5
5	Габарити, мм	20 x 20 x 3
6	Ціна, грн	25

Спрацьовує модуль при зміні його ємності. При натисканні на майданчик сенсорної кнопки змінюється струм витоку. Після чого мікросхема визначає його і сигналізує про натискання на кнопку. Якщо сенсор не використовувався протягом 12 секунд модуль переходить в режим «енергозбереження».

2.2.7 Вибір дисплею

Згідно з технічним завданням на дисплеї повинні відображатися основні параметри цифрової портативної метеостанції:

- 1) тиск;
- 2) вологість;
- 3) температура;
- 4) рівень CO2.

Для використання в проєкті був обраний TFT LCD дисплей на контролері ST7735R з діагоналлю 1.8 дюйма і розширенням 128 на 160 точок. Дисплей може відображувати до 18-біт кольору (262144 відтінків).

Також, на модулі встановлено кріплення для SD-карти для зберігання зображення на TFT дисплей. Підключення здійснюється за SPI інтерфейсу (4-х провідного), всі виводи виведені на бічну групу контактів.

Зовнішній вигляд дисплею зображено на рис 2.11.



Рисунок 2.11 — TFT кольоровий дисплей 128x160 1.8 дюйма [18]

Основні характеристики дисплея наведені у таблиці 2.13.

Таблиця 2.13 — Характеристики дисплея

№	Назва характеристики	Значення
1	Робоча напруга, В	3.3...5
2	Напруга живлення підсвітки, В	3.3
3	Контролер	ST7735R
4	Роздільна здатність, dpi	128x160
5	Габарити, мм	47x35x1.6
6	Ціна, Грн	100

Дисплей має невеликі (але достатні для відображення потрібної інформації) розміри, світлодіодне підсвічування та невелику вартість, тому був обраний для використання в цьому проекті.

2.2.8 Вибір стабілізатора напруги

Оскільки для схеми потрібне внутрішнє джерело перетворювача напруги з 5 В до 3.3 В, то було обрано стабілізатор напруги на 3.3 В AMS1117. [19] Вхідна напруга, яка може подаватись на стабілізатор знаходиться в діапазоні від 1.1 до 15 В. Зовнішній вигляд стабілізатора зображено на рис 2.12.



Рисунок 2.12 — Лінійний стабілізатор AMS1117

Даний стабілізатор володіє внутрішнім обмеженням струму та тепловим захистом, що робить даний продукт надійним.

2.2.9 Вибір резистора

Було прийнято рішення використовувати SMD резистори, тому що вони є більш надійними та займають меншу площу.

Розміри основних SMD – резисторів наведено в табл. 2.14.

Таблиця 2.14 — Типорозміри SMD – резисторів [20]

Типорозмір	L, мм	W, мм	H, мм	A, мм
0201	0,6	0,3	0,23	0,13
0402	1,0	0,5	0,35	0,25
0603	1,6	0,8	0,45	0,3
0805	2,0	1,2	0,4	0,4
1206	3,2	1,6	0,5	0,5

Для пристрою було обрано резистор типорозміру 1206 з відхиленням номіналу 5%. На рисунку 2.13 зображено зовнішній вигляд цього резистора з відповідними розмірами.

Сумарна площа S SMD – резистора складає 5.12 мм^2 .

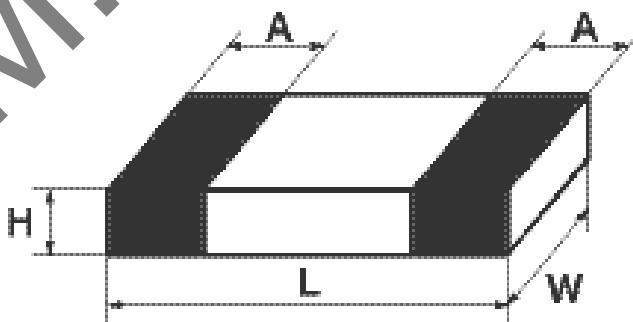


Рисунок 2.13 — Зовнішній вигляд резистора 1206 [21]

Розсіювана потужність даного резистора складає 0,25 Вт, що задовільняє конструкцію приладу.

2.3 Схема електрична принципова

Враховуючи вище сказане було розроблено схему електричну принципову зображену на рис 2.13.

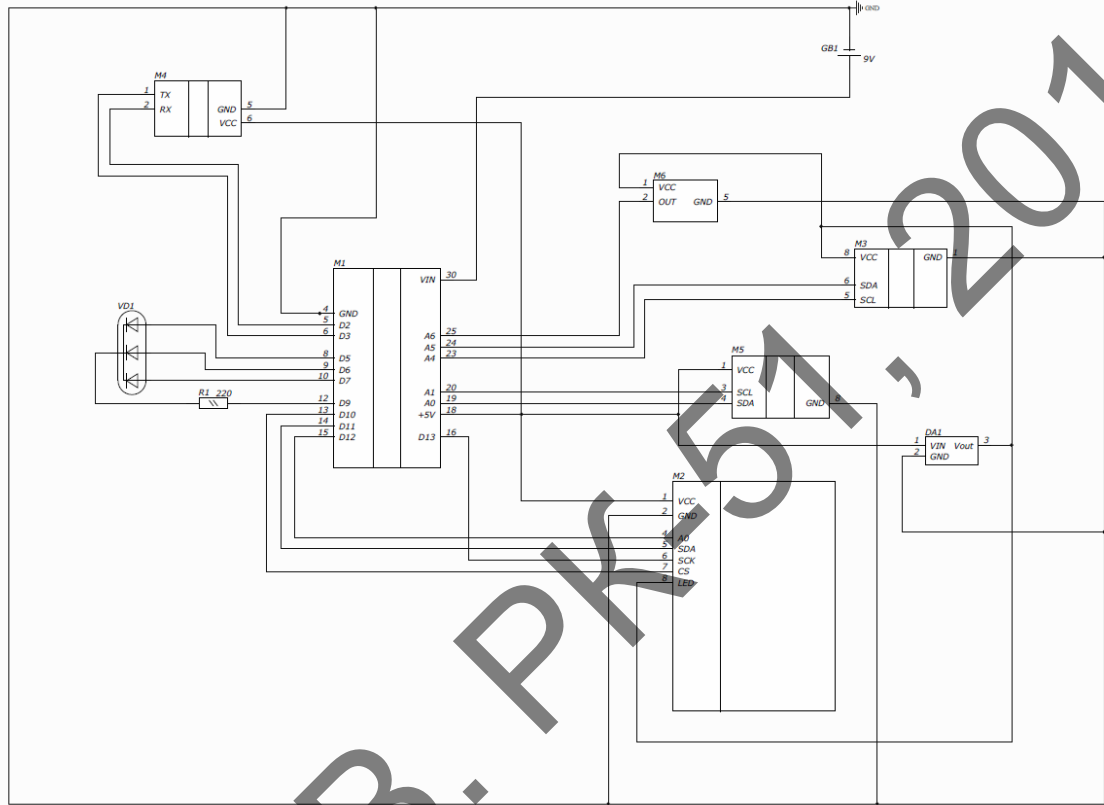


Рисунок 2.13 — схема електрична принципова

Живлення контролера відбувається від акумулятора 9 В, інші елементи живляться від 5В виводу контролера. Так як деякі елементи схеми працюють на напрузі 3.3 В на схемі встановлено стабілізатор напруги на 3.3 В AMS1117. Дані про погодні показники виміряні давачем BME280 передаються на контролер де обробляються і виводяться на дисплей, аналогічно з даними про рівень вуглекислого газу які вимірює давач MH-Z19, про підвищення рівня вуглекислого газу сигналізує RGB світодіод. На дисплей також виводяться дата і час за допомогою модуля реально часу DS3132. Керування режимами відображення інформації відбувається за допомогою сенсорного модуля TTP223.

3 ПРОЕКТУВАННЯ ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ

3.2 Визначення габаритів друкованої плати

Для визначення габаритів друкованої плати спочатку визначено площу кожного окремого елемента на платі, після чого знайдено суму площ всіх елементів. Важливо, що розрахована площа буде мінімально можливою площею друкованої плати, тому розміри для плати необхідно вибрати більшими.

$$S_{\text{дп}} = 1 \sum S_{\text{мг}} + 1,5 \sum S_{\text{сг}} + 2(\text{чи } 3) \sum S_{\text{вг}},$$

де $S_{\text{мг}}$, $S_{\text{сг}}$, $S_{\text{вг}}$ — площі мало-, середньо- та великогабаритних ЕРЕ

По відповідним розрахункам, мінімальна можлива площа друкованої плати складає 4956 мм². Для забезпечення оптимального розміщення елементів та для резервування місця під монтажні отвори було вибрано друковану плату розмірами 85x70 мм. Розміри плати повинні бути кратні 2,5 мм при значенні розмірів менше 100 мм, допуски на лінійні розміри сторін друкованої плати повинні відповідати ГОСТ 25346 [22] і ГОСТ 25347 [23]. Обрані розміри пояснюють тим, що під час розрахунку враховуються не тільки площі всіх елементів, але й провідники між ними, що мають значний розмір, та велику кількість виводів. Також при даних розмірах ми зменшимо вплив паразитних зв'язків на друковану плату.

3.3 Вибір матеріалу друкованої плати

В якості матеріалу плати було вирішено обрати фольгований склотекстоліт FR-4 0,35/0,35 2мм ГОСТ 10316-78 [24] (товщина діелектрика — 2 мм, товщина металізації— 35 мкм). Вибрано склотекстоліт виходячи з цілого ряду переваг у порівнянні з іншими матеріалами, він має гарну механічну міцність, (яка вдало доповнюється його хімічною стійкістю) термостійкість, ни-

зкї втрати, високий поверхневий опір, довговічність, а також матеріал допускає механічну обробку.

3.4 Вибір класу точності друкованої плати

Згідно ГОСТ23751-86 [25] встановлено 5 класів точності:

Плати 1-го та 2-го класів найбільш прості у використанні, надійні в експлуатації та мають мінімальну вартість. Застосовують ОДП і ДДП з дискретними ЕРЕ при низькій та середній щільності компоновки. Рекомендуються для побутової РЕА та РЕА, не критичної до габаритів.

3-ій клас застосовується для друкованих плат з мікросхемами та мікрозбірками.

4-ий клас використовується при високій щільності компоновки.

5-ий клас використовується для особо малогабаритної РЕА.

Для проектування даної ДП було обрано третій клас точності. Його застосовують для ДП з мікросхемами та мікрозбірками при середній та високій щільності компоновки ЕРЕ.

3.5 Визначення ширини друкованих провідників

Виходячи із аналізу схеми в ній наявні 2 типи провідників: сигнальний (5В та 30 мА) та силовий (9В та 100 мА). Проведемо розрахунки ширини друкованих провідників для кожного типу. Результати розрахунків продемонстровані в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 — Тип та ширина провідників

Тип	Напруга (Струм)	Ширина, мм
Сигнальний	5 В (до 30 мА)	Від 0,20 до 0,55
Силовий	9 В (до 100 мА)	Від 0,35 до 0,75

При розрахунку ширини провідників враховувалися два фактори: допустима щільність струму в провіднику та допустиме падіння напруги на провіднику.

3.6 Метод виготовлення друкованої плати

Так як було обрано двосторонню плату, то відповідно матимемо два шари металізації. Тому доцільно вибрати комбінований позитивний метод виготовлення друкованої плати. Комбінований позитивний метод представляє собою виготовлення ДП на фольгованому діелектрику з металізацією отворів, при якому спочатку виконується свердління отворів і металізація, а потім травлення міді з пробільних місць.

При нанесенні рисунку схеми пробільні місця покривають захисним шаром. Після свердління і хімічного міднення отворів здійснюється гальванічне осадження міді на провідники, контактні площадки та в отвори, потім наноситься шар металу, після чого видаляється захисний шар із пробільних місць і стравлюється фольга.

Метод дозволяє виготовляти ДП із підвищеною щільністю монтажу, високими електричними параметрами і високою міцністю зчеплення провідників. [26]

3.7 Робота в графічному редакторі Altium Designer 17.1.6

В даному підрозділі представлено роботу, яку було виконано в графічному редакторі *Altium Designer 17.1.6*

3.7.1 Трасування провідників

Трасування було проведено у графічному редакторі Altium Designer. Залівка землі (ланцюг *GND*) виконана полігоном з двох сторін сторони плати (Top Layer та Bottom Layer).

Результати трасування плати наведено на рис 5.2 та 5.3, відповідно, верхнього та нижнього шару.

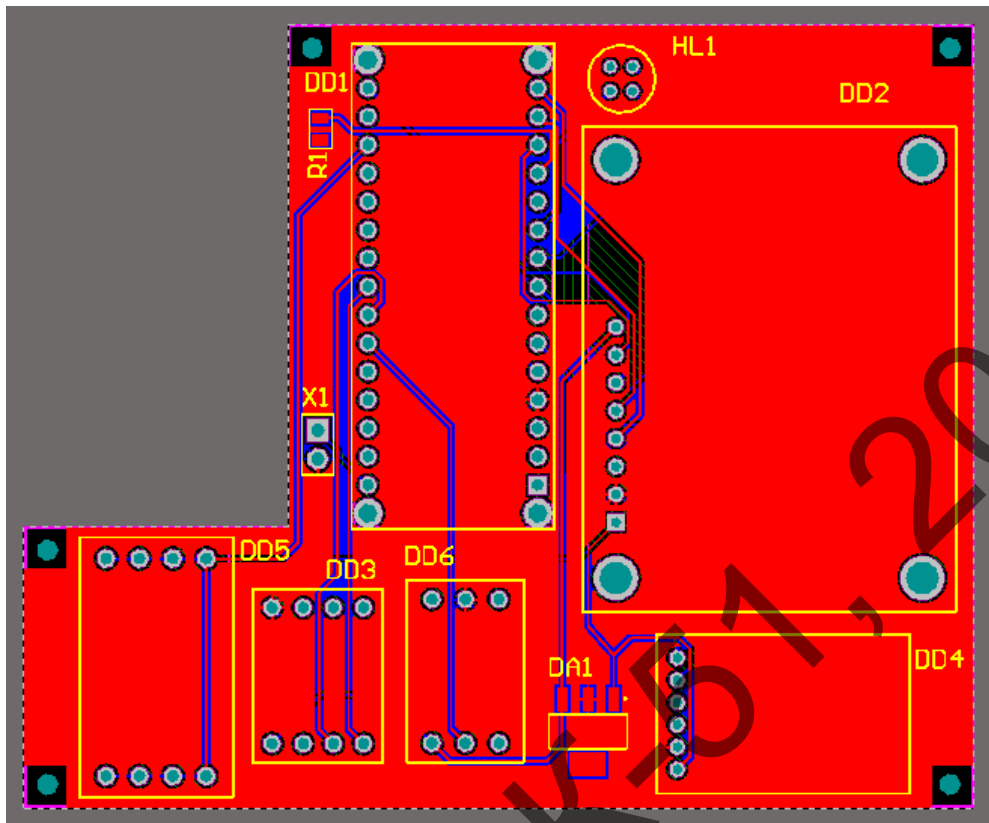


Рисунок 5.2 — Верхній шар

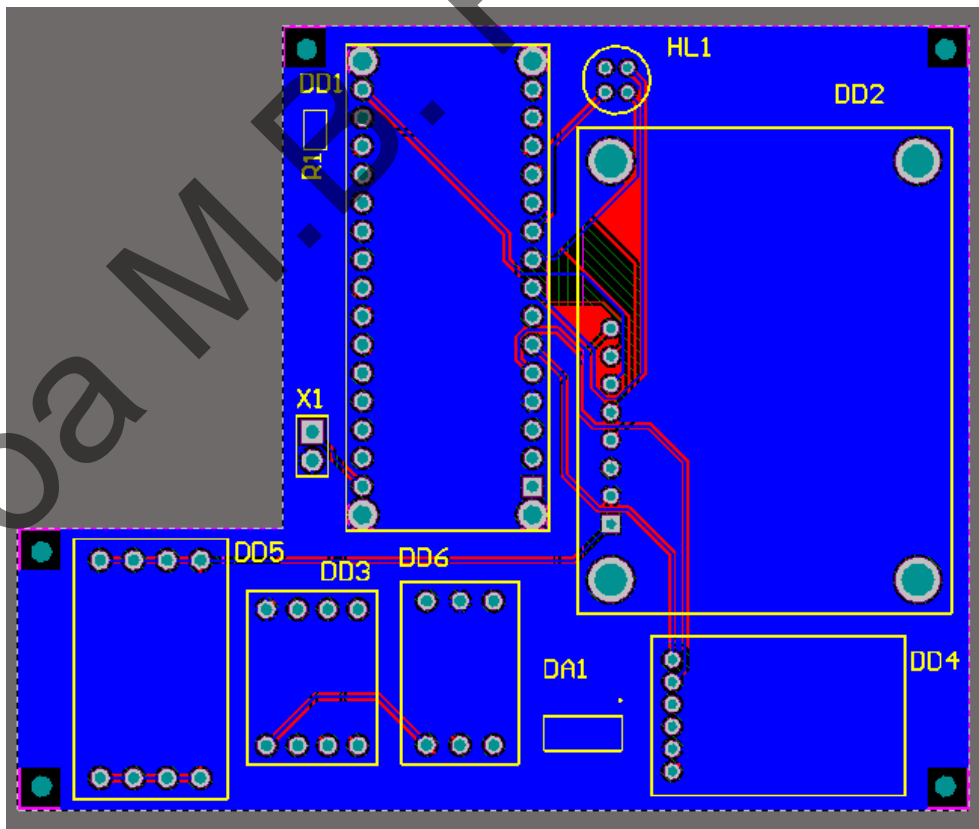


Рисунок 5.3 — Нижній шар

3.7.2 Попередній вигляд друкованої плати

При роботі в середовищі проектування *Altium Designer* було вирішено створити тривимірну модель друкованої плати, що забезпечить кращу та більш детальну візуалізацію компонентів та їх розташування. На рис 5.4 зображено 3D модель ДП.

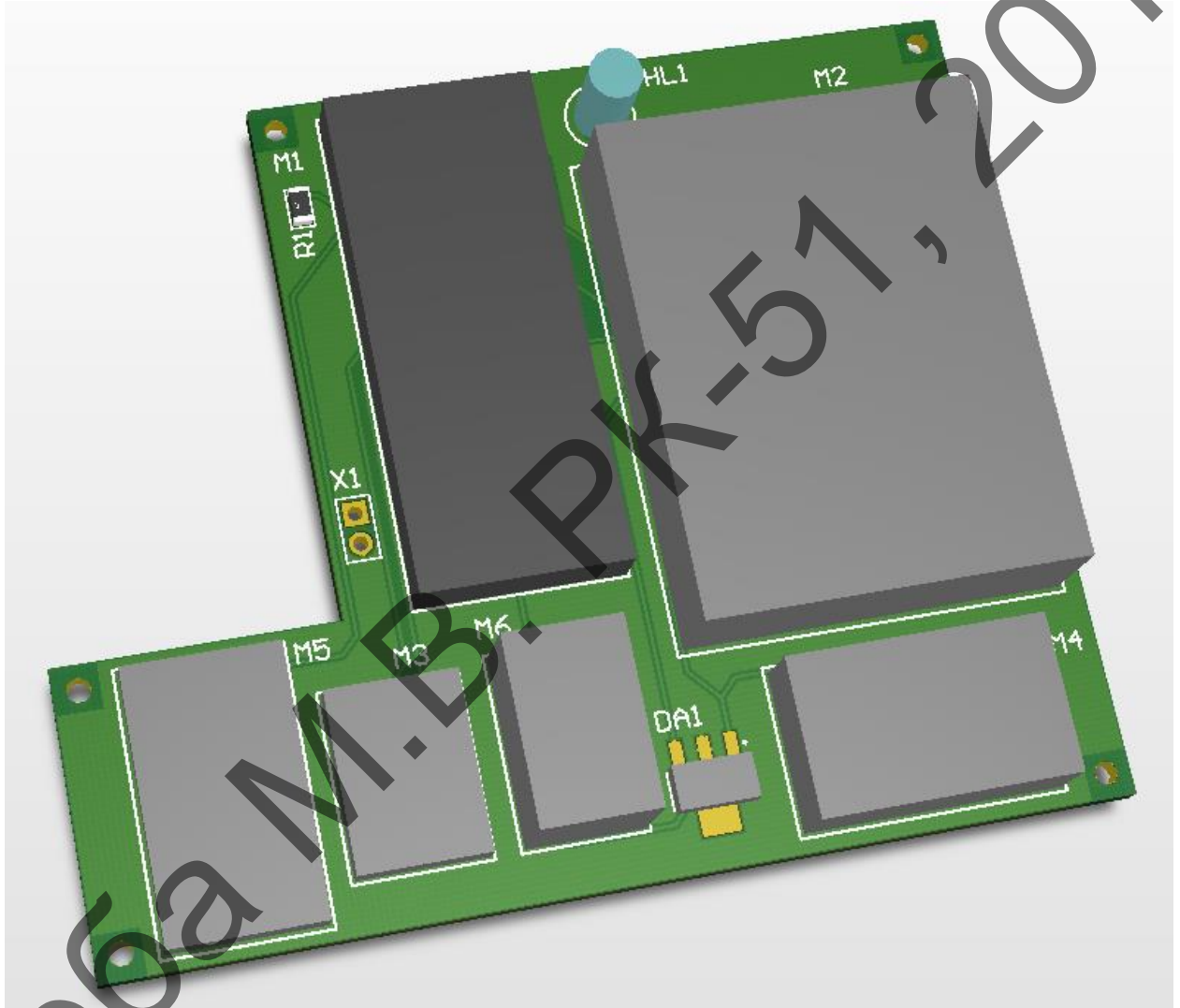


Рисунок 5.3 — 3D модель ДП

На платі спроектовані наскрізні металізовані отвори, які з'єднують верхній та нижній полігон землі (GND), що, відповідно, зменшує імпеданс плати та запобігає спотворення передачі сигналу по провідникам.

4 РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ТА АНАЛІЗ ЙОГО ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

4.1 Внутрішня компоновка пристрою

Внутрішня компоновка починається з розміщення керуючих вузлів та інформаційних засобів (у прямому полі зору користувача) тобто на передній панелі пристрою. Паралельно з розміщенням керуючих вузлів та інформаційних засобів можна компанувати малогабаритні ЕРЕ схеми та функціональні вузли на модулях з тим, щоб забезпечити раціональне використання площі та об'єму. Після закінчення компоновки елементів переходять до компоновки модулів і окремих крупногабаритних елементів.

Для матеріалу корпусу метеостанції обрано пластик, так як він дешевий, легкий і не піддається корозії.

В даному пристрої одна базова плата, яка кріпиться гвинтами (М2) до нижньої панелі корпусу. Орієнтація плати всередині корпусу горизонтально впродовж об'єму корпусу.

На передній стінці корпусу було зроблено вікно 50x35 для дисплею та невеликий отвір для світлодіоду, отвір залити тонким шаром термопластичного клею. На задній панелі корпусу зроблено декілька отворів для датчиків та USB роз'єму.

4.2 Зовнішня компоновка пристрою

Зовнішнє оформлення пристроїв залежить від того, наскільки засоби дизайну основного виду виробу можуть бути статичними, динамічними, чи можливо використати різні декоративні елементи. При художньому конструюванні керувалися наступними принципами:

- форма проста і виразна, окремі частини підкреслюють основне призначення;
- у зовнішній обробці відсутні випадкові деталі;

		Дзюба			PK51.416321.001	Лис
Зм	Лист	№ докум.	Підпис.	Да-		36

- при фарбуванні професійної апаратури зазвичай використовують кольорове вирішення: медична-біла, морська-сіра, побутова-зелена, та інші.

В проєктованому пристрої - передня панель - білого кольору, а всі позначення - чорного. Форма приладу симетрична, підкреслює естетичність і завершеність рішення.

4.3 Розрахунок надійності за раптовими експлуатаційними відмовами

До раптових експлуатаційних відмов зазвичай відносять відмову пристрою під час її експлуатації або коли напрацювання пристрою перевершило заданий термін. Раптові експлуатаційні відмови здебільшого виникають із за прихованих внутрішніх дефектів, які практично не можливо виявити встановленою системою технічного контролю або великої концентрації зовнішніх і внутрішніх навантажень.

Розрахунок надійності проводиться згідно методики, що наведена в [27]. Початковими даними є схема електрична принципова з переліком елементів.

Під час визначення надійності пристрою через відомі показники надійності його елементів застосовують два припущення:

- відмова елементів системи статично не залежні;
- відмова будь-якого елемента приводить до відмови всієї системи.

Прийняті припущення дозволяють використати теорему множення ймовірностей, яка після групування рівно надійних елементів виглядає наступним чином.

Розбиваємо елементи на рівно-надійні групи.

Розрахунок значень надійності для всіх рівно надійних груп, що входять до складу даного вибору наведений в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 — Розрахунок значень надійності рівнонадійних груп раптових експлуатаційних відмов.

№	Тип елемента	$\lambda_{0i} \cdot 10^{-6}$, 1/ч	K_H	a_i	N	λ_i 10^{-6} , 1/ч
1	Давач ВМЕ280	1,11	0,6	0,67	1	0,446
2	Давач CO2 МН- Z19	1,11	0,4	0,67	1	0,297
3	Сенсорний модуль ТТР-223	1,11	0,5	0,67	1	0,37
4	Arduino Nano контролер	1,11	0,6	1,04	1	0,69
5	Модуль реального часу DS3231	1,11	0,7	0,67	1	0,52
6	Стабілізатор напруги AMS1117	1,11	0,6	1,11	1	0,74
7	Резистор RC1206 220 Ом 0.125Вт	0,006	0,5	0,82	1	0,0025
8	Світлодіод RGB	0,0062	0,7	1,22	1	0,0053
9	Дисплей 128X160 TFT LCD	1,11	0,6	1,04	1	0,693
10	Роз'єм	0,785	-	-	2	1,57
11	Пайка з'єднування	0,03	-	-	50	1,5
12	Провідні з'єднання	0,035	-	-	20	0,7
13	Загалом					7,53

Де λ_{0i} — інтенсивність відмов елементів рівно надійної групи в номінальному режимі роботи;

K_H — коефіцієнт навантаження, взяті рекомендовані для розрахунку згідно [27];

a_i — поправочний коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього середовища та електричного навантаження елемента при температурі $t = 40^\circ\text{C}$.

Інтенсивність потоку відмов всього блоку визначається по формулі:

$$\lambda_0 = K_\lambda \cdot \sum_{i=1}^n N_i \cdot \lambda_i$$

де K_λ - поправочний коефіцієнт, який визначає умови експлуатації.

За результатами розрахунків K_λ складає 1.07

Розрахована інтенсивність потоку відмов всього блоку — $9.54 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{год}}$

Тоді, середнє напрацювання на відмову визначаємо за формулою:

$$T_0 = \frac{1}{\lambda_0}$$

За результатами розрахунків воно складає 13280,21

Як бачимо з розрахунків, середнє напрацювання на відмову пристрою задовольняє умови технічного завдання: напрацювання портативної метеостанції на відмову становить не менше 10000 годин.

Отриманий результат повністю задовольняє вимоги технічного завдання, висунутих по надійності пристрою.

4.4 Розрахунок ударо і віброміцності

При експлуатації приладу механічні пошкодження і перевантаження також впливають і на паяні з'єднання виводів елементів плати. Механічні характеристики припоїв значно нижчі ніж провідників та виводів, але вони більш пластичні, тому під час вібраційних та ударних впливів деформації плати можуть привести до пластичних деформацій.

Було розраховано деформації у місцях розташування виводів та їх паяних з'єднань. Також визначено імовірність безвідмовної роботи при ударах та вібраціях.

За результатами розрахунків було визначено максимальні напруження у крайніх виводах:

- при вібрації = 0,02 МПа

- при ударах = 0,1 МПа

імовірність безвідмовної роботи:

- при вібрації = 1,000

- при ударах = 1,000

З результатів розрахунку надійності видно, що ймовірність безвідмовної роботи елементів при ударах та вібраціях дорівнює 1.000, а відношення зовнішньої частоти до власної знаходиться в до резонансній зоні.

Отримані результати задовольняють вимогам технічного завдання, висунутим по ударо та віброміцності виробу

4.5 Розрахунок теплового режиму пристрою

Тепловий режим - це сукупність показників температури всіх елементів, що містяться в складі радіоелектронних засобів. Залежно від теплового режиму вузли і блоки радіоелектронних засобів поділяють на теплонавантаженні й нетеплонавантаженні. Теплова навантаженість РЕА передусім виділяється щільністю теплового потоку у проектованому пристрої. Щільність

теплого потоку характеризується теплом, що проходить через одиницю поверхні.

Нетеплонавантаженість характеризується щільністю теплого потоку, яка здебільшого не перевищує $0,5 \text{ мВт/см}^2$. Таким чином, перегрів поверхні пристрою в порівнянні з температурою навколишнього середовища не перевищує $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Якщо під час розрахунків щільності теплого потоку, розрахункове значення переважає $0,5 \text{ мВт/см}^2$, пристрій допускається вважати теплонавантаженим, який потребуватиме застосування спеціальної системи охолодження.

Для захисту елементів від перегріву використовують радіатори, тепловідвідні шини, вентилятори та системи рідинного примусового охолодження. Під час захисту пристрою від високих температур використовують термоустаткування, яке може бути як із підгрівом, так і без нього.

Зміна температури може погіршити надійність. До головних причин поступових відмов, які спричиняють погіршення роботи пристрою відносять ізоляційні властивості матеріалу, які з часом погіршуються.

До причин різких відмов пристрою відносять:

- Пошкодження цілісності елементів в конструкції пристрою
- Друковані провідники з часом відслоюються
- Конденсація вологості.

Під час визначення температури в корпусі пристрою, необхідно розраховувати температуру в корпусі критичного елемента. Критичний елемент – елемент, який має найбільшу чутливість до підвищення температури, завдяки чому пристрій може вийти з ладу. В розробленій електрично принциповій схемі таким елементом є давач CO_2 МН-Z19, оскільки максимальна допустима температура нижча в порівнянні з іншими мікросхемами.

При встановленні температури у корпусі пристрою передусім розраховують еквівалентний коефіцієнт теплопровідності модуля ($\lambda_{екв}$), в якому знаходиться дана мікросхема. При недостатності теплопровідних шин виконується умова, що $\lambda_{екв} = \lambda_0$, де λ_0 – теплопровідність матеріалу основи плати. Для склотекстоліту $\lambda_0 = 0,25$ Вт/(м·К)

Розрахуємо коефіцієнт теплового потоку

$$K = \sqrt{\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{\delta_n \cdot \lambda_{екв}}}$$

Де α_1 і α_2 - коефіцієнти теплового обміну на друкованій платі. Зазвичай для природного теплообміну сума коефіцієнтів α_1 та α_2 становить 17 Вт/(м²·К). δ_n – товщина друкованої плати.

Розрахований коефіцієнт складає 82.462

Розрахуємо перегрів, що утвориться на поверхні корпусу мікросхеми за наступною формулою:

$$\Delta t = k \cdot \left(\frac{Q_m}{k_\alpha \cdot (S_m - S_{осн\ m})} + \sum_{i=1}^N \frac{Q_{ел} \cdot \frac{K_0(mr_i)}{K_0(mR)}}{k_\alpha \cdot (S_{ел} - S_{осн\ эл})} \right)$$

Де k – емпіричний коефіцієнт. Для корпусу, центр якого знаходиться на відстані близько $3R$ від краю друкованої плати становить 1. $k_\alpha = 45$ Вт/м² – коефіцієнт тепловіддачі від корпусів ЕРЕ. $N = 2$ – кількість елементів, які розташовані навколо давача CO2 МН-Z19.

$K_0(mr_i)$ і $K_0(mR)$ – модифіковані функції Бесселя, співвідношення яких залежить від еквівалентного радіусу R . Їх співвідношення наближено дорівнює 1,18.

$Q_T = 0,7$ Вт – потужність, що розсіюється давачем CO2 МН-Z19,

$Q_{ел} = 0,22$ Вт - потужність, що розсіюється сусідніми елементами,

$S_T = 6 \cdot 10^{-4}$ м² – площа поверхні мікросхеми,

		Дзюба			PK51.416321.001	Лис
Зм	Лист	№ докум.	Підпис.	Да-		42

$S_{\text{ел}} = 15,42 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ - площа поверхні сусідніх елементів,

$S_{\text{осн т}} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ – площа основи давача CO2 МН-Z19,

$S_{\text{осн ел}} = 9,46 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ - площа основи сусідніх елементів.

За результатами розрахунків Δt складає 4.8 (°C).

Знайдемо температуру мікросхеми в корпусі пристрою

$$t_m = t_e + \Delta t$$

За результатами розрахунків температура складає 32.8 (°C)

Так як максимальна температура T_{max} давача становить 50 °C, перегрів не відбувається і давач працює у не тепло навантаженому режимі. Отже, можна зробити висновок, що додаткове охолодження корпусу не потрібне.

Розрахунки проводились згідно методики наведеної в [28].

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці — це система законодавчих актів, соціально-економічних, гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, які забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. Завдання охорони праці – звести до мінімуму імовірність ураження або захворювання працюючого з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці. Реальні виробничі умови характеризуються, як правило, наявністю деяких небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Відповідно до закону України “Про охорону праці” на все нове обладнання, що розробляється, необхідно розробляти безпечні умови для обслуговуючого персоналу. Тому питання безпеки та покращення умов праці разом з підвищенням продуктивності машини та випускаємої продукції є визначальним для конструктора.

В даному розділі дипломного проекту визначимо основні потенційно шкідливі і небезпечні чинники які мають місце при розробці, виготовленні та експлуатації спроектованого пристрою. Також запропоновані технічні рішення та організаційні заходи щодо покращення умов праці на робочому місці, заходи з безпеки і гігієни праці та виробничої санітарії, крім того розглянуті питання з пожежної безпеки та профілактики. Основну увагу в цьому розділі присвячено питанням електробезпеки, а також аналізу потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що мають місце при проведенні технологічного процесу пайки.

5.1 Визначення основних потенційно шкідливих і небезпечних виробничих факторів

Проаналізуємо основні потенційно шкідливі і небезпечні фактори, що виникають при виготовленні даного пристрою:

- небезпека ураження електричним струмом;
- недостатня освітленість робочого місця;

		Дзюба			PK51.416321.001	Лис
Зм	Лист	№ докум.	Підпис.	Да-		44

- наявність електромагнітного випромінювання;
- незадовільні параметри мікроклімату у робочій зоні;
- підвищений рівень шуму;
- значні психофізіологічні навантаження;
- негативний вплив аерозолю свинцю.
- пил і загазованість в повітрі робочої зони;
- незадовільна освітленість робочих місць або підвищена яскравість світла;
- незадовільні метеорологічні умови в робочій зоні;
- вплив бризів та крапель розплавленого припою;
- нервово–психічні перевантаження;
- небезпека виникнення пожежі.

Одним з найбільш небезпечних і шкідливих факторів, при виробництві спроектованого пристрою, є пайка виводів радіо компонентів. При пайці використовується олов'яно-свинцевий припій ПОС-40, до складу якого входить свинець, що відноситься до першого класу небезпеки.

5.2 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки і гігієни праці та виробничої санітарії

5.2.1 Біологічна дія небезпечних та шкідливих факторів

Однією із необхідних умов здорової і високопродуктивної праці є забезпечення чистоти повітря і нормальних метеорологічних умов у робочій зоні приміщення – просторі висотою до 2 м над рівнем підлоги. Знешкодження дії таких небезпечних виробничих факторів, як газів і парів, пилу, надлишкової теплоти і вологи, і створення здорового повітряного середовища є важливим народногосподарським завданням, яке повинно здійснюватися комплексно, одночасно з вирішенням основних питань виробництва.

Ручна пайка супроводжується забрудненням повітряного середовища аерозолем припою. Знаходячись у запиленій атмосфері, робітники піддають-

		Дзюба			PK51.416321.001	Лист
Зм	Лист	№ докум.	Підпис.	Да-		45

ся впливу пилу та пару, шкідливі речовини осідають на шкірі, попадають на слизову оболонку порожнини рота, очей, верхніх дихальних шляхів, зі слиною заковтуються в травний тракт, вдихаються в легені. Поряд із забрудненням повітряного середовища забруднюються робочі поверхні й одяг робітників. Ступінь впливу аерозолів залежить від хімічного складу. Більшість елементів, що входять до складу застосовуваних припоїв, є шкідливими для здоров'я та життя людини. У розроблювальному технологічному процесі застосовується припій ПОС-40 ГОСТ1499-79. [28] До складу припою входить 39–40% олова, інше — свинець. Біологічна дія, клас небезпеки і ГДК в повітрі робочої зони вихідних компонентів, що входять до складу аерозолію приведені в табл.5.1.

Таблиця 5.1 — Біологічна дія, клас небезпеки і ГДК в повітрі роб. зони

Компоненти	Характер токсичності дії	Клас небезпеки	ГДК у повітрі робочої зони, мг/м ³
Свинець	При отруєнні спостерігається поразка нервової системи, крові, серцево судинної системи, шлунково-кишкового тракту, статевої системи.	1	0,01
Олово	Поразка бронхів. При тривалому впливі можливий пневмоконіоз.	3	10,0
Спирт етиловий	Має наркотичну і дратівну дію при тривалому контакті.	4	1000
Каніфоль	Має дратівну дію. При тривалому впливі на шкіру викликає дерматит.	—	—

5.2.2 Електробезпека

Згідно ДБН В.2.5-27-2006 [29] та ПУЕ науково-дослідницька лабораторія відноситься до приміщень без підвищеного ризику отримання електротравм. Електроустаткування, що використовується у роботі, відповідно до

ДСТУ ІЕС 61140:2015 [30] належить до устаткування класів I та II за електрозахистом. Спроектований виріб має III клас за електрозахистом.

Напруга доторкання — це напруга між двома точками електричного кола, до яких одночасно доторкається людина. Гранично допустимі значення напруги доторкання аварійного режиму роботи електроустановок регламентуються ПУЕ-2017 (див табл. 5.2).

Таблиця 5.2 — Гранично допустимі значення напруги доторкання

t(сек)	До 0,1	0,2	0,5	0,7	0,9	>1 сек до 5сек
$U_{\text{доп.дот}}$ (В)	500	400	200	130	100	65

Основними технічними засобами, що забезпечують безпеку робіт (згідно ПУЕ-2017 та ДБН В.2.5-27-2006 є: надійна ізоляція, захисне заземлення, занулення, захисне відключення, засоби індивідуального захисту. У системі трифазних мереж із глухо заземленою нейтраллю, яка використовується у науково-дослідницькій лабораторії, найкращими засобами захисту є надійна ізоляція струмоведучих частин електроустаткування і занулення відповідно до ПУЕ (з'єднання елементів, що перебувають під напругою, із глухо заземленою нейтраллю — система заземлення TN-S).

5.2.3 Виробничий шум

Для умов, що розглядаються в проекті і характеру роботи, який можна класифікувати як роботу програміста обчислювальної машини у лабораторії для теоретичних робіт та обробки даних, рівні шуму визначені ДСН 3.3.6.037-99 [31].

Джерелами шуму в умовах робочого приміщення, що розглядається в роботі є вентилятори охолодження внутрішніх систем персонального комп'ютера (вентилятори блоку живлення, радіатора процесора та відеокарти) і система кондиціонування повітря.

Очікувані рівні звукового тиску і рівень звуку відповідно до шумових характеристик цих джерел (ШХ) :

- рівень шуму, створюваний внутрішніми елементами ПК дорівнює 35 дБ;
- рівень шуму системи кондиціонування на низьких/високих частотах дорівнює 25/30 дБ.

Оскільки рівні звуку потенційних джерел шуму нижчі допустимих, умови робочого приміщення відповідають вимогам.

5.2.4 Визначення концентрації аерозолі свинцю при проведенні технологічного процесу пайки електрорадіоелементів

Як видно з табл.5.1 найбільш небезпечною речовиною аерозолі є свинець. Виходячи з вищесказаного, небезпека процесу визначається токсичністю свинцю, причому наявність олова знижує токсичний ефект.

Зробимо розрахунок концентрації аерозолі свинцю в повітрі робочої зони. На робочих місцях питома утворення аерозолі свинцю при пайці електропаяльником складає 0,02 мг/100 пайок. Концентрація аерозолі в атмосфері складає :

$$C = 0,6 \cdot \frac{y \cdot n \cdot t \cdot N}{V}, \quad (5.1)$$

де $y = 0,02$ [мг/100пайок] — питома утворення свинцю;

$n = 7$ — кількість пайок за хвилину, шт.;

$t = 10$ [год] — тривалість зміни;

$N = 2$ — кількість робочих місць, де ведеться пайка, шт.;

$V = 25$ [m^3] — об'єм приміщення.

$$C = 0,6 \cdot \frac{0,02 \cdot 7 \cdot 10 \cdot 2}{25} = 0,068 \text{ [мг/м}^3\text{]}.$$

$$0,068 \text{ [мг/м}^3\text{]} > 0,01 \text{ [мг/м}^3\text{]}.$$

Після проведення розрахунку можна зробити такий висновок, так як концентрація аерозолі свинцю перевищує ГДК, нам необхідні відповідні заходи щодо поліпшення умов праці. Потрібно на робочих місцях монтажника встановити примусові місцеві відсоси.

5.2.5 Оцінка впливу інфрачервоного випромінювання при проведенні технологічного процесу пайки електрорадіоелементів

Зробимо перевірочний розрахунок інтенсивності інфрачервоного випромінювання від паяльника. При пайці використовується припій ПОС-40. Його температура плавлення дорівнює 183 [°C]. Температура паяльника повинна бути на 40C⁰ більше і дорівнює 223 [°C].

Знайдемо довжину хвилі максимальної інтенсивності випромінювання:

$$l = 2,88/T, \quad (5.2)$$

де l — довжина хвилі, мм;

T — температура випромінюючої поверхні, К.

Розрахована довжина хвилі складає 5,71 мкм. Випромінювання такої хвилі поглинається шкірним покривом людини, в результаті чого підвищується температура шкіри і підшкірних тканин. Визначимо площу поверхні випромінювання.

$$S = \pi (d_1 \cdot l_1 + d_2 \cdot l_2), \quad (5.3)$$

де S — площа випромінюючої поверхні, м²;

d_1 — діаметр жала паяльника;

d_2 — діаметр нагрівача;

l_1, l_2 — довжини відповідно.

Розрахована площа складає 0,00285 м².

Визначимо інтенсивність опромінення. Якщо відстань від джерела випромінювання до людини $r = 0,1 [м] > r_{\min} = 0,054 [м]$, то застосуємо точковий метод розрахунку.

$$q = 0,91 \cdot S \cdot [(T/100)^4 - A]/r^2, \quad (5.4)$$

$A = 85$ — для шкірного покриву людини.

		Дзюба			PK51.416321.001	Лис
						49
Зм	Лист	№ докум.	Підпис.	Да-		

Розрахована інтенсивність 108,3 Вт/м².

При довжині хвилі $l = 5,71$ [мкм]; $q_{\text{доп}} = 120$ [Вт/м²]. Розраховане

$q < q_{\text{доп}}$, тому додаткових заходів захисту не потрібно.

5.2.6 Параметри мікроклімату робочої зони

Виконувані роботи при пайці згідно з ДСН 3.3.6.042-99 [32] відповідають категорії II, а робота — сидяча, з підняттям ваги до 1кг. Розглядається холодний період року.

У приміщенні використовується 6-ти секційна чавунна батарея центрального опалення для підтримки нормальної температури повітря в холодну пору року. Також є кондиціонер для підтримки постійної температури в приміщенні.

Для підтримки необхідних параметрів повітря в приміщенні використовується природна вентиляція. У приміщенні є вікно, яке можна відкривати, якщо буде потреба в теплий період. Шкідливі речовини в приміщенні не зберігаються й не використовуються.

Фактичні параметри мікроклімату в робочій зоні відповідають приведеним вище нормам ДСН 3.3.6.042-99.

5.3 Освітленість робочих місць

Перевіримо освітленість, що забезпечується загальним рівномірним штучним освітленням. Для визначення освітленості застосуємо метод коефіцієнта використання світлового потоку.

Як джерело світла використовуємо люмінесцентні лампи ЛБ-80 потужністю 80 [Вт]. Застосовуються світильники ПВЛМ чи ЛСПО62·80-08.

Освітленість дорівнює:

$$E = \frac{N \cdot \Phi_0 \cdot \eta}{S \cdot K_3 \cdot Z}, \quad (5.9)$$

де $N = 12$ — кількість світильників у приміщенні;

$\Phi_0 = 5220$ Лм — світловий потік світильника;

		Дзюба			PK51.416321.001	Лис
Зм	Лист	№ докум.	Підпис.	Да-		50

K_3 – коефіцієнт запасу;

$S = 35 \text{ м}^2$ — площа освітлюваного приміщення;

η – коефіцієнт використання світлового потоку. Визначається в залежності від індексу приміщення і коефіцієнтів відбиття стелі, $\eta_1 = 0,7$, стін $\eta_2 = 0,5$, підлоги $\eta_3 = 0,1$.

$$i = \frac{l \cdot b}{h(l + b)}, \quad (5.10)$$

де $l = 7[\text{м}]$ — довжина приміщення;

$b = 5[\text{м}]$ — ширина приміщення;

$h = 3[\text{м}]$ — висота підвісу світильників;

$$i = 7 \cdot 5 / (3 \cdot (7 + 5)) = 0,96.$$

Визначаємо $\eta = 0,34$.

При використанні люмінесцентних ламп у приміщеннях з повітряним середовищем, що містить менше за 1 мг/м^3 пилу; $K_3 = 1,5$; $Z = 1,1$ — коефіцієнт нерівномірності освітлення

За результатами розрахунків освітленість складає $385,32 \text{ Лк}$.

Норма загального освітлення робочих місць (контраст об'єкта розрізнення середній, фон середній; робота високої точності) складає 300 Лк . Фактичне E більше необхідного, і норми ДБН В 2.5–28–2006 виконуються.

На робочому місці монтажу РЕА комбіноване освітлення повинне забезпечити освітленість місця $E_{\text{норм}} = 750 \text{ Лк}$. Загальне освітлення забезпечує 385 Лк , місцеве повинно бути $E_{\text{норм}} - E_{\text{заг}} = 365 \text{ Лк}$. Застосуємо джерело місцевого освітлення МЛ–2х80. Перевіримо чи забезпечить даний світильник необхідну освітленість

$$E = \frac{n \cdot \Phi_0 \cdot L \cdot N \cdot \mu \cdot \psi}{1000 \cdot K_3}, \quad (5.11)$$

де $N = 1$ — число світильників;

E — освітленість, яку забезпечує місцевий світильник;

$K_3 = 1,5$ — коефіцієнт запасу;

$n = 2$ — число ламп у світильнику;
 $\Phi_0 = 4070$ [Лм]— світловий потік лампи ЛД80;
 $\mu = 1,2$ — коефіцієнт збільшення освітленості від навколишніх предметів;

$L = 100$ — умовна освітленість за графіком;

$\psi = 1$ — враховує кут нахилу робочої площини, тоді:

За результатами розрахунків освітленість складає 620,2 Лк.

Комбіноване освітлення з джерелом МЛ–2x80 забезпечить необхідну освітленість на робочому місці монтажника ($620,2 > 381$).

5.4 Пожежна безпека та профілактика

Відповідно до ДСТУ Б.В.1.1-36:2016 [33] робоче приміщення лабораторії відноситься до категорії В за вибухопожежною небезпекою. Відповідно до ПУЕ-2017 та ДНАОП 0.00-1.32-01 клас робочих зон приміщення лабораторії за пожежонебезпекою - П-Па. Можливими причинами пожежі в приміщенні є несправність електроустаткування, коротке замикання проводки, і порушення протипожежного режиму (використання побутових нагрівальних приладів, паління). У зв'язку з цим, відповідно до вимог ПБЕ та ПУЕ, необхідно передбачити наступні заходи:

1. Ретельну ізоляцію всіх струмоведучих провідників до робочих місць, періодичний огляд та перевірку ізоляції.
2. Дотримання норм протипожежної безпеки на робочих місцях.
3. Відповідні організаційні заходи(заборона паління, інструктаж).

Для гасіння пожежі в робочому приміщенні лабораторії (клас пожежі „Е”- наявність електрообладнання під напругою) використовуються вогнегасники ОП-1 — “Момент” (2 шт.). Додатково в коридорі розташовані вогнегасники ОХП-10. Така кількість вогнегасників відповідає вимогам ДСТУ 3675 – 98 [34] та ISO3941 – 77, якими передбачена обов'язкова наявність двох вог-

		Дзюба			PK51.416321.001	Лис
Зм	Лист	№ докум.	Підпис.	Да-		52

негасників до 100м² площі підлоги для приміщення типу конструкторське бюро.

Дотримано усі вимоги ДБН В.1.1-7-2016 за шириною евакуаційних проходів і виходів із приміщень назовні.

З метою профілактики загоряння електропроводки необхідно не менш одного разу в три місяці проводити профілактичні огляди електромережі. Рубильники для відключення мережі мають знаходитись на видному місці, підходи до них необхідно звільнити. У випадку виникнення пожежі в приміщенні, згідно ДБН, забезпечена можливість безпечної евакуації людей, через евакуаційні виходи.

У робочому приміщенні виконуються усі вимоги щодо пожежної безпеки у відповідності до НАПБ А.01.001-2004 [35] “Правила пожежної безпеки в Україні”.

		Дзюба			PK51.416321.001	Лист
						53
Зм	Лист	№ докум.	Підпис.	Да-		

ВИСНОВКИ

За результатами проведеного аналізу типових рішень виконання цифрових метеостанцій розроблено структурну схему цифрової портативної метеостанції.

Розглянуто варіанти виконання окремих структурних елементів системи, в якості контролера було прийнято рішення використати Arduino Nano, враховуючи невеликі габаритні розміри та вбудований драйвер USB-порту. В якості давача погодних показників було використано універсальний давач ВМЕ280, а для вимірювання рівня вуглекислого газу було обрано МН-Z19.

За розробленою схемою електричною принциповою проведено проектування друкованого вузла з виконанням всіх необхідних для цього розрахунків.

В підсумку отримано комплект конструкторської документації, за яким можна виготовляти даний пристрій.

Пристрій відповідає вимогам, що були поставлені у технічному завданні.

		Дзюба			PK51.416321.001	Лист
						54
Зм	Лист	№ докум.	Підпис.	Да-		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Нама EWS-800 — [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://tsifra.by/meteostantsija-hama-ews-800> — Назва з екрану.
2. FA-2460 — [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://irecommend.ru/content/meteostantsiya-first-fa-2460> — Назва з екрану.
3. TFA-602527 — [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://m.ua/desc/tfa-602527/> — Назва з екрану.
4. ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <http://docs.cntd.ru/document/1200003320> — Назва з екрану.
5. ГОСТ 16019-2001 Требования по стойкости к воздействию механических и климатических факторов и методы испытаний. [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <http://docs.cntd.ru/document/gost-16019-2001> — Назва з екрану.
6. ГОСТ 17516.1-90 Общие требования к части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам. [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <http://www.serconsrus.ru/images/seism/GOST-17516.1-90.pdf> — Назва з екрану.
7. Arduino Uno — [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://arduinomaster.ru/platy-arduino/plata-arduino-uno/> — Назва з екрану.
8. Arduino Mega — [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://arduinomaster.ru/platy-arduino/plata-arduino-mega-2560/> — Назва з екрану.

9. Arduino Nano — [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://arduinomaster.ru/platy-arduino/plata-arduino-nano/> — Назва з екрану.
10. DHT11 — [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://arduino.ua/prod185-datchik-vlajnosti-i-temperatyri-dht11> — Назва з екрану.
11. AM2301 — [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://arduino.ua/prod1683-datchik-vlajnosti-i-temperatyri-dht21am2301> — Назва з екрану.
12. DHT22 — [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://arduino.ua/prod301-datchik-vlajnosti-i-temperatyri-dht22> — Назва з екрану.
13. BMP280 — [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://arduino.ua/prod1758-barometr-datchik-atmosfernogo-davleniya-na-bmp280> — Назва з екрану.
14. BME280 — [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://arduino.ua/prod1930-bme280-5v-i2c-datchik-temperatyri-vlajnosti-davleniya> — Назва з екрану.
15. MH-Z12 — [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://prom.ua/Datchiki-uglekislogo-gaza-co2.html> — Назва з екрану.
16. DS3132 — [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ru.aliexpress.com/item/32669670601.html> — Назва з екрану.
17. TTP223 — [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ru.aliexpress.com/item/32640767776.html> — Назва з екрану.
18. TFT Дисплей 128x160 1.8дюйма — [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://freebuy.in.ua/p874034459-displej-tft-tsvetnoj.html> — Назва з екрану.

19. AMS1117 — [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://arduino.ua/prod740-Stabilizator-napryajeniya-3-3V-1A> — Назва з екрану.
20. Типо-розміри SMD резисторів — [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://go-radio.ru/razmery-smd-rezistorov.html> — Назва з екрану.
21. R1206 — [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.sigmaelectronica.net/manuals/r1206-r3020_e20120701.pdf — Назва з екрану.
22. ГОСТ 25346 – 2013 Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Основные положения, допуски, отклонения и посадки [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <http://docs.cntd.ru/document/1200108840> — Назва з екрану.
23. ГОСТ 25347-82 Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Поля допусков и рекомендуемые посадки. [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: <http://docs.cntd.ru/document/gost-25347-82> — Назва з екрану.
24. ГОСТ 10316-78 Склотекстоліт фольгований марки СФ. [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу: https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/FS1_datasheet.pdf — Назва з екрану.
25. ГОСТ 23751-86 Друковані плати. Основні параметри конструкції. [Електронний ресурс]. — Режим доступу до <http://www.lamsystems-lto.ru/files/pdf/gost-23751.pdf> — Назва з екрану.
26. Комбінований позитивний метод — [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://svyatik.org/svarka-65688.html> — Назва з екрану.
27. Практическое пособие по учебному конструированию РЭА Т.Белинский, В.П.Гондюл "Вища школа", 1992.-493 с.

28. Розрахунок теплового режиму — [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://nadoest.com/6-konstruktorseki-rozrahunki-zagalenij-opis-konstrukciyi-prist> — Назва з екрану.
29. ГОСТ1499-79 Припои оловянно-свинцевые — [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://docs.cntd.ru/document/1200009243> — Назва з екрану.
30. ДБН В.2.5-27-2006 Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків та споруд — [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://elfort.com.ua/download/B.2.5-27-2006.pdf> — Назва з екрану.
31. ДСТУ ІЕС 61140:2015 Захист проти ураження електричним струмом — [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://document.ua/zahist-proti-urazhennja-elektrichnim-strumom-zagalni-aspekt-nor30777.html> — Назва з екрану.
32. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку — [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://arm.te.ua/docs/DSN-3.3.6.037-99.pdf> — Назва з екрану.
33. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату робочих приміщень — [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99> — Назва з екрану.
34. ДСТУ Б.В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків, установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою — [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativydstu/> — Назва з екрану.
35. ДСТУ 3675 – 98 Пожежна безпека. Вогнегасники переносні — [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=51035 — Назва з екрану.
36. НАПБ А.01.001-2004 Правила пожежної безпеки в Україні — [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://deos->

		Дзюба			PK51.416321.001	Лист
Зм	Лист	№ докум.	Підпис.	Да-		58

release.com/image/catalog/img/pdf/NAPB%20A.01.001-2014.pdf — Назва з екрану.

Дзюба М.В. РК-51, 2019

		Дзюба			РК51.416321.001	Лист
						59
Зм	Лист	№ докум.	Підпис.	Да-		

ДОДАТОК А

ПОГОДЖЕНО

Керівник дипломної роботи
к.т.н.,доц. Тарабаров С. Б.

(дата)

(підпис)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри радіоконс-
руювання та виробництва раді-
апаратури д.т.н. , проф. Не-
лін Є. А.

(дата)

(підпис)

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

«Цифрова портативна метеостанція»

Київ 2019

		Дзюба			PK51.416321.001	Лист
						60
Зм	Лист	№ докум.	Підпис.	Да-		

1 НАЗВА І ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

Назва дипломного проекту «Цифрова портативна метеостанція»

Підставою для виконання є завдання видане кафедрою радіоконструювання та виробництва радіоапаратури від «___» _____ 2019 р.

2 ВИКОНАВЦІ ПРОЕКТУ:

Виконавець: студент групи РК-51 Дзюба Микола Валерійович.

3 МЕТА ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ І ПРИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКЦІЇ

Метою дипломного проекту є розробка цифрової портативної метеостанції, функція якої полягає в проведенні метеорологічних спостережень, що дозволяють виміряти три основні погодні показники: температуру, атмосферний тиск і вологість, а також рівень вуглекислого газу у повітрі. Додатково метеостанція має показувати дату і час.

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1 Призначення

Параметри живлення: напруга — 9 В, струм не більше 200 мА.

Вхідний роз'єм: USB, який забезпечує зв'язок з комп'ютером

4.2 Життєздатності та стійкості до зовнішніх впливів і чинників

Кліматичні вимоги УХЛ1.1 згідно ГОСТ 15150-69.

4.3 Надійності

Середній час безвідмовної роботи не менше 10000 годин.

Імовірність безвідмовної роботи 0,9.

Середній строк служби не менше року.

4.4 Конструкції

-моноблочна закрита;

-забезпечити зручне та просте налаштування пристрою.

		Дзюба			РК51.416321.001	Лист
						61
Зм	Лист	№ докум.	Підпис.	Да-		

4.5 Уніфікації і стандартизації

Використовувати уніфіковану та стандартизовану елементну базу та матеріали.

4.6 Дизайну, ергономіки та технічної естетики

Колір корпусу білий або сірий.

Згідно з ДСТУ 3943-2000 та ДСТУ 3944-2000 для дизайну.

4.7 Експлуатації, зручності технічного обслуговування та ремонту

Технічний обслуговування проводити раз на рік. Чистку від запилення не менше 1 разу на два місяця.

Ремонт здійснювати у спеціалізованих сервісних центрах.

4.7 Безпеки для життя, здоров'я і майна громадян та охорони довкілля

Керуватися положеннями стандартів про вимоги технічної безпеки, електробезпеки, пожежної безпеки.

Утилізація згідно вимог для промислових відходів за ГОСТ 30773-2001.

4.8 Транспортування і зберігання

Умови транспортування згідно ГОСТ 15150-69 умови УХЛЗ.

Зберігання: сухість на складі, плюсові температури на складі.

4.9 Якості і технічного рівня

Відповідає світовому рівню.

5 ВИМОГИ ДО СИРОВИНИ, МАТЕРІАЛІВ І ПКВ

Матеріали повинні бути екологічно чистими згідно ДСТУ 2195-99

6 ВИМОГИ ДО КОНСЕРВАЦІЇ, ПАКУВАННЯ І МАРКУВАННЯ

Маркування: обов'язково нанести логотип з назвою фірми виробника на передній панелі.

В коробці для транспортування забезпечити протиударні пінопластові рамки.

Консервація: не передбачено.

		Дзюба			PK51.416321.001	Лист
						62
Зм	Лист	№ докум.	Підпис.	Да-		

7 ВИМОГИ ДО РОЗРОБЛЮВАНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Оформлення документації оформлюється згідно ДСТУ 3008:2015.

Склад конструкторської документації:

1. Текстова документація (пояснювальна записка, перелік елементів, специфікація на друкований вузол, специфікація на пристрій).
2. Графічна документація загальним обсягом не менше 3 аркушів А1(схема електрична структурна, схема електрична принципова, креслення друкованої плати, складальне креслення друкованого вузла, складальне креслення пристрою).

7.2 Орієнтовний зміст дипломного проекту:

Завдання на дипломний проект;

Зміст;

Вступ;

1. Огляд існуючих рішень. Розробка та аналіз технічного завдання;
2. Обґрунтування та вибір схемотехнічного рішення, елементної бази;
3. Проектування електронного модулю;
4. Проектування приладу та аналіз його працездатності;
5. Охорона праці;

Висновки;

Перелік джерел посилань;

Додаток А Технічне завдання

8 СТАДІЇ І ЕТАПИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Робота виконується в 9 етапів.

№	Назва етапу	Термін виконання	Форма звітності
1	Огляд існуючих рішень	19.05.2019	Розділ 1
2	Розробка та аналіз технічного завдання	19.05.2019-20.05.2019	Розділ 1
3	Обґрунтування та вибір схемотехнічного рішення	21.05.2019-22.05.2019	Розділ 2, кресленики Е1, Е3
4	Вибір та обґрунтування елементної бази	23.05.2019-24.05.2019	Розділ 2
5	Проектування електронного модуля	25.05.2019	Розділ 3 кресленики плати і модуля
6	Проектування приладу	26.05.2019-28.05.2019	Розділ 4
7	Аналіз працездатності приладу	29.05.2019-31.05.2019	Розділ 4
8	Охорона праці	01.06.2019-03.06.2019	Розділ 5
9	Оформлення текстової і графічної документації	03.06.2019-04.06.2019	Креслення та додатки

9 ПОРЯДОК ПРИЙМАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

1. Представлення проміжних результатів дипломного проекту керівнику в зазначені терміни;
2. Представлення завершеного дипломного проекту керівнику;
3. Перевірка дипломного проекту на наявність плагіату;
4. Представлення кафедрі завершеного дипломного проекту за 10 днів до дати захисту;
5. Захист дипломного проекту перед екзаменаційною комісією.

Виконавець

Дзюба М.В.

		Дзюба			PK51.416321.001	Лис
Зм	Лист	№ докум.	Підпис.	Да-		64