

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

Радіотехнічний факультет
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра радіоконструювання та виробництва радіоапаратури
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Г.А. Мельник
(ініціали, прізвище)

“13” 12 2018 р.

Магістерська дисертація

за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка
за спеціалізацією Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної
техніки
(код і назва спеціальності)

на тему: Стационарна багатифункціональна
метеорологічна станція

Виконав (-ла): студент (-ка) 6 курсу, групи РІ-71МП
(шифр групи)

Курнас Дмитро Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

[Підпис]
(підпис)

Науковий керівник ст. викл. Товбич В.М.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

[Підпис]
(підпис)

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

[Підпис]
(підпис)

Рецензент доцент проф. Рос, к.т.н. Луцьковський Ю.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

[Підпис]
(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент [Підпис]
(підпис)

Київ – 2018 року

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

Факультет (інститут) радіотехнічний факультет
(повна назва)

Кафедра радіоконструювання та виробництва радіоапаратури
(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною
програмою

За спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка

За спеціалізацією Інтелектуальні технології мікросистемної
радіоелектронної техніки (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри



С. А. Нелін

(ініціали, прізвище)

« 30 » вересня 2017р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Курнас Дмитро Сергійович
прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Алгоритми безетотфункціональних
метеорологічних сенсори

науковий керівник дисертації Толовня В.М., ст. викл.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «06» листопада 2018 р. №40-Зс

2. Строк подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження метеосенсорів із оптичною визначення
власності

4. Предмет дослідження (вихідні дані для магістерської дисертації за
освітньо-професійною програмою) – в земельній максималь-
ної концентрації ЗР та відстані, на якій вона дося-
ється, від розмірів домішок та швидкості вітру.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити 1. Підприємство дисперсно-інтерференційне; 2. Провести аналітичний огляд; 3. Виконати електротехнічні розрахунки; 4. Виконати конструкторські розрахунки; 5. Розрахувати залежності показника концентрування ЗР від певних параметрів

6. Орієнтовний перелік ілюстративного (графічного) матеріалу презентація

7. Орієнтовний перелік публікацій Селекційне вивчення селекційної системи селекції в "Курпас Д. С. Блобня В. М"

8. Консультанти розділів дисертації*

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

9. Дата видачі завдання 30 вересня 2017 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Підбір дисперсно-інтерференційної системи	10.09.17 - 15.11.17	виконано
2	Дослідження залежності показника концентрування ЗР від певних параметрів	15.11.17 - 15.01.18	ЗР
3	Розробка схеми конструкції; формули; вибір елементів бази	15.01.18 - 15.02.18	виконано
4	Проектування плати у середовищі Altium Designer	15.02.18 - 15.03.18	ЗР
5	Розробка блоку давальців у середовищі ESDWorks	1.06.18 - 1.07.18	виконано
6	Розрахунок залежності концентрування ЗР від певних параметрів	1.07.18 - 1.09.18	ЗР

Студент

(підпис)

Д.С. Курпас
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

В.М. Блобня
(ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено наукового керівника

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація складається із пояснювальної записки обсягом 106 сторінок та включає 29 ілюстрацій, 32 таблицю, 52 джерела за переліком джерел посилань, 2 додатки.

Ключові слова: метеорологічна станція, давач запиленості, забруднююча речовина, погодні спостереження, концентрація забруднюючої речовини.

Актуальність теми. В останні роки людство все більше звертає увагу на такий показник, як запиленість навколишнього середовища, адже концентрація мілкодисперсного пилу у великих містах або поблизу заводів може перевищувати норму в декілька разів. Тому актуальним завданням є розробка метеорологічної станції із давачем запиленості.

Метою магістерської дисертації є розширення функціональних можливостей метеорологічної станції.

Об'єктом дослідження є метеорологічна станція із опцією визначення показника запиленості.

Предметом дослідження є залежність максимальної концентрації забруднюючої речовини та відстані, на якій вона досягається, від розмірів домішок та швидкості вітру.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у розширенні можливостей метеорологічною станції шляхом додавання давача запиленості і розміщення його в спеціальний корпус для коректності зчитування даних.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблену метеостанцію рекомендовано для виготовлення у виробничих масштабах, впровадження на ринок і використання на індивідуальних і господарчих об'єктах.

ABSTRACT

The master's thesis comprises an explanatory note which consists of 106 pages and includes 29 illustrations, 31 tables, 52 links and 2 appendices.

Keywords: meteorological station, dust sensor, pollutant, weather observation, air pollutants concentration, air pollution.

The topicality. In recent years, humanity is paying more attention to such an indicator as atmosphere dustiness, because the concentration of fine dust in large cities or near plants can exceed the norm by several times. Therefore, the actual task of the research is to develop a meteorological station with a dust sensor.

The purpose of the master's thesis is to expand the functionality of the meteorological station.

The object of the study is a meteorological station with the option of determining the dustiness index.

The subject of the study is the dependence of the maximum concentration of the pollutant and the distance at which it is achieved, on the measurements of impurities and wind speed.

The scientific novelty of the obtained results lies in the attempt to expand the capabilities of the meteorological station by adding a dust sensor and placing it in a special case for correct data reading.

The practical value of the results. The developed meteorological station is recommended for production on the industrial scale with the subsequent introduction to the market and usage on individual and industrial objects.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до магістерської дисертації

на тему: «Стационарна багатофункціональна метеорологічна станція»

Курпас, Д. С. РІ-КІМ, 2018

ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначки	6
Вступ	7
1 Аналітичний Огляд існуючих рішень в галузі метеорології	8
1.1 Професійна метеостанція <i>AcuRite Pro+</i>	9
1.2 Професійна метеостанція <i>Vantage Pro2</i>	11
1.3 Професійна метеостанція <i>Ambient WEATHER WS-1200</i>	14
1.4 Порівняльна характеристика метеостанцій	15
1.5 Висновки	17
2 Аналіз залежності показника запиленості від значень температури та відносної вологості	18
2.1 Залежність концентрації твердих дисперсних домішок в атмосфері від показника температури	19
2.2 Залежність концентрації твердих дисперсних домішок в атмосфері від показника відносної вологості	21
2.3 Висновки	23
3 Проектування метеорологічної станції	25
3.1 Електротехнічне проектування метеостанції	25
3.2 Моделювання корпусу блоку давачів метеостанції	39
3.3 Аналіз технологічності апарату та удосконалення конструкції за технологічністю	47
4 Розрахунок залежностей максимальної концентрації ЗР та відстані від швидкості вітру та розмірів частинок	55
4.1 Загальні положення оцінки забрудненості повітря	55
4.2 Розрахунок концентрація ЗР для легких дисперсних домішок	58
4.3 Розрахунок концентрації ЗР для важких домішок	59
4.4 Практичне застосування розрахунків концентрації ЗР при відстанях, на яких вони реєструються	60

4.5 Практичні рекомендації щодо місця встановлення блоку давачів метеостанції	66
5 Розроблення стартап-проекту	70
5.1 Опис ідеї проекту	71
5.2 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту	72
5.3 Конкуренція в галузі	75
5.4 Аналіз факторів конкурентоспроможності	78
5.5 SWOT-аналіз стартап-проекту	79
5.6 Маркетингова програма стартап-проекту	79
5.7 Висновки	82
6 Охорона праці	83
6.1 Визначення потенційно небезпечних та шкідливих факторів виробництва при виконанні науково-дослідної роботи	83
6.2 Технічні рішення та організаційні заходи щодо створення комфортних і безпечних умов праці для користувачів ПЕОМ	84
6.3 Освітлення робочих місць користувачів ВДТ ПЕОМ	86
6.4 Виробничий шум	87
6.5 Мікроклімат робочої зони	87
6.6 Електробезпека	89
6.7 Розрахунок захисного відключення електромережі при аварійному режимі роботи	91
6.8 Безпека в надзвичайних ситуаціях	92
Висновки	97
Перелік джерел посилань	98
Додаток А	103
Додаток Б	108

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ВДТ — відеодисплейний термінал;

ЕРЕ — електрорадіоелемент;

ЗР — забруднююча речовина;

МК — мікроконтролер;

НРВ — наявність рентгенівського випромінення;

НС — надзвичайна ситуація;

ПЕОМ — персональна електронна обчислювальна машина;

ПК — персональний комп'ютер;

SMD — surface mount device — елемент поверхневого монтажу;

Курпас, Д. С. РІ-УМП, 2018

ВСТУП

Спостереження за кліматичними умовами навколишнього середовища давно стали частиною повсякденного життя людства. Завдяки прогнозу погоди фермери вирішують, чи варто починати збір урожаю, транспортні компанії коригують плани маршруту відповідно до погодних умов, а державні служби передбачають катаклізми.

На даний момент на території Землі знаходяться 10000 професійних метеорологічних станцій [1], на покази яких спираються локальні гідрометцентри. Метеорологія активно розвивається, кількість станцій із року в рік невпинно зростає. Проте щільність розташування пунктів збирання метеоінформації наразі не може забезпечити точний прогноз погоди навіть на завтрашній день. Урбанізація також не сприяє збільшенню точності прогнозів, адже кількість станцій на одиницю площі (км²) у нових районах не відповідає вимогам [2], а у сільській місцевості країни вони майже відсутні [3].

Індустріалізація продовжує набирати оберти, що негативно відображається на екології країни. Заводи, що розташовані у межах міста, велика кількість автомобілів на дорогах та зменшення кількості паркових та рекреаційних зон змушують громадян пильніше ставитись до екології навколишнього середовища.

Рішенням проблеми можуть стати локальні стаціонарні метеорологічні станції, що слугують для своєчасної та точної оцінки як погодних, так і екологічних показників.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ ЕЛЕКТРОННИХ МЕТЕОСТАНЦІЙ

Доступність датчиків та наявність відповідних технологічних рішень в останні десятиліття вивели метеорологію на новий якісний рівень. Основними показниками, що підлягають спостереженню, залишаються температура, вологість та тиск, проте такі параметри, як швидкість і напрямок вітру, кількість сонячного випромінювання, кількість опадів та запиленість середовища значно розширюють функціонал метеорологічних станцій.

Сучасні метеостанції діляться на дві основні категорії: портативні та стаціонарні. Портативні пристрої зазвичай виконуються у невеликому корпусі, для зручного тримання у руці, при чому всі датчики розміщуються всередині самого пристрою, але точність вимірів зазвичай невисока [4].



Рисунок 1.1 — Портативна метеостанція *Kestrel 2000* [5]

Стаціонарні метеостанції мають більший розмір, а точність вимірів та більш досконале програмне та апаратне забезпечення дозволяють відносити такі пристрої до класу професійних.



Рисунок 1.2 — Типовий набір датчиків до професійної метеостанції від компанії *Davis Instruments* [6]

Розглянемо декілька професійних стаціонарних метеостанцій, що є лідерами галузі у своїх цінових категоріях.

1.1 Професійна метеостанція *AcuRite Pro+*

Метеорологічна станція *AcuRite Pro+* є найбільш досконалим продуктом американської компанії, що присутня на ринку погодних спостережень із 1943 року [7]. Концепція системи полягає у бездротовості, тобто всі дані, що збирають датчики, надходять у режимі реального часу на дисплей встановленого у приміщенні блоку керування та ваш смартфон по захищеному каналу.

Давачі, що йдуть в комплекті з метеостанцією представлені на рис. 1.3 та мають такі параметри [8]:

1. Температури:

- всередині приміщення в діапазоні від 0° до 50° С із точністю $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$;
- поза приміщенням в діапазоні від -40° до 70° С із точністю $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

2. Вологості:

- всередині приміщення у діапазоні від 16% до 98% відносної вологості;
- поза приміщенням у діапазоні від 0% до 100% відносної вологості.

3. Напряму вітру (16 точок рози вітрів).

4. Швидкості вітру (поточна, пікова та середня швидкість) від 0 до 159 км/год.

5. Кількості опадів.

Давачі можуть розміщуватись на відстані не більшою за 100 метрів від пункту керування. Передавання даних відбувається кожні 36 секунд. Середній строк служби батареї – 2 роки.

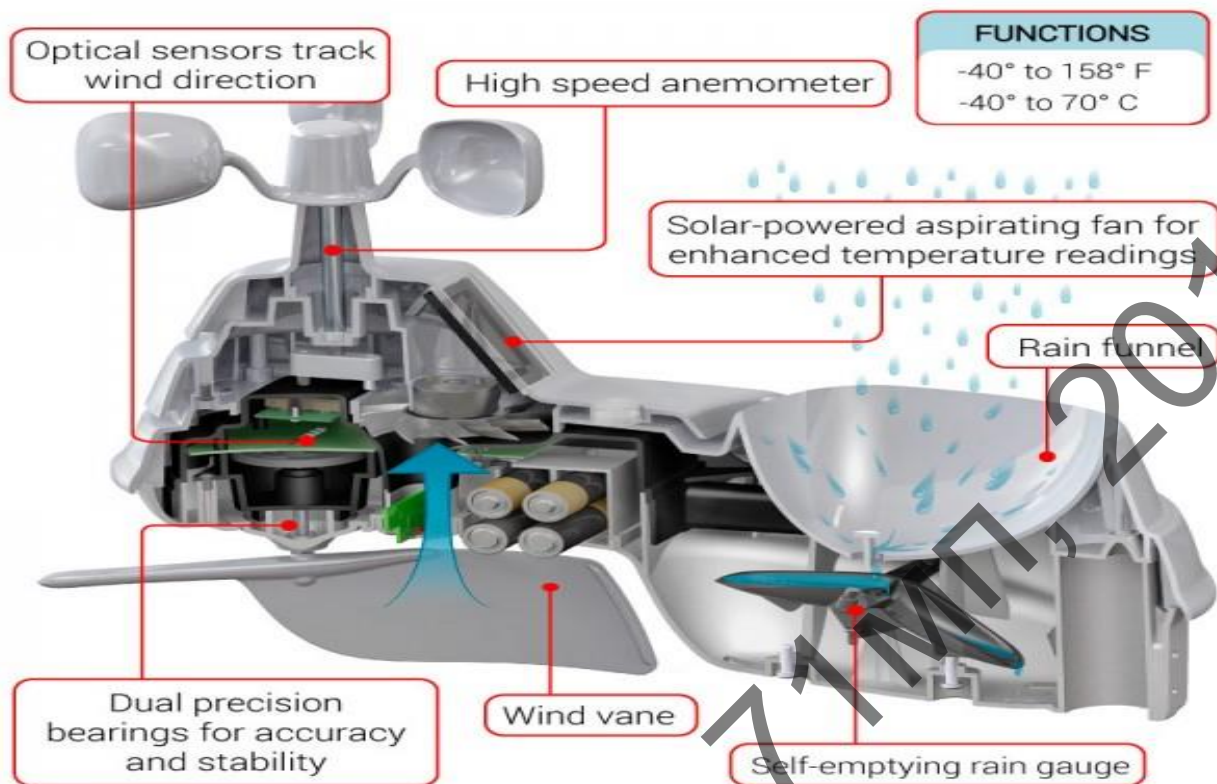


Рисунок 1.3 — Блок датчиків метеостанції *AcuRite Pro+*

Основними перевагами даної метеорологічної системи є легкість встановлення, простота налаштування та відносно невелика ціна. Перед початком роботи необхідно лише міцно зафіксувати блок датчиків та завантажити додаток на свій смартфон.

Проте є у даної станції і суттєвий недолік – неможливість встановлення додаткових датчиків у разі розширення функціоналу системи. Ціна за систему починається від 107\$.

1.2 Професійна метеостанція *Vantage Pro2*

Vantage Pro2 від компанії *Davis Instruments* – потужний засіб для збирання та зберігання метеорологічної інформації із можливістю прогнозування погоди строком до 48 годин [9]. У зазначеній версії система збирає інформацію про такі параметри, як:

1. Температура:

- докільця в діапазоні від -40° до $+65^{\circ}\text{C}$ із точністю $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.
- в приміщенні в діапазоні від -0° до $+60^{\circ}\text{C}$ із точністю $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$

2. Відносна вологість:

- довілля в діапазоні від 0% до 100% із точністю +/- 3%.

3. Індекс тепла в діапазоні від +14° до +52°C.

4. Швидкість вітру від 1 до 68 м/с.

5. Напрямок вітру (16 точок рози вітрів).

6. Кількість та інтенсивність опадів. Мінімальне значення кількості опадів, що може фіксуватися – 0, 508 мм опадів за 15 хвилин. Точність вимірів складає +/- 5%.

7. Точка роси в температурному діапазоні від -76° до +54°C із точністю +/- 1,5%..

8. Кількість сонячного випромінювання в температурному діапазоні від -40° до +65°C із точністю +/- 2%.

9. Індекс і доза ультрафіолету в температурному діапазоні від -45° до +70°C із точністю +/- 2% .

10. Температура ґрунту в температурному діапазоні від -10° до +60°C із точністю +/- 5%.

11. Відносна вологість ґрунту в діапазоні від 0% до 100% із точністю вимірювань +/- 5%.



Рисунок 1.4 — Комплектація метеостанції *Vantage Pro2*

Конструктивно метеостанція складається із консолі управління та кліматичного блоку давачів, що з'єднуються один з одним по радіочастотному каналу (рис. 1.4). На дисплеї консолі знаходиться інформація про поточний стан погодних умов та будуються графіки, що характеризують зміни погодних умов за зазначений термін часу.

Безпроводна станція працює на сонячних панелях, а при відсутності достатньої кількості сонячного випромінювання станція має резервний літій-іонний акумулятор. Максимальна відстань блоку давачів від центральної консолі – 300 метрів. Для збільшення точності виміру температури зовнішнього середовища використовується вентиляційний захисний екран, що поєднує у собі пасивний захист від нагрівання давача та втягує повітря у зону розміщення давача.

Збирач опадів стійкий до атмосферного тиску, відерце збирача обладнано решіткою для запобігання потрапляння сміття і захисними шипами для відлякування птахів. Для правильного монтажу збирача передбачений бульбашковий рівень. Алюмінієві чашечки для виміру кількості опадів стійкі до корозії та від-

поліровані лазером для максимальної точності. Ціна за метеостанцію починається від 462\$.

1.3 Професійна метеостанція *Ambient WEATHER WS-1200*

Ambient Weather WS-1200 – це потужний засіб для збирання метеорологічної інформації, що працює на сонячних батареях [10]. В комплектацію станції входять: консоль управління та блок датчиків, виконаний в єдиному корпусі (рис 1.5).

Характеристики станції:

1. Передача даних відбувається на частоті 915 МГц із періодичністю 16 с.
2. Максимальна відстань блоку датчиків від консолі – 100 метрів.
3. Зовнішні датчі вимірюють такі показники, як температура, вологість, кількість опадів, швидкість та напрямок вітру, сонячне та ультрафіолетове випромінювання.
4. Всередині консолі керування встановлені датчі температури, вологості та атмосферного тиску.
5. Консоль підключається до блоку живлення 5В і споживає близько 7,5 Вт.
6. На кольоровому 6,5-дюймовому дисплеї консолі окрім поточних параметрів навколишнього середовища відображаються індекс тепла, точка роси та загальна кількість опадів за зазначений час.
7. Датчі:
 - температури (всередині приміщення від 0° до 60° С із точністю +/- 0,5°С, поза приміщенням від -40° до 60° С із точністю +/- 0,5°С);
 - відносної вологості в діапазоні від 10% до 100%;
 - атмосферного тиску;
 - сонячного випромінювання в діапазоні від 0 до 4000 Лк;
 - швидкість вітру в діапазоні від 0 до 44 м/с із точністю вимірювання, що складає 1 м/с.

Однією з переваг станції є потужні статистичні дані, що використовуються для побудови графіків та діаграм по кожній із вимірюваних величин. Також станція може робити прогноз погоди на строк до 2 діб.



Рисунок 1.5 — Приклад роботи станції та її взаємодії із смартфоном

Недоліками станції є неможливість прямого підключення консолі до ПК для зчитування даних, проте на зворотньому боці консолі наявний слот для SD-карти, на яку можна завантажити всю інформацію у форматі *Excel*. Ціна за повний комплект устаткування починається із 328\$.

1.4 Порівняльна характеристика метеостанцій

Всі представлені метеорологічні станції є професійними стаціонарними пристроями для моніторингу погодних умов, проте мають ряд апаратних та програмних відмінностей (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Параметри метеорологічних станцій

Особливості метеостанції	Метеорологічна станція		
	<i>AcuRite Pro+</i>	<i>Vantage Pro2</i>	<i>Ambient Weather WS-1200</i>
Легкість встановлення	✓	—	✓
Давач запиленості	—	—	—
Давач сонячного випромінювання	—	✓	✓
Давач УФ-випромінювання	—	✓	✓
Захисний вентиляційний екран	—	✓	✓
Відстань датчиків від консолі (м)	100	300	100
Частота оновлення інформації (с)	36	2,5	16
Прогноз погоди (години)	24	48	48
Ціна (\$)	107	462	328

Як зазначено у таблиці 1.1, метеостанція *AcuRite Pro+* є найдешевшим рішенням, але має ряд суттєвих недоліків, таких як відсутність датчиків запиленості, сонячного випромінювання, захисного вентиляційного кожуха, а також має найбільшу серед інших частоту оновлення інформації і найбільш короткий прогноз погоди.

Метеостанція *Vantage Pro2* має таку саму апаратну складову, як і *Ambient Weather WS-1200*, проте відстань від датчиків від консолі у дорожчій моделі більша на 200 м, а частота оновлення інформації становить 2,5 секунди. Найбільшим недоліком *Vantage Pro2* є її ціна, що становить 462\$.

Оптимальним варіантом по співвідношенню ціна/якість є ція *Ambient Weather WS-1200*, що має той самий набір датчиків, як і *Vantage Pro2*, але легша у встановленні та має розширені можливості для аналізу статистики.

1.5 Висновки

У цьому розділі були розглянуті потенціальні аналоги стаціонарної багатофункціональної метеорологічної станції та проведений аналіз сильних та слабких сторін представлених пристроїв, що стане підґрунтям для проектування власної системи.

Всі зазначені вище системи є лідерами у своїй галузі через відносно невелику ціну, якісні комплектуючі та стабільність роботи, проте жодна з представлених метеостанцій не має можливості підключення датчика запиленості, тому актуальною задачею є розробка власної системи, яка буде враховувати всі недоліки вищезгаданих станцій та мати меншу ціну.

2 АНАЛІЗ ЗАЛЕЖНОСТІ ПОКАЗНИКА ЗАПИЛЕНОСТІ ВІД ЗНАЧЕНЬ ТЕМПЕРАТУРИ ТА ВІДНОСНОЇ ВОЛОГОСТІ

Однією з найбільших проблем сучасності вже багато років є проблема забрудненості атмосфери, а найбільш значні зміни якості атмосферного повітря спостерігається у великих містах. В результаті діяльності людини (росту населення, збільшення кількості автотранспорту та використання енергії) в атмосферу потрапляє все більша кількість забруднюючих речовин (ЗР). Просторова і часова змінність показника забруднення повітря у місцях сильного антропогенного впливу піддається впливу таких факторів, як:

1. Метеорологічні умови регіону.
2. Джерела і концентрація викидів.
3. Топографічні особливості місцевості.

Найбільший вплив на показник забрудненості середовища серед вищезазначених факторів мають саме метеорологічні умови, що по деяким оцінкам обумовлює до 70% концентрації дисперсних домішок у повітрі [11]. Саме зміною рівнів температури та вологості можна пояснити появу екстремумів на рівні загальної забрудненості повітря в місті при умовно стаціонарних промислових та автомобільних викидах в атмосферу.

Вихідними матеріалом у дослідженні слугують показники автоматичної станції метеорологічного контролю №4 РДГМУ [12]. Станція знаходиться поряд із великою автомобільною розв'язкою. Досліджувані частинки – тверді дисперсні домішки (PM_{10}) [13]. PM_{10} – дрібний пил (до 10 мкм), що постійно знаходиться у зваженому стані повітряного простору, в його склад входять такі субстанції, як шматочки сажі, частки мінеральних солей, сполуки важких металів, тютюновий та вихлопний дим. Ці частки є одними з найбільш небезпечних для організму людини, адже вони ефективно затримуються у дихальному тракті, осідаючи переважно у бронхах. Можуть провокувати виникнення онкології, алергічних реакцій та хвороб легеневого тракту.

Дослідження охоплює такі параметри, як температура та відносна вологість повітря у два періоди року: холодний – листопад, січень, лютий, березень та теплий – липень, серпень, вересень та жовтень. Для дослідження впливу метеорологічних параметрів на запиленість середовища у холодний та теплий період року були отримані середні значення забруднюючої речовини (ЗР) у різних діапазонах температур повітря. У представленому дослідженні фігурує давач запиленості, що встановлений на висоті 10 м від землі. Давачі, розміщені вище 10 м над землею, не розглядаються через великий розкид результатів та відсутність практичного застосування в контексті прямого впливу на організм людини.

2.1 Залежність концентрації твердих дисперсних домішок в атмосфері від показника температури

Діапазон температур у холодний період роки коливається від -25°C до 10°C із кроком 5°C , а у теплий від 0°C до $>30^{\circ}\text{C}$. У таблиці 2.1 наведені зведені дані по рівню запиленості середовища у холодний та теплий періоди року.

Таблиця 2.1 — Запиленість середовища при різних значеннях температури

№ п/п	Діапазон температур, $^{\circ}\text{C}$	Холодний період	№ п/п	Діапазон температур, $^{\circ}\text{C}$	Теплий період
		PM_{10} , $\text{мкг}/\text{м}^3$			PM_{10} , $\text{мкг}/\text{м}^3$
1	-25..-20	59,34	8	0..5	13,47
2	-20..-15	45,11	9	5..10	23,36
3	-15..-10	32,33	10	10..15	19,79
4	-10..-5	23,85	11	15..20	22,22
5	-5..0	18,06	12	20..25	25,24
6	0..5	24,35	13	25..30	38,53
7	5..10	29,62	14	>30	140,65

За даними таблиці 2.1 можна зробити висновок, що рівень запиленості середовища в холодний період року в основному перевищує той самий показник у теплий період. Виключенням є показник PM_{10} при температурі вище $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ в теплий період року, бо саме в цей період року фіксується найменший річний рівень відносної вологості повітря.

На рисунку 2.1 зображено залежність концентрації PM_{10} від показника температури в холодний період року. Графік залежності лінійно спадає до позначки $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, після чого спостерігається поступове збільшення концентрації домішок у повітрі.

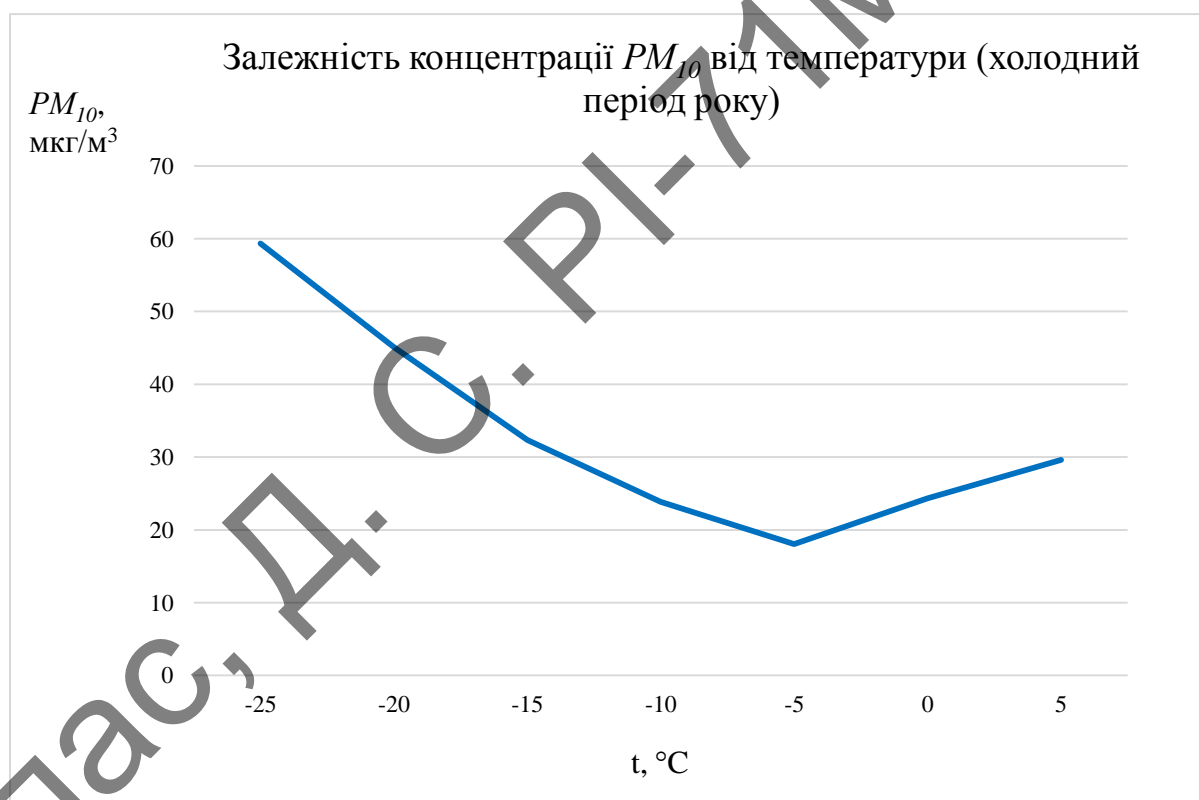


Рисунок 2.1 — Залежність концентрації PM_{10} від температури (холодний період року)

Виключенням є показник PM_{10} при температурі вище $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ в теплий період року, бо саме в цей період року фіксується найменший річний рівень відносної вологості повітря.

На рисунку 2.2 зображена залежність значень PM_{10} від температури у теплий період року.

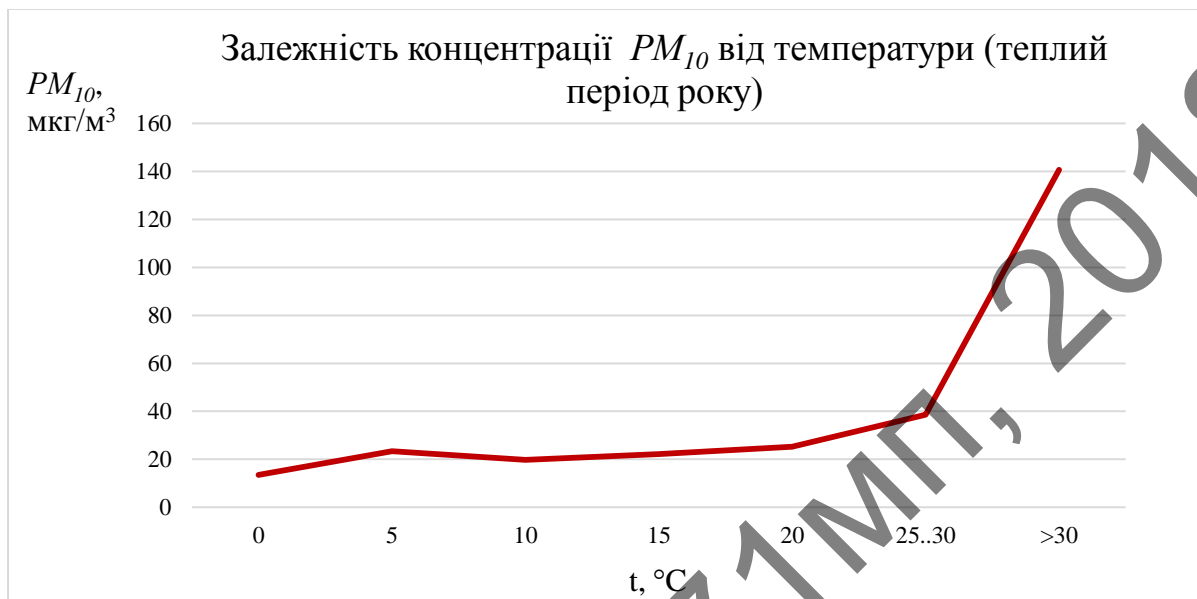


Рисунок 2.2 — Залежність концентрації PM_{10} від температури (теплий період року)

На відміну від холодного періоду року, у літній період відсутня однозначна залежність значень концентрації PM_{10} в атмосфері від температури. До позначки 30°C наявні незначні коливання концентрації ЗР. Варто відзначити, що при температурі вище 30°C має місце висока дисперсія значень.

2.2 Залежність концентрації твердих дисперсних домішок в атмосфері від показника відносної вологості

Показник відносної вологості сильно впливає на загальний рівень запиленості середовища через адсорбційні властивості твердих дисперсних домішок. Із збільшенням відносної вологості частинки PM_{10} набирають масу і осідають на землю, що зменшує загальний показник запиленості навколишнього середовища, проте існує серйозна відмінність між аналогічними залежностями у теплий та холодний періоди року.

У таблиці 2.2 наведені значення концентрації PM_{10} у теплий та холодний період року при різній відносній вологості.

Таблиця 2.2 — Запиленість середовища при різних значеннях вологості

Діапазон h, %	Холодний період	Теплий період
	PM_{10} , мкг/м ³	PM_{10} , мкг/м ³
до 40	17,09	24,47
40..60	22,96	20,07
60..80	30,71	18,57
80..95	5,56	24,34

Рисунок 2.3 ілюструє залежність концентрації PM_{10} від вологості у холодний період року.

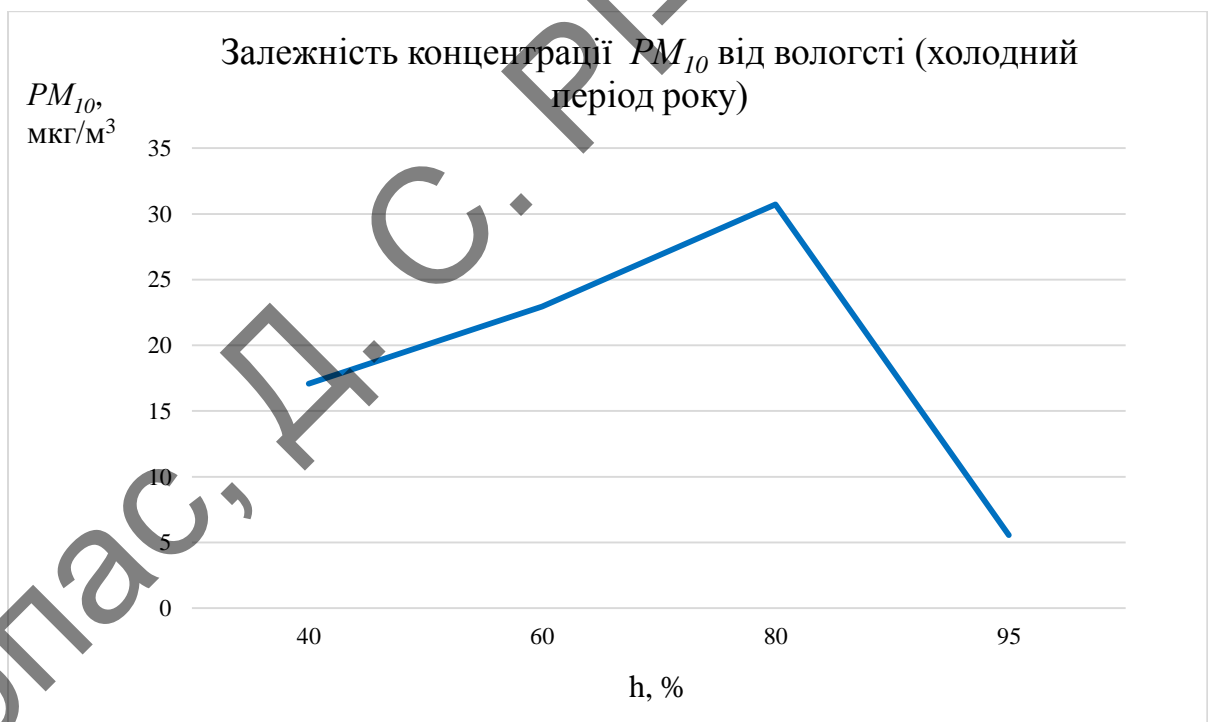


Рисунок 2.3 — Залежність концентрації PM_{10} від вологості (холодний період року)

Рівень PM_{10} при відносній вологості повітря від 40% до 80% зростає майже лінійно, після 80% наявний різкий спад концентрації ЗР, це пов'язано з тим, що частинки набирають вологу і швидше осідають.

Рисунок 2.4 ілюструє обернену залежність показника концентрації PM_{10} від вологості в теплий період року.

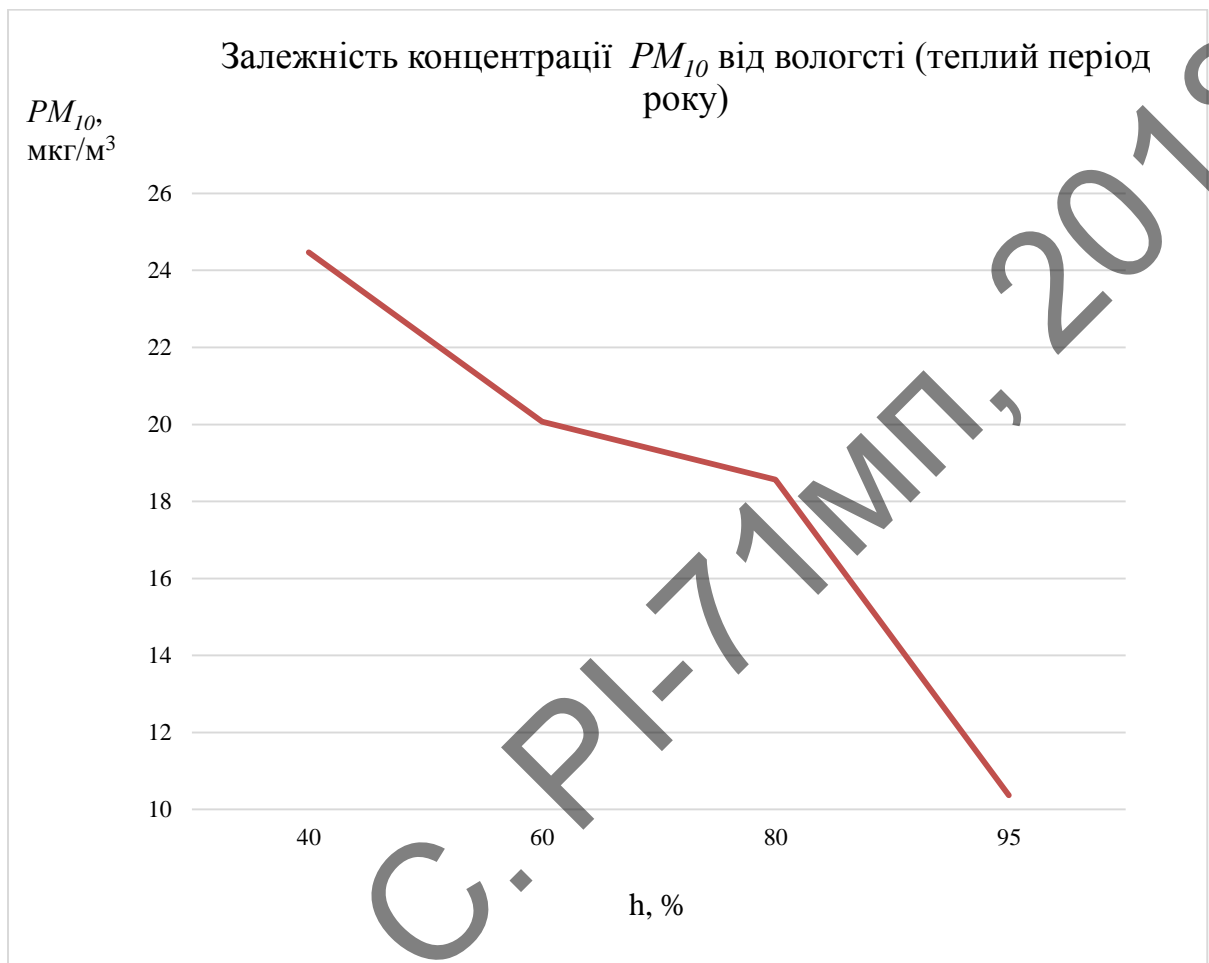


Рисунок 2.4 — Залежність концентрації PM_{10} від вологості (теплий період року)

У холодний період максимум концентрації домішок спостерігається в інтервалі від 60% до 80%, тоді як в теплий період в тому ж інтервалі сезонний мінімум показника.

2.3 Висновки

Оскільки дослідження концентрації PM_{10} в атмосфері проводилось в цілому 8 місяців, результати дослідження можна вважати об'єктивними.

Отже, виходячи із даних, представлених у дослідженні, робимо відповідні висновки:

1. Найбільша концентрація дрібнодисперсного пилу (PM_{10}) в атмосфері спостерігається при: а) температурі, більшій за $30^{\circ}C$ (коли вологість повітря досить низька, а вітер, що переносить повітряні маси, майже відсутній); б) при температурі, нижчій за $-20^{\circ}C$ (за даної температури майже відсутні висхідні потоки теплого повітря, адже середовище промерзає майже рівномірно, а значить відсутня велика різниця температур, що зумовлює затримання забруднюючої речовини в нижньому шарі атмосфери); в) при показнику відносної вологості на рівні 60-80% (такий рівень вологості створює комфортні умови для затримання частинок біля землі, що зумовлено гігроскопічними властивостями самих частинок).

2. Найменша концентрація дрібнодисперсного пилу (PM_{10}) в атмосфері спостерігається при високому рівні відносної вологості, це зумовлено появою туману та інших опадів, що унеможливають рух частинок у нижньому шарі атмосфери. Також низька концентрація ЗР спостерігається при температурі близької до $0^{\circ}C$ у теплий період року, що зумовлено високим рівнем відносної вологості.

Виходячи із даних, представлених у дослідженні, необхідно врахувати певні корективи під час проектування метеорологічної станції:

1. При температурах вище $30^{\circ}C$ та нижче $-20^{\circ}C$ користувач має отримувати тривожну сигналізацію через високу ймовірність запиленості середовища, а частота вимірювань цього параметру має значно підвищуватись.

2. При вологості більше 90% у теплу та особливо у холодну пору року, значення даних давача запиленості матимуть найбільшу похибку, що складає $\pm 55\%$, тому достовірними їх називати не можна. Це зумовлено тим, що давач запиленості сприймає мікроскопічні краплі води за ЗР.

3 ПРОЕКТУВАННЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНОЇ СТАНЦІЇ

Згідно з технічним завданням метеорологічна станція повинна мати можливість підключення датчиків температури та вологості, атмосферного тиску, сонячного випромінювання та запиленості. Всі елементи схеми мають бути розміщені на одній друкованій платі, що встановлюється в корпус, блок датчиків буде розміщуватись поза приміщенням.

3.1 Електротехнічне проектування метеостанції

Виходячи з цього необхідно розробити структурну та принципову схеми, зробити відповідний вибір елементної бази, провести розрахунки провідного рисунку плати, визначити її параметри та власне розробити друкований вузол в програмному середовищі.

3.1.1 Розробка структурної схеми

Розглянемо декілька варіантів з'єднання основних вузлів метеорологічної станції. На рисунку 3.1 зображений перший варіант структурної схеми метеостанції.

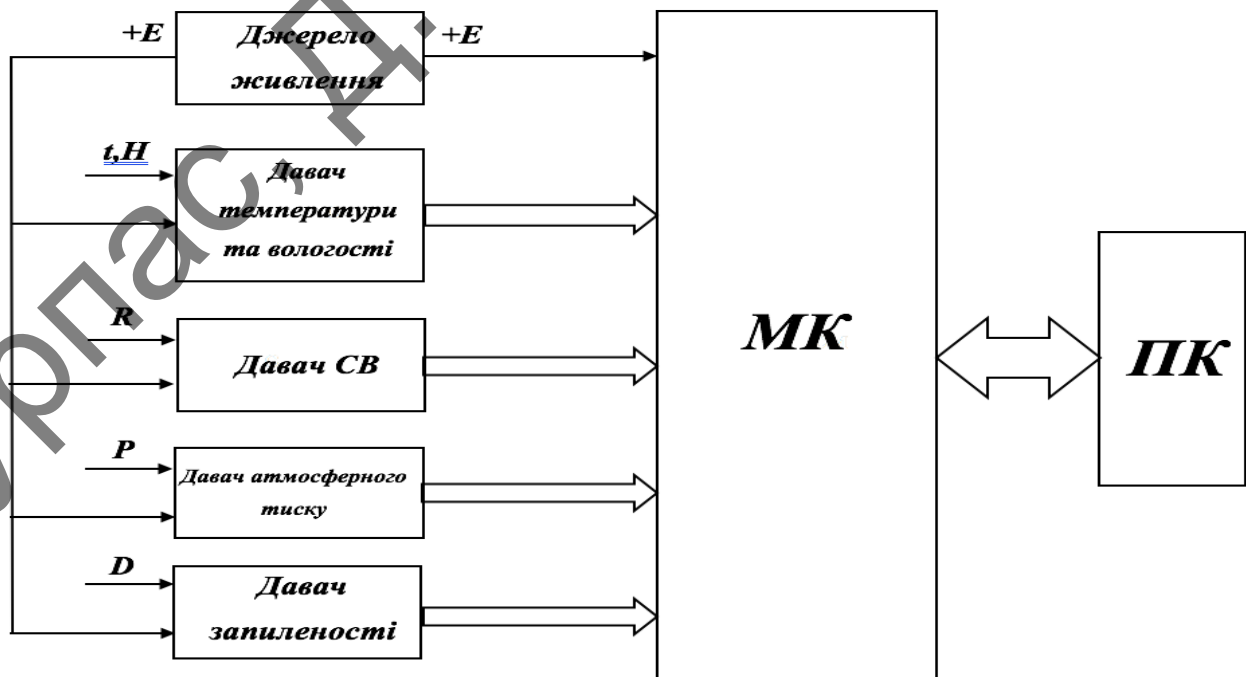


Рисунок 3.1 — Перший варіант структурної схеми

Джерело живлення підключається безпосередньо до датчиків та мікроконтролеру (МК), датчики знімають інформацію про кліматичні умови і відправляють дані на МК, який обробляє сигнали і відправляє їх на персональний комп'ютер (ПК) по провідному інтерфейсу. Недоліком схеми можна вважати відсутність стабілізатора напруги та необхідність розміщення станції біля ПК, адже провідні інтерфейси передачі даних не дозволяють встановлювати датчики на віддалену відстань від МК та ПК.

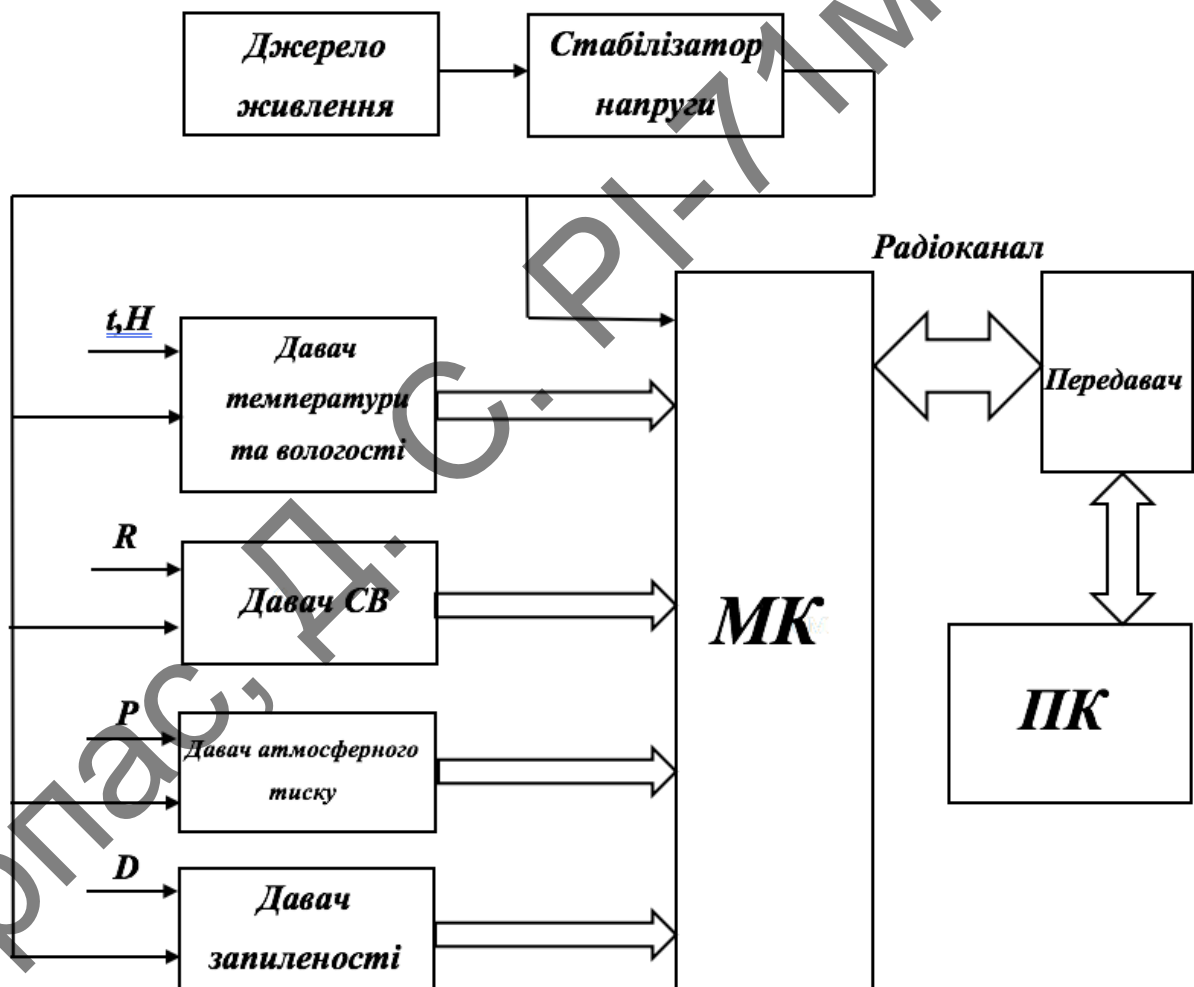


Рисунок 3.2 — Другий варіант структурної схеми

На рисунку 3.2 зображений другий варіант структурної схеми метеостанції. На входи кліматичних датчиків та метеорологічної станції подається стабілізо-

вана напруга для підтримки постійного рівня напруги, зв'язок між давачами та МК здійснюється за провідним інтерфейсом, а передача даних між МК та ПК відбувається через високочастотний передавач. З однієї сторони, це дозволяє позбавитись провідних ліній зв'язку, що покращить автономність пристрою. З іншої сторони, передача даних по радіочастотному каналу є більш енергоємним процесом, що також потребує забезпечення відповідних умов для передачі сигналу таких, як відсутність прямих перешкод.

На рисунку 3.3 зображена остаточна модифікація структурної схеми метеостанції, що враховує недоліки попередніх варіантів.

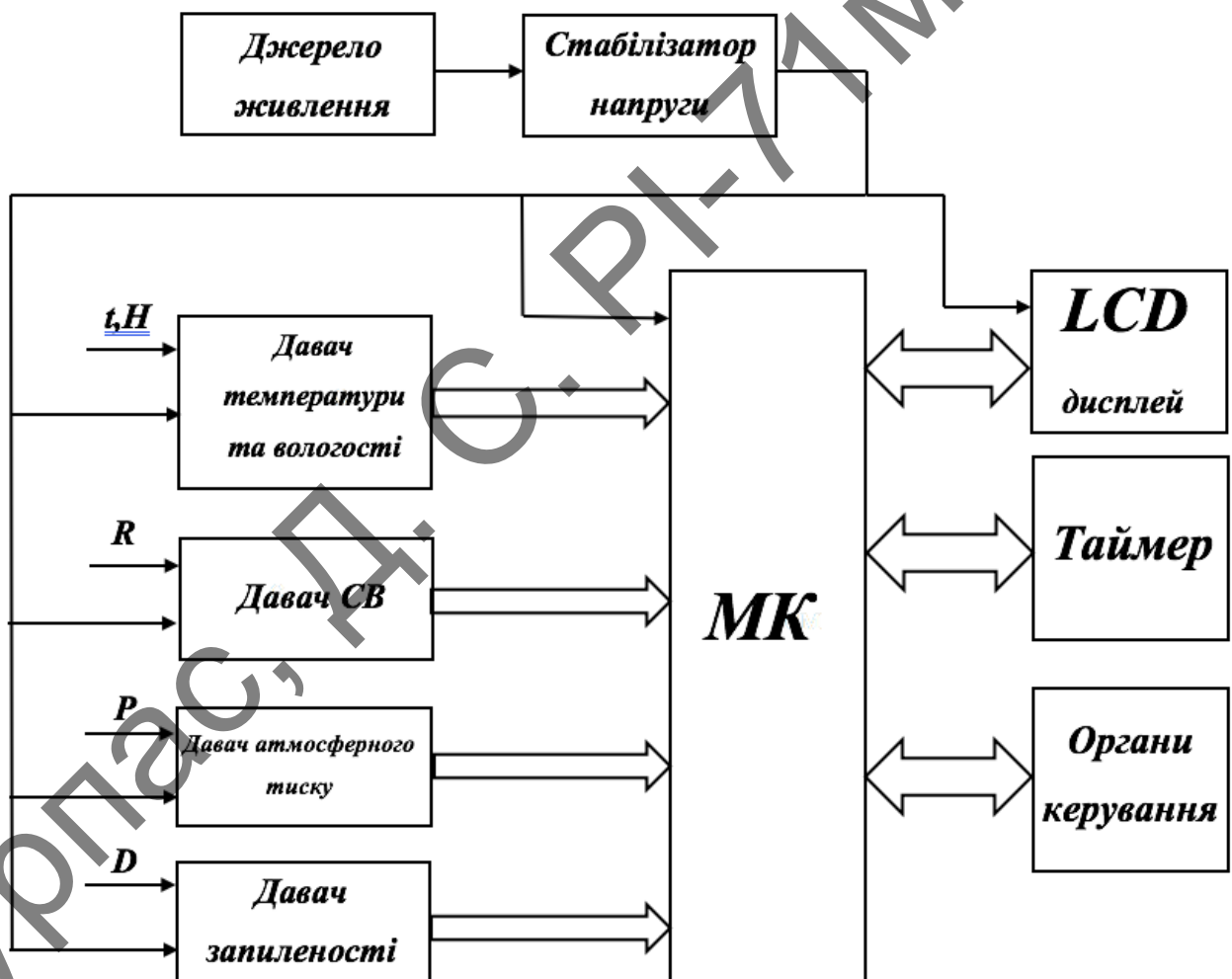


Рисунок 3.3 — Третій варіант структурної схеми

Окрім стабілізатора напруги у даному варіанті використовується інший спосіб взаємодії із інтерфейсом користувача. Відсутність ПК у якості джерела

відображення інформації дозволяє під'єднати органи керування (кнопки) та LCD-дисплей по провідному каналу, що значно збільшує автономність пристрою. Слідкування за реальним часом здійснює таймер. Цей варіант обрано фінальним, на базі нього буде створена електрична принципова схема.

3.1.2 Аналіз схеми електричної принципової

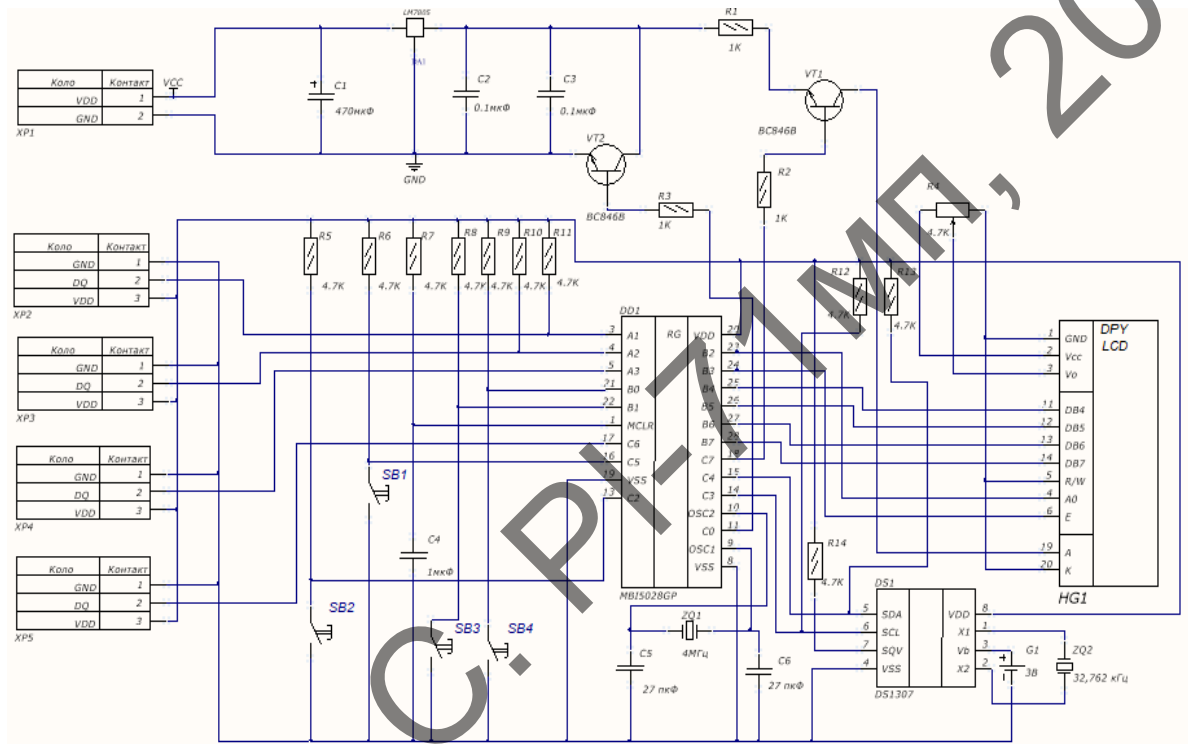


Рисунок 3.4 — Схема електрична принципова метеостанції

Схема метеорологічної станції побудована на базі мікроконтролера *PIC16F876A*, що має 28 виводів і забезпечує обробку сигналів давачів із подальшим виведенням даних на дисплей. Джерелом живлення слугує блок живлення на 9В, на виході якого встановлений лінійний інтегральний стабілізатор позитивної напруги *LM7805*, який має вбудований захист від перегріву та перенавантажень, а його вихідна напруга становить 4,8..5,2В. Схема включення стабілізатора є типовою [14], маючи на вході електролітичний конденсатор ємністю 470мкФ для подолання пульсацій джерела напруги, а на виході встановлені два паралельно підключені керамічні конденсатори ємністю 0,1мкФ для подолання високочастотних завад.

Для графічного відображення інформації використовується 16-символьний 4-рядковий *LCD*-дисплей, що підключений за інтерфейсом передачі даних із графічних дисплеїв 6800. Резистор *R4* слугує для налаштування інтенсивності підсвічування. Таймером на схемі виступає мікросхема реального часу *DS1307*, підключена до мікроконтролеру по інтерфейсу *I2C*. Таймер працює на частоті 32768 КГц, яку забезпечує кварцовий резонатор *ZQ2*, під'єднаний до виводів *X1* та *X2* мікросхеми. У разі відсутності основного живлення таймер переключиться на резервну батарею 3В, що підключена до виводу *Vb*. На схемі наявні 4 тактові кнопки, що слугують для керування зображенням на дисплеї. До мікроконтролеру вони підключені через підтягуючий резистор.

На схемі наявні 4 роз'єми під давачі. До *XP1* під'єднується давач температури та вологості *RHT03*, що підключається до мікроконтролеру через інтерфейс *1-wire*. До *XP2* приєднується давач атмосферного тиску *TSP200*, що також обмінюється інформацією за шиною *1-wire*. До роз'єму *XP3* приєднується давач сонячного випромінювання *VantagePro2-6450*, в основі якого є фотодіод, що посилає на вхід МК сигнал, що є електричним відображенням кількості сонячного випромінювання. Дач запиленості *GP2Y1010AU0F* компанії *Sharp* під'єднується до роз'єму *XP4*. Оптичний детектор зчитує інформацію про запиленість середовища та надсилає сигнал на МК.

3.1.3 Параметри друкованої плати

В якості матеріалу друкованої плати обрано склотекстоліт *FR4* з двосторонньою металізацією шаром 35 мкм товщиною 2 мм (шаровий епоксидний матеріал зі скловолокна, виконано за ТУ И03.0107 006-94 або ГОСТ 36246.5- 89). Цей матеріал має широке розповсюдження та гарні механічні характеристики [15]. Друкована плата буде вироблятися комбінованим негативним методом.

У якості припою буде використовуватись сплав олова та свинцю ПОС-61. Його обрано в першу чергу через те, що цей сплав майже повністю повторює за складом сплав евтектики олово-свинець. Також великою перевагою стає те, що

температура плавлення ПОС-61 лише 183°C, що унеможлиблює перегрів елементів під час пайки [16].

Перед створенням бібліотек елементів необхідно визначитись із елементною базою елементів, а також їх корпусами та розмірами.

3.1.4 Вибір елементної бази

Для схемотехнічного проектування принципової схеми метеостанції розглянемо основні вимоги, що будуть висунуті для елементної бази:

1. Елементи мають бути недорогими відносно аналогів, при цьому ймовірність безвідмовної роботи має бути високою.
2. Через компактність друкованої плати елементи мають бути виконані в мініатюрному корпусі.
3. При виборі елементної бази перевага буде віддаватися *SMD*-елементам, а не планарним.

Вибір саме *SMD*-компонентів зумовлений рядом причин:

1. Відсутність виводів у компонентів, немає необхідності у їх обрізанні після монтажу.
2. Відсутність паразитних опорів та ємностей.
3. Менші габарити та маса компонентів.
4. Немає необхідності свердління отворів на друкованій платі для розміщення компонентів.
5. Легкість та міцність монтажу.
6. Кращі теплові характеристики *SMD*-компонентів.

3.1.5 Резистори

Згідно з технічним завданням, метеостанція не буде споживати багато енергії, це значить, що на схемі будуть відсутні великі рівні напруг та струмів. Потужність, що виділяється на резисторах, в жодному з випадків не перевищує 0,125 Вт, а задля уніфікації всі резистори будуть виконані в форматі *SMD* в корпусі 1206.

Оскільки на платі наявна двостороння металізація, поверхневий шар міді служить радіатором для резисторів.

Таблиця 3.1 — Параметри резисторів

Параметри резисторів	Назва компанії-виробника		
	<i>VIKING</i>	<i>Faithful Link</i>	<i>YAGEO</i>
Діапазон робочих температур, °C	-55..+155	-55..+125	-55..+125
Максимально допустима напруга, В	150	150	200
Допуск на номінали, %	+/-5	+/-5	+/-5
Ціна, грн	1,4	0,5	3

Виробником резисторів обраний *Faithful Link* через низьку вартість та відмінні технічні характеристики.

3.1.6 Конденсатори

На схемі наявні: один електролітичний конденсатор та 5 керамічних, всі виконані за технологією поверхневого монтажу.

Таблиця 3.2 — Параметри конденсаторів

Параметри конденсаторів	Назва компанії-виробника		
	<i>Hitano</i>	<i>Epcos</i>	<i>AVX</i>
Діапазон робочих температур, °C	-55..+125	-55..+125	-55..+125
Максимально допустима напруга, В	16	25	16
Допуск на номінали, %	+/-10	+/-10	+/-10
Ціна, грн	0,8	0,9	0,6

Керамічні конденсатори поставляються у корпусі 1206, електролітичний має розміри 5 мм x 5,4 мм. Компанія-виробник компонентів – AVX. Конденсатори працюють за температур від -55° до 125° , а максимально допустима напруга на елементах становить 16В.

3.1.7 Напівпровідникові елементи

У якості основної мікросхеми, що використовується для керування, виступає мікроконтролер *PIC16F876A*, що виконаний у корпусі SOP (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 — Параметри мікроконтролерів

Параметри мікроконтролерів	Моделі мікроконтролерів		
	<i>PICAXE28X2</i>	<i>PIC16F1829</i>	<i>PIC16F876A</i>
Тактова частота, МГц	4	8	4
Кількість виводів, шт.	28	20	28
Максимальний струм живлення, мА	4	4	4
Ціна, грн	168	114	87

Мікросхема також належить до елементів поверхневого монтажу. *PIC16F876A* обраний через можливість підключення датчиків до відповідних інтерфейсів та велику кількість виводів. Виробником мікросхеми є компанія *Microchip*.

Таймером реального часу виступає мікросхема *DS1307*, що також виконана у корпусі *SOP*. Це рішення є найпопулярнішим на ринку через: мінімум необхідних компонентів для включення в схему, стабільність роботи та дешевизну. Виробником таймеру є *Maxim Integrated*.

3.1.8 Інші елементи

До інших елементів належать кварцові резонатори, роз'єми живлення, та роз'єми давачів.

Таблиця 3.4 — Параметри резонаторів

Параметри резонаторів	Виробники резонаторів		
	<i>Murata</i>	<i>Farnell</i>	<i>Geyer Electronic</i>
Діапазон робочих температур, °C	-10..+60	-20..+70	-20..+70
Нестабільність частоти, ppm	+/-25	+/-25	+/-20
Ціна, грн	15	15	30

Кварцові резонатори на 32768 кГц і на 4МГц є елементами наскрізного монтажу. Резонатори від фірми *Murata* не підходять через низький нижній рівень робочої температури, елементи від виробника *Geyer Electronic* хоч і мають кращу характеристику нестабільності частоти, проте ціна на товар є вдвічі більшою. Оптимальним варіантом залишається компанія *Farnell*.

Роз'єми живлення та давачів виконані в пластикових корпусах, максимальна напруга на роз'ємі живлення складає 50В, на роз'ємах давачів по 30В. Компанія-виробник *VAGO* — лідер у галузі комутаційних рішень.

3.1.9 Розрахунок діаметра монтажних отворів та розмірів контактних майданчиків

Розрахуємо розміри контактних майданчиків для елементів поверхневого монтажу за формулою:

$$Dk = Dv + 0,3 ,$$

де Dk — розміри контактних майданчиків; Dv — розміри виводів.

Отримані значення наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 — Розміри для елементів поверхневого монтажу

Назва елемента	Dv , мм	Dk , мм
ЧП резистор 0,125 Вт, корпус 0805	1,3x0,4	1,6x0,7
ЧП конденсатор, корпус 0805	1,3x0,4	1,6x0,7
ЧП конденсатор електролі- тичний	1,3x0,4	1,6x0,7
ЧП транзистор, корпус <i>SOT-223</i>	3x2,5	3,3x2,8
ЧП мікросхема, корпус <i>SOP</i>	0,6x0,3	0,9x0,6
Кнопка тактова, ЧП	1,3x0,4	1,6x0,7

Розрахуємо діаметри отворів для вивідних елементів
за формулою:

$$Do = Dv + 0,2,$$

де Do — розміри отворів для вивідних елементів.

Розрахуємо розміри контактних майданчиків для вивідних елементів за
формулою:

$$Dk = Do + 0,6.$$

За умови $Do \geq 1,1$ розміри контактних майданчиків розрахуємо за форму-
лою:

$$Dk = Do + 0,8 \div 1.$$

Отримані значення для вивідних елементів наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 — Розміри для вивідних елементів

Назва елемента	Dv , мм	Do , мм	Dk , мм
Вивідний резонатор, корпус <i>НС-49/S</i>	0,6	0,8	1,4
Роз'єм штирьовий на 2 та 3 виводи	2	2,2	2,8

Після закінчення розрахунків, що стосуються ЕРЕ, перейдемо до розрахунків провідного рисунку плати.

3.1.10 Розрахунок ширини друкованих провідників

Для розрахунку ширини друкованих провідників необхідно знати який максимальний струм та напруга проходять через силові та сигнальні ланцюги. Аналізуючи отримане завдання отримуємо, що для сигнальних провідників $I_{\max} = 0,2\text{A}$, а для силових $I_{\max} = 1\text{A}$. Клас точності плати – третій. Вибір цього класу зумовлений відносною легкістю і дешевизною виробництва.

3.1.11 Для сигнальних ліній

За класом точності мінімальне значення ширини друкованого провідника становить 0,15 мм, нижнє відхилення на допуск становить -0,1 мм [17]. Мінімально допустима ширина провідника з урахуванням падіння рівня струму на ньому розраховується за формулою:

$$T_{s1} = \frac{I_{\max s}}{h_s j_s},$$

де $I_{\max s}$ — максимальний струм; h_s — товщина фольги; j_s — допустима щільність струму в провіднику.

$$T_{s1} = \frac{I_{\max s}}{h_s j_s} = \frac{0,2}{35 \cdot 10^{-3} \cdot 17} = 0,3 \text{ мм.}$$

Мінімальне значення ширини друкованого провідника у вузькому місці розраховується за наступною формулою:

$$T_{s1} = t_{mins3} + |t_{s3}|,$$

де t_{mins} — мінімальне значення ширини друкованого провідника для 3-го класу точності; t_{s3} — нижнє відхилення на допуск.

$$T_{s1} = 0,15 + |-0,1| = 0,25 \text{ мм.}$$

Мінімальне значення ширини друкованого провідника у широкому місці розраховується за наступною формулою:

$$T_{s1} = t_{mins2} + |t_{s2}|,$$

де t_{mins2} — мінімальне значення ширини друкованого провідника для 3-го класу точності; t_{s2} — нижнє відхилення на допуск.

$$T_{s1} = 0,45 + |-0,2| = 0,65 \text{ мм.}$$

Таким чином, рекомендована ширина для сигнального провідника становить 0,65 мм, мінімальна ширина – 0,3 мм.

3.1.12 Для силових ліній

Мінімально допустима ширина силового провідника з урахуванням падіння рівня струму на ньому розраховується за формулою:

$$T_{p1} = \frac{I_{maxp}}{h_p j_p},$$

де I_{maxp} — максимальний струм; h_p — товщина фольги; j_p — допустима щільність струму в провіднику.

$$T_{s1} = \frac{I_{maxp}}{h_p j_p} = \frac{1}{35 \cdot 10^{-3} \cdot 17} = 1,6 \text{ мм.}$$

Таким чином, рекомендована ширина для сигнального провідника становить 1,6 мм, мінімальна ширина – 1,6 мм.

3.1.13 Між двома провідниками

Мінімально допустима відстань між сусідніми друкованими об'єктами (S_{min}) за зазначеним класом точності становить 0,25 мм.

Верхнє відхилення на ширину провідника (d_s) – 0,1 мм [15]:

$$S_{min} = S_m + d_s = 0,25 + 0,1 = 0,35 \text{ мм.}$$

Таким чином, відстань між двома провідниками друкованою монтажу становить 0,35 мм.

3.1.14 Розробка плати у середовищі Altium Designer

У редакторі *Altium Designer* було створено друковану плату, були розміщені елементи та створене трасування друкованих провідників. На рисунку 3.5 зображений фронтальний вигляд об'ємної моделі друкованої плати.

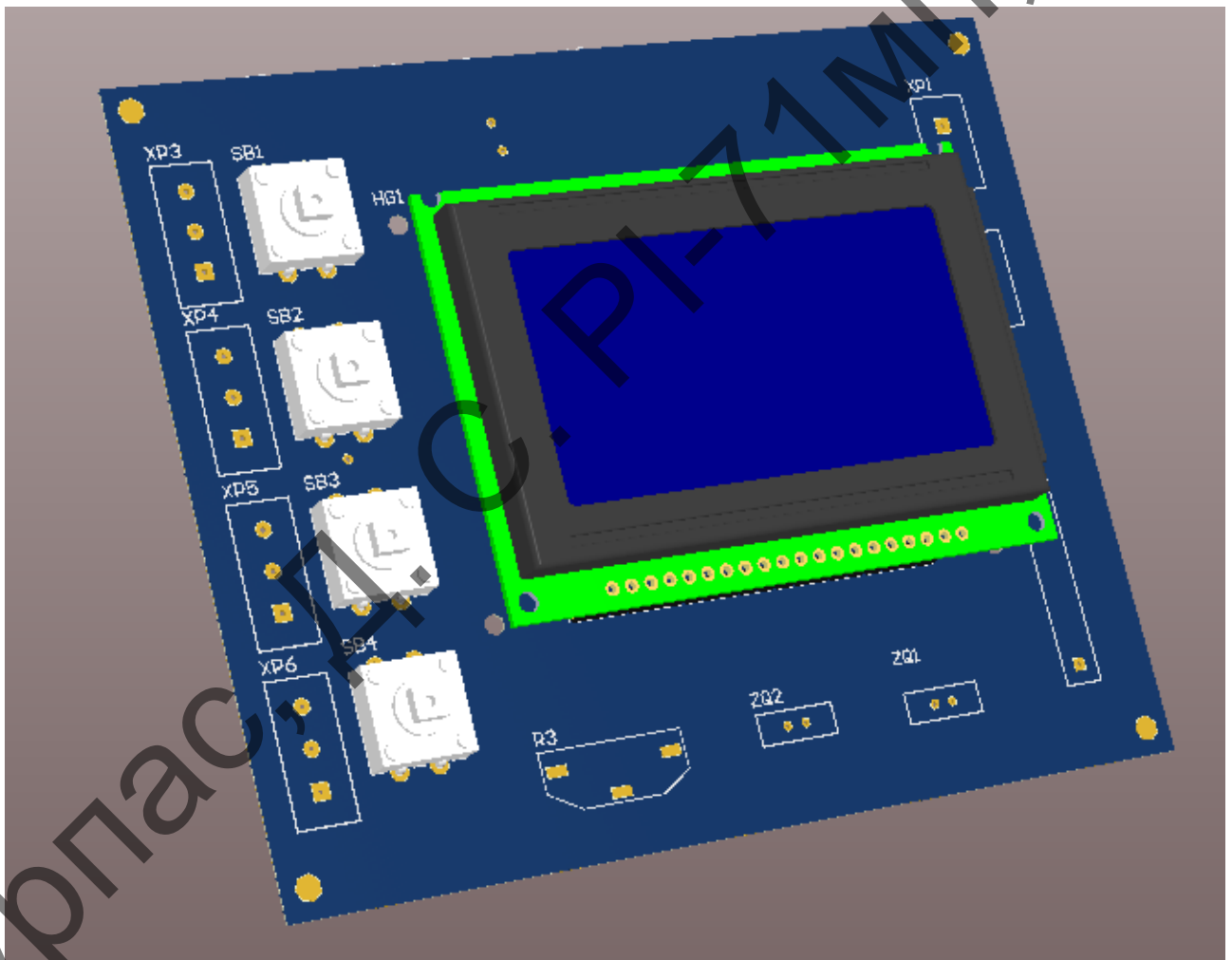


Рисунок 3.5 — Об'ємна модель друкованої плати (фронтальний вигляд)

Після аналізу схеми електричної принципової та ознайомлення з елементною базою для того, щоб упевнитися в можливості реалізації схеми на друкованій платі, були проведені розрахунки параметрів елементів, доріжок, контакт-

них майданчиків і тих відстаней, що необхідні для розробки. На рисунку 3.6 зображений тильний вигляд об'ємної моделі друкованої плати.

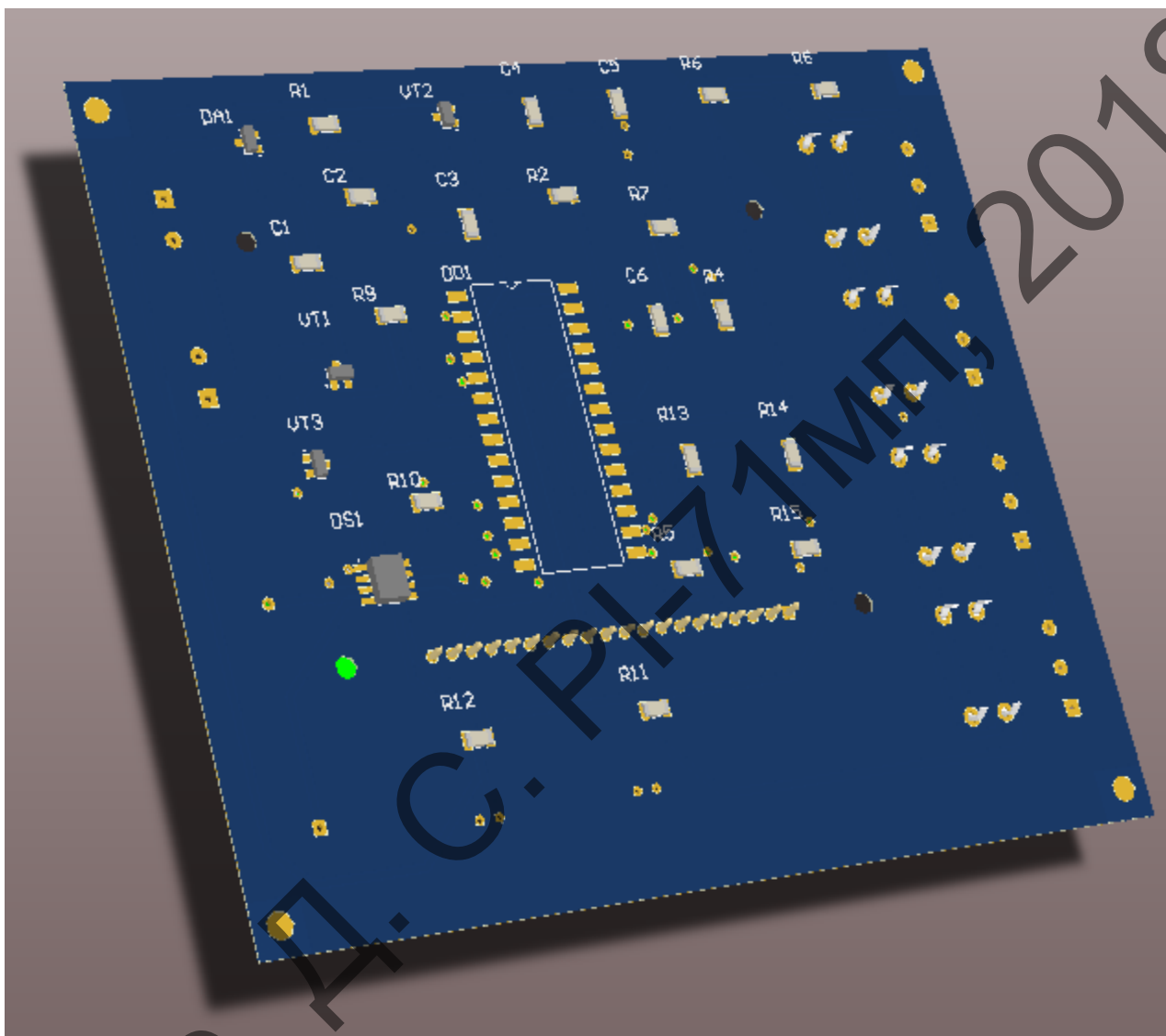


Рисунок 3.6 — Об'ємна модель друкованої плати (тильний вигляд)

При розміщенні елементів на платі були використані такі правила [18]:

1. СМД-елементи і планарні елементи не розміщуються на одній стороні плати. Оскільки плата є двосторонньою, то проблем це не викликало.
2. СМД-елементи, що працюють в парі із планарними розташовуються з різних сторін плати так, щоб відстань між контактами, що з'єднуються через металізований отвір, була мінімальною.

3. Компонування елементів на платі відбувається за блочним принципом. Тобто всі елементи, які будь-яким чином пов'язані між собою намагаються розташувати поряд із найменшою сумарною довжиною друкованих провідників.

При трасуванні провідників та заливанні землею плати були використані такі правила [19]:

1. Контакти живлення розташовують з одного боку плати для зменшення ймовірності пробую та для мінімізації наявності паразитних полів. При проходженні струму по друкованому провіднику створюється магнітне поле, що може спотворити сигнали ліній, що йдуть паралельно провіднику. Зважаючи на те, що чим більший струм, що протікає по провіднику, то тим потужніше буде створене ним поле, варто відзначити необхідність розмежування або мінімізації проходження ліній силових із лініями сигнальними.

2. Будь-яке автоматичне трасування провідників вимагає корекції, адже як би точно не були задані параметри трасування у програмі, можуть виникнути такі явища, як паразитні поля, струми та створення ліній, що спотворюють сигнал один одної.

4. Якщо неможливо провести силову лінію через її геометричні розміри або наявність перешкод при проходженні провідника, використовується металізований полігон, що проходить через ту область, яку звичайний провідник не міг з'єднати, а ті частини, що розділені провідниками на безконтактні області, з'єднують металізованими отворами.

3.2 Моделювання корпусу блоку давачів метеостанції

Згідно до технічного завдання необхідно спроектувати модель корпусу блоку давачів метеостанції. В корпусі має бути розміщено ряд давачів, а конструкція виробу має задовольняти умови, необхідні для коректного знімання інформації із давача запиленості.

3.2.1 Варіативна проробка конструкції

Розглянемо декілька видів конструкцій, щоб визначити слабкі та сильні їх сторони, визначивши найкращий варіант виконання корпусу.

3.2.2 Перший варіант конструкції

Розглянемо конструкцію, що буде виконана у вигляді прямокутника довжиною 80 мм, із отворами з обох торців. При цьому датчі встановлюються всередині корпусу (рис. 3.7).

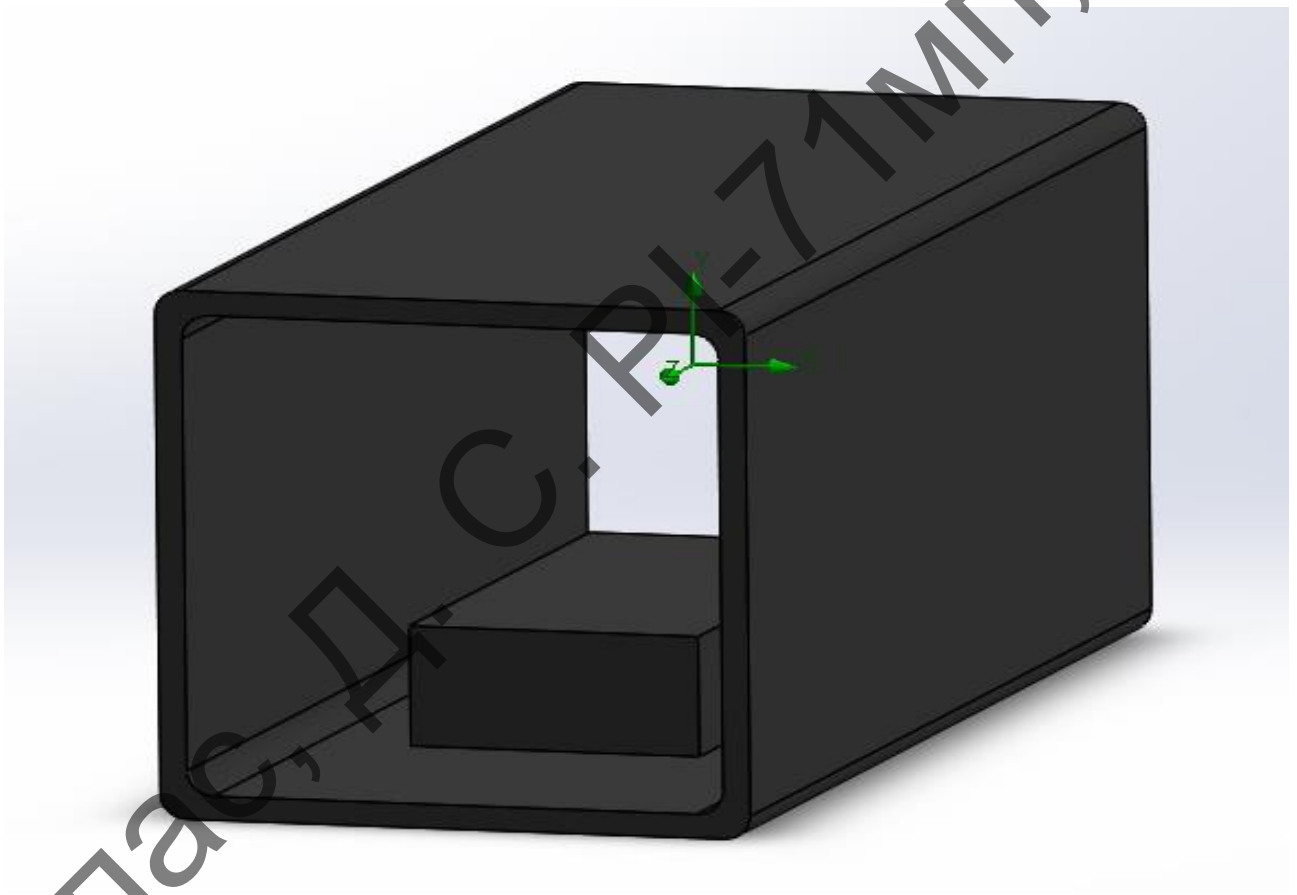


Рисунок 3.7 — Перший варіант конструкції

Конструкція є досить легкою у виготовленні та встановленні, проте має ряд суттєвих недоліків:

1. Відсутність нагнітання повітря всередину корпусу.
2. Відсутність конструкційних виводів під проводи.
3. Прямий вплив напрямку та швидкості вітру на показники датча заповненості.

4. Конструкцією не передбачено встановлення датчика сонячного випромінювання на верхню частину корпусу.
5. Відсутність захисту від прямого потрапляння вологи всередину конструкції.

Незважаючи на серйозні недоліки, подібний варіант конструкції є перспективним, хоча й потребує доопрацювання.

3.2.3 Другий варіант конструкції

Наступний варіант конструкції передбачає циліндричну форму кожуху (радіус становить 30 мм, довжина – 100 мм) із отворами перфорації на торцевих частинах циліндру (рис. 3.8).

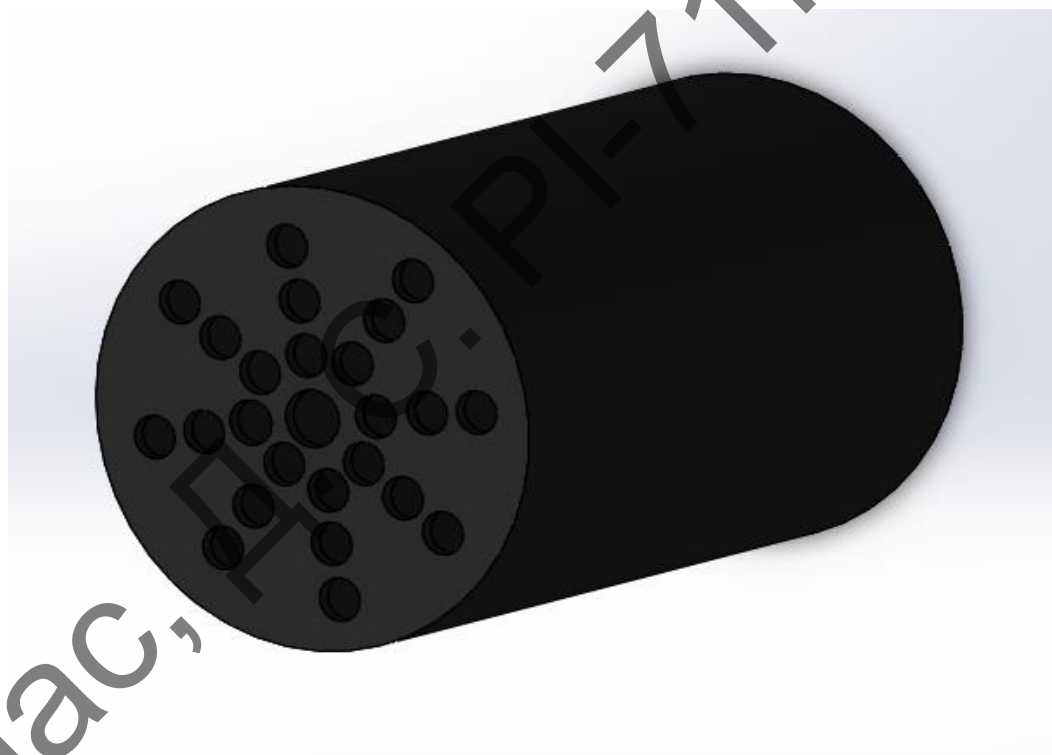


Рисунок 3.8 — Другий варіант конструкції

Це забезпечить більший захист від потрапляння вологи. Знизу корпусу передбачений отвір під проводи датчиків. Сам циліндр розташовується на рухомому шарнірі, що дозволяє розташовувати корпус відповідно до локального напрямку вітру у регіоні.

Недоліками зазначеної конструкції є:

1. При відсутності вітру нагнітання повітря в середину корпусу не буде відбуватися.
2. Не передбачений вивід під давач сонячного випромінювання, що встановлюється зверху корпусу.
3. Неможливість застосування у регіонах із нестабільним напрямком або зі штильовою швидкістю вітру (менше 0,3 м/с).

3.2.4 Третій варіант конструкції

Корпус блоку давачів виконано у формі прямокутника, проте внутрішня частина корпусу має циліндричну форму із канавкою для зливання небажаної вологи (рис. 3.9).

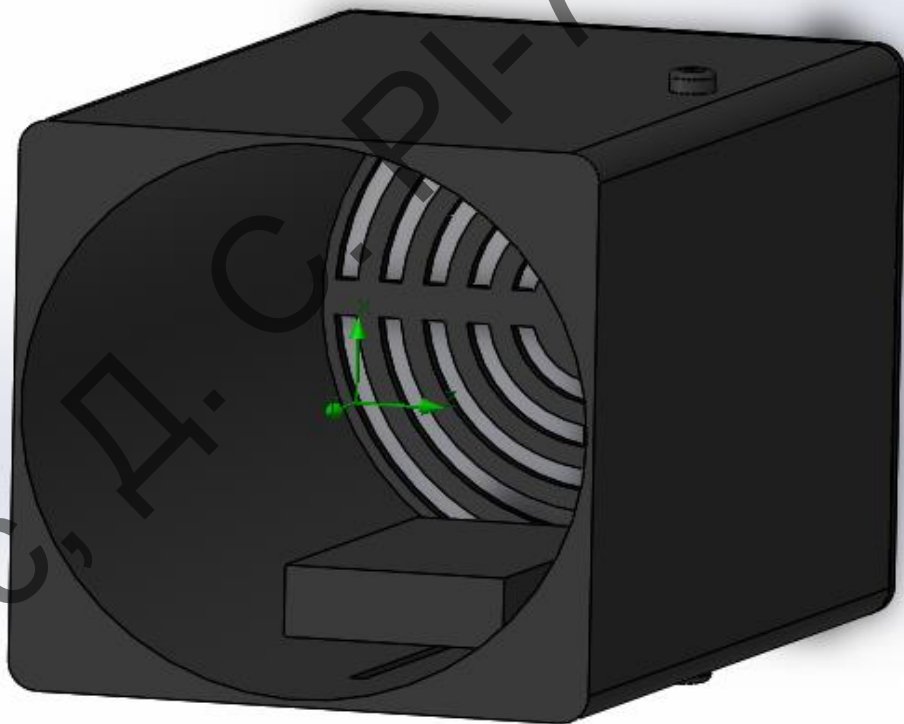


Рисунок 3.9 — Третій варіант конструкції

Це зроблено для того, щоб, з однієї сторони, забезпечити достатню жорсткість конструкції, а з іншої, мінімізувати накопичення вологи всередині корпусу. У якості нагнітача повітря слугує вентилятор розмірами 80 мм x 80 мм x 25 мм, який буде періодично включатися для забезпечення повного перенесен-

ня повітряної маси з-за корпусу. Такий варіант конструкції є найкращим рішенням через усунення проблем з вологою та нагнітанням повітря.

3.2.5 Конструкційні особливості блоку давачів

Корпус виконано у вигляді прямокутника довжиною 100 мм та висотою 80 мм, зсередини корпус виглядає як циліндр радіусом 40 мм. Така особливість форми зумовлена необхідністю розміщення всередину кожуху давача запиленості та усунення небажаної вологості всередині корпусу. На рисунку 3.10 зображений вид спереду корпусу блоку давачів метеостанції.

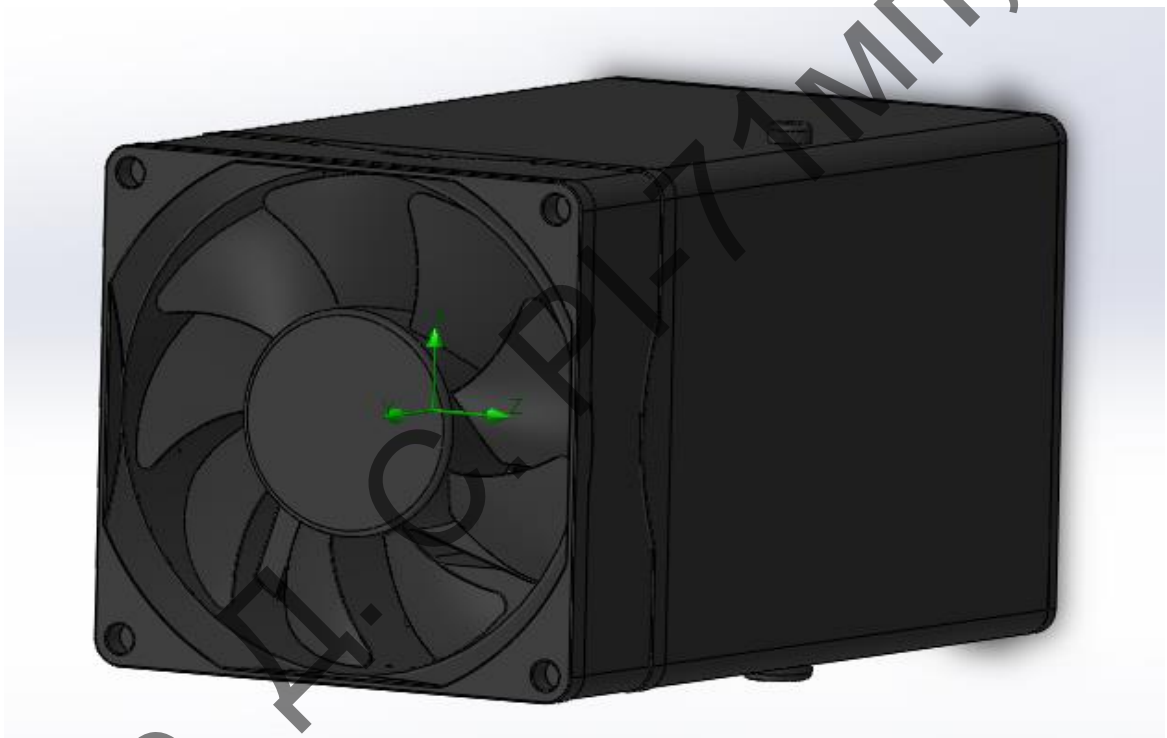


Рисунок 3.10 — Вид спереду корпусу блоку давачів метеостанції

Для коректної роботи та об'єктивної інформації про стан запиленості навколишнього середовища давач перед зчитуванням даних потребує повної заміни повітряної маси в області знімання показника запиленості, при чому об'єм області має перевищувати 300 см^3 . Циліндрична форма забезпечує повну заміну повітряної маси у заданому об'ємі та запобігає виникненню вихрових потоків, що будуть заважати проходженню повітря скрізь корпус. При заданих габаритних розмірах об'єм області знімання складає 500 см^3 . На рисунку 3.11 зображений вид ззаду блоку давачів метеостанції.



Рисунок 3.11 — Вид ззаду корпусу блоку давачів метеостанції

Давачі температури та вологості, атмосферного тиску та запиленості встановлюються всередину корпусу, для цього у нижній частині кожуху передбачений вивід для проводів. У разі потрапляння вологи всередину корпусу вона буде відведена по спеціальному каналу. Оскільки для правильної роботи давача сонячного випромінювання необхідне пряме потрапляння на фотодіод електромагнітної хвилі, сензор має встановлюватись на верхню частину кожуху, для виводу проводів наявний отвір та герметична прокладка.

3.2.6 Моделювання траєкторії руху повітря всередині блоку давачів

Моделювання траєкторії руху повітря газів всередині блоку давачів по заданим вхідним параметрам виконано за допомогою розширення програмного пакету *SolidWorks*, а саме в *Air Flow Simulation*.

Після проведення моделювання необхідно визначити траєкторію руху повітря всередині корпусу блоку давачів метеостанції. На вході корпусу встановлений вентилятор розмірами 80 мм x 80 мм x 25 мм із частотою обертання

1500 об/хв. Область, куди надходить повітря, обмежена циліндром радіусом 40 мм. На рисунку 3.12 зображена траєкторія руху повітря всередині корпусу блоку датчиків.

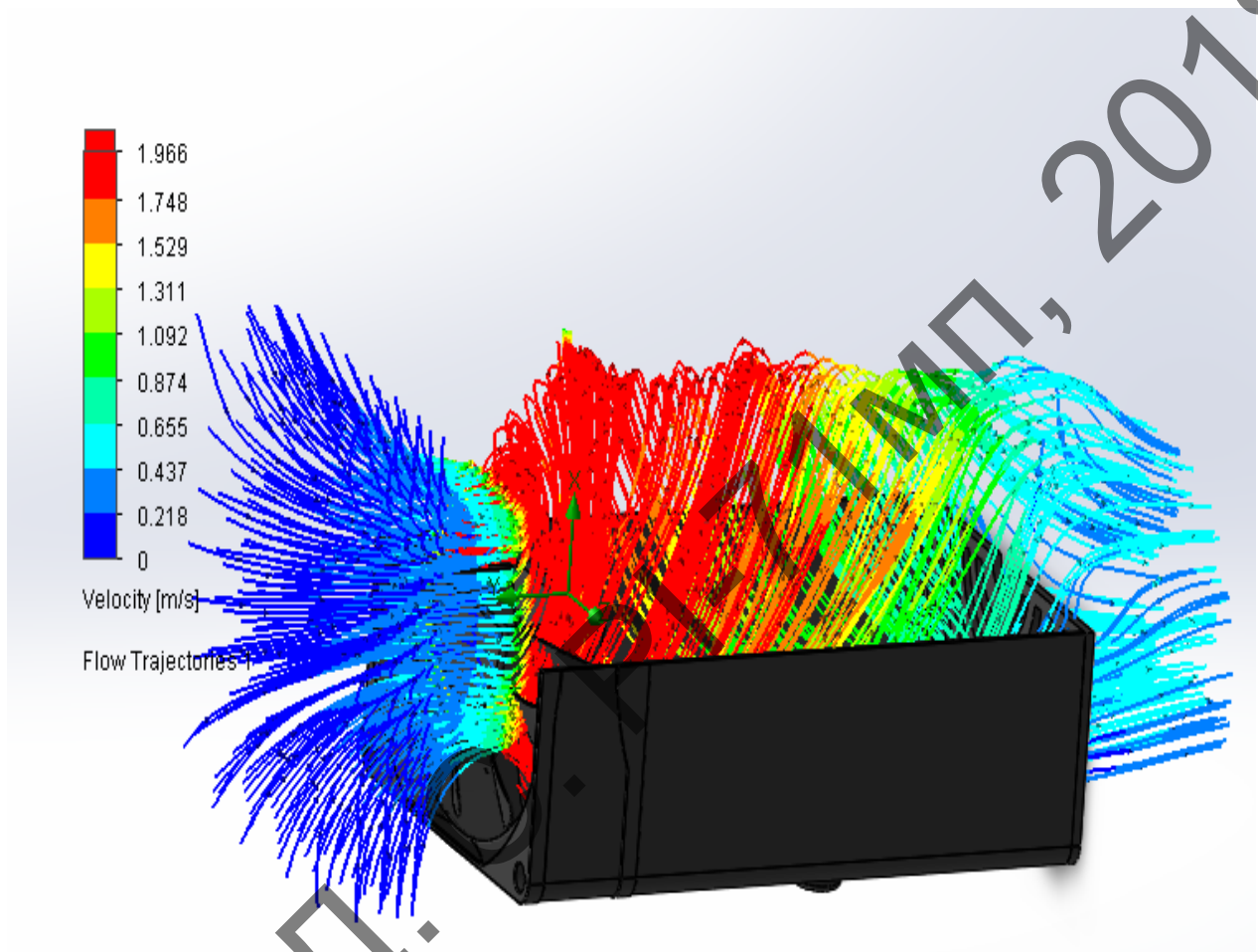


Рисунок 3.12 — Траєкторія руху повітря всередині корпусу блоку датчиків

Максимальна швидкість, якої досягає повітря всередині корпусу сягає 2 м/с, а середня швидкість складає близько 1,33 м/с. На виході швидкість потоку спадає до 0,2 м/с. Згідно із технічною документацією на вентилятор, швидкість виходу на максимальні оберти складає 1 секунду.

Виходячи із результатів моделювання потоку повітря робимо висновок, що при заданих параметрах вентилятору необхідна 0,07 секунди для повної заміни повітряної маси всередині корпусу.

На рисунку 3.13 зображений вигляд корпусу блоку датчиків під час проходження через нього повітря.

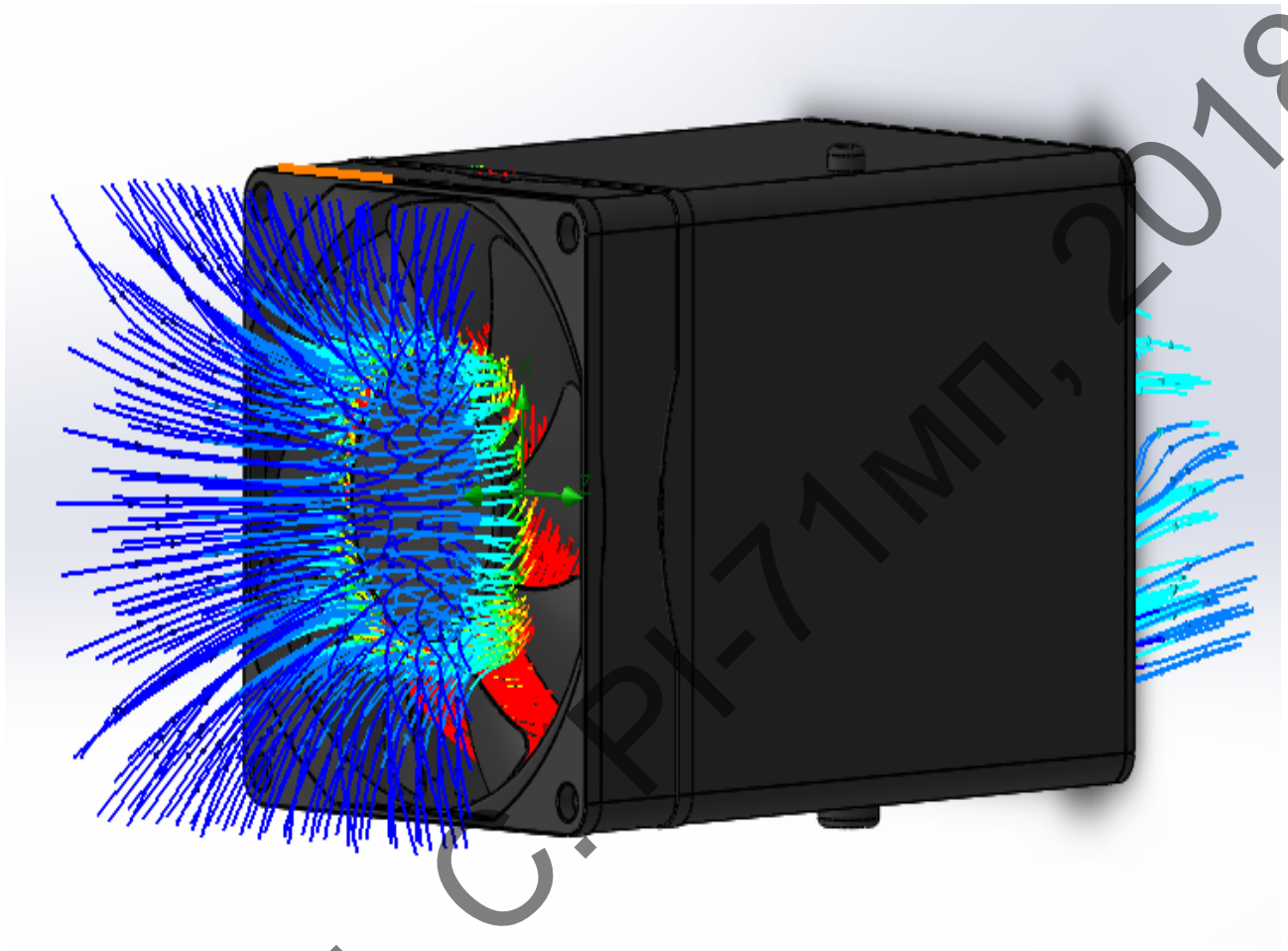


Рисунок 3.13 — Вигляд корпусу блоку датчиків при проходженні повітря

Кругові кулери мають досить високу інерцію, а для коректності результатів повітряна маса має бути якомога одноріднішою. При штильовій швидкості вітру, що дорівнює 0,2 м/с, необхідно витримати паузу в 10 с перед зчитуванням даних.

Загальна кількість часу, що необхідна для знімання інформації:

$$\Delta T = T_{\text{в}} + T_{\text{зам}} + T_{\text{п}} + T_{\text{зн}},$$

де $T_{\text{в}}$ — час, необхідний для виходу кулера на максимальні оберти; $T_{\text{зам}}$ — час, необхідний для повної заміни повітряної маси; $T_{\text{п}}$ — проміжок часу між повною заміною повітряної маси та вимірюванням; $T_{\text{зн}}$ — час, необхідний для знімання інформації із датчика запиленості.

$$\Delta T = 1 + 0,07 + 10 + 10 = 21,07 \text{ с.}$$

Знімання даних із давача запиленості відбувається протягом 10 секунд із частотою 1 р/с. Контролер обробляє інформацію, а істинним показником запиленості стає середнє значення.

Оскільки повний цикл знімання інформації із давача запиленості займає всього 21,07 с, можна зробити висновок, що запропонований варіант корпусу, конструкційні особливості вентилятору та технічні характеристики давача запиленості відповідають поставленим вимогам, згідно з якими частота відображення даних із давача запиленості не має перевищувати 1 разу на 30 секунд.

3.3 Аналіз технологічності апарату та удосконалення конструкції за технологічністю

Основним завданням технологічної підготовки виробництва є забезпечення технологічності конструкції. Під технологічністю конструкції виробу мають на увазі сукупність властивостей виробу, які проявляються в залежності від оптимальних затрат праці, матеріалів, засобів і часу в процесі підготовки виробництва, виготовлення, експлуатації і ремонту порівняно з відповідними показниками подібних конструкцій виробів, що мають таке ж призначення при забезпеченні якісних вимог і прийнятних умов виготовлення.

3.3.1 Розрахунок технологічності конструкції

Стандарти єдиної системи технологічної підготовки виробництва (ЄСТПВ) передбачають обов'язкове відпрацювання конструкції на технологічність на всіх стадіях її виготовлення. У відповідності до ГОСТ 14.201-73, відпрацювання конструкції виробу направлено на підвищення продуктивності праці, зниження витрат і зменшення часу на проектування, технологічну підготовку виробництва, виготовлення, технічне обслуговування та ремонт виробу при забезпеченні необхідної якості виробу.

Методика, згідно якої будуть проводитися розрахунки для оцінки технологічності використовує систему відносних часткових показників K_i і комплекс-

ний показник K , який розраховується згідно середньозваженої величини відносних часткових показників з урахуванням коефіцієнтів φ_i , які характеризують вагову значимість часткових показників, тобто, ступінь їх впливу на трудомісткість виготовлення виробу.

Кількісний склад показників технологічності (комплексних та часткових) має бути мінімальним, але достатнім для оцінки технологічності конструкції виробу. Склад відносних часткових показників K_i вибирається у кількості не більше 5-10. До числа відібраних мають включатися такі показники, які найбільше впливають на технологічність конструкції блоків та вузлів системи.

Величина коефіцієнта φ_i залежить від порядкового номера основних показників технологічності, ранжована послідовність яких встановлюється експертно і розраховується за формулою:

$$\varphi_i = \frac{i}{2^{i-1}},$$

де i — порядковий номер показника у ранжованій послідовності.

Кількісний склад показників технологічності (комплексних та часткових) має бути мінімальним, але достатнім для оцінки технологічності конструкції виробу. Склад відносних часткових показників K_i вибирається у кількості не більше 7.

Для оцінки технологічності були обрані наступні показники:

1. Коефіцієнт повторюваності ЕРЕ $K_{\text{пов. ЕРЕ}}$
2. Коефіцієнт повторюваності мікросхем і мікрозбірок $K_{\text{пов.мз}}$
3. Коефіцієнт установчих розмірів (кроків) ЕРЕ (посадкові місця для елементів) $K_{\text{у.р}}$
4. Коефіцієнт прогресивності формотворення деталей $K_{\text{ф}}$
5. Коефіцієнт використання матеріалів $K_{\text{в.м}}$

Встановимо їх в послідовності впливу на технологічність і занесемо до таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Склад відносних часткових показників технологічності

В ранжованій послідовності	φ_i	Назва показника	Позначення
1	1,000	Коефіцієнт повторюваності ЕРЕ	$K_{\text{пов.ЕРЕ}}$
2	1,000	Коефіцієнт повторюваності мікросхем і мікробірок	$K_{\text{пов.МЗ}}$
3	0,750	Коефіцієнт установчих розмірів	$K_{\text{у.р.}}$
4	0,500	Коефіцієнт прогресивності формоутворення деталей	$K_{\text{ф}}$
5	0,313	Коефіцієнт використання матеріалів	$K_{\text{в.м}}$

Найбільший вплив на комплексний показник технологічності мають коефіцієнт повторюваності ЕРЕ та коефіцієнт повторюваності мікросхем і мікробірок, а найменший – коефіцієнт використання матеріалів.

3.3.2 Складання таблиці вихідних даних та розрахунок відносних показників технологічності

Після побудови ранжованої послідовності K_i розроблюваної конструкції за конструкторською документацією визначаємо значення показників, необхідних для розрахунку K_i , які увійшли до ранжованої послідовності, після чого складаємо таблицю вихідних даних табл. 3.8.

Таблиця 3.8 – Вихідні дані для розрахунку показників технологічності K_i метеостанції

Назва показника	Умовне позначення	Значення показника
Загальна кількість ЕРЕ	$N_{\text{ЕРЕ}}$	41
Загальна кількість типорозмірів ЕРЕ у виробі	$N_{\text{Т.ЕРЕ}}$	20
Кількість типорозмірів корпусів мікросхем і мікрозбірок у виробі	$N_{\text{Т.МЗ}}$	3
Загальна кількість мікросхем і мікрозбірок у виробі	$N_{\text{МЗ}}$	3
Кількість видів установочних розмірів електро-радіоелементів у виробі	$N_{\text{У.Р.}}$	20
Кількість деталей, заготовки яких або самі деталі одержані прогресивними методами формотворення	$D_{\text{ПР.}}$	2
Загальна кількість деталей у виробі	D	2
Маса виробу без урахування комплектуючих, кг	M	0,3
Маса матеріалу, використана на виготовлення виробу, кг	$M_{\text{М.}}$	0,33

Після встановлення значень показників технологічності необхідно визначити значення часткових показників технологічності згідно до таблиці 3.8.

3.3.3 Коефіцієнт повторюваності ЕРЕ

Коефіцієнт повторюваності електрорадіоелементів визначається за формулою 3.1 [20].

$$K_{\text{пов. ЕРЕ}} = 1 - \frac{N_{\text{Т.ЕРЕ}}}{N_{\text{ЕРЕ}}} = 1 - \frac{20}{41} = 0,51, \quad (3.1)$$

де $N_{\text{ЕРЕ}}$ — загальна кількість ЕРЕ; $N_{\text{Т.ЕРЕ}}$ — загальна кількість типорозмірів електрорадіоелементів у виробі (Під типорозміром розуміють конструкцію та габаритні розміри деталей без урахування номінальних значень).

3.3.4 Коефіцієнт повторюваності мікросхем і мікрозбірок

Коефіцієнт повторюваності мікросхем і мікрозбірок визначається за формулою 3.2 [20].

$$K_{\text{пов.мз.}} = 1 - \frac{N_{\text{т.мз.}}}{N_{\text{мз.}}} = 1 - \frac{3}{3} = 0, \quad (3.2)$$

де $N_{\text{т.мз.}}$ — кількість типорозмірів корпусів мікросхем і мікрозбірок у виробі; $N_{\text{мз.}}$ — загальна кількість мікросхем і мікрозбірок у виробі.

3.3.5 Коефіцієнт установчих розмірів (кроків) ЕРЕ

Коефіцієнт установчих розмірів (кроків) ЕРЕ визначається за формулою 3.3 [20].

$$K_{\text{у.р.}} = 1 - \frac{N_{\text{у.р.}}}{N_{\text{ЕРЕ}}} = 1 - \frac{20}{41} = 0,51, \quad (3.3)$$

де $N_{\text{у.р.}}$ — кількість видів установочних розмірів електрорадіоелементів у виробі.

3.3.6 Коефіцієнт прогресивності формоутворення деталей

Коефіцієнт прогресивності формоутворення деталей визначається за формулою 3.4 [20].

$$K_{\text{ф.}} = \frac{D_{\text{пр.}}}{D} = \frac{2}{2} = 1, \quad (3.4)$$

де $D_{\text{пр.}}$ — кількість деталей, заготовки яких або самі деталі одержані прогресивними методами формоутворення (штампуванням, пресуванням, порошковою металургією, литтям за виплавленими моделями, під тиском та в кокіль, паянням, зварюванням, склеюванням з профільованого матеріалу); D — загальна кількість деталей (без нормалізованого кріплення).

3.3.7 Коефіцієнт використання матеріалів

Коефіцієнт використання матеріалів визначається за формулою 3.5 [20].

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{M}{M_{\text{м.}}} = \frac{0,2}{0,22} = 0,9, \quad (3.5)$$

де M — маса виробу без урахування комплектуючих, кг; $M_{\text{м.}}$ — маса матеріалу, використана на виготовлення виробу, кг.

Після підрахунку часткових показників технологічності необхідно визначити комплексний показник технологічності, що буде свідчити достатню або недостатню технологічність системи.

3.3.8 Визначення числового значення комплексного показника технологічності

Основним показником, що використовується для оцінки технологічності конструкції, є комплексний показник K . Комплексний показник визначається на основі відносних часткових показників за формулою 3.6:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{i=S} K_i \varphi_i}{\sum_{i=1}^{i=S} \varphi_i} = \frac{K_1 \varphi_1 + K_2 \varphi_2 + \dots + K_S \varphi_S}{\varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_S}, \quad (3.6)$$

де K_i — значення часткового показника технологічності; φ_i — функція, що нормує вагову значимість показника в залежності від його порядкового номера у ранжованій послідовності; i — порядковий номер показника у ранжованій послідовності; S — загальна кількість відносних часткових показників у ранжованій послідовності ($S \leq 7$).

Отже, для даного пристрою комплексний показник технологічності буде дорівнювати:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{i=S} K_i \varphi_i}{\sum_{i=1}^{i=S} \varphi_i} = \frac{0,51 \cdot 1 + 0,51 \cdot 0,75 + 1 \cdot 0,5 + 0,9 \cdot 0,313}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,313} = 0,46.$$

Після визначення комплексного показника технологічності системи необхідно дізнатися базовий показник технологічності.

3.3.9 Визначення базового комплексного показника технологічності

Комплексний базовий показник технологічності визначається за формулою 3.7:

$$K_b = K_a K_{СК} K_{т.р.} K_{Ов} K_{От} K_{Вр.}, \quad (3.7)$$

де K_a — комплексний показник технологічності для виробу-аналога;

$K_{СК}$ — коефіцієнт складності (технічної досконалості) нового виробу порівняно з виробом-аналогом; $K_{т.р.}$ — коефіцієнт, що враховує зміну технологічного рівня основного виробництва заводу-виробника нового виробу по відношенню до заводу-виробника виробу-аналога; $K_{Ов}$ і $K_{От}$ — коефіцієнти, що враховують застосування рівня організації виробництва і праці заводу-виробника нового виробу по відношенню до заводу-виробника виробу-аналога; $K_{Вр.}$ — коефіцієнт, що враховує зміну типу виробництва (відношення коефіцієнта серійності нового виробу по відношенню до того ж коефіцієнта виробу-аналогу).

Числове значення коефіцієнта складності прийняти умовно у межах $K_{СК} = (1,2 \div 1,3)$ при $0,45 < K \leq 0,65$. Оскільки $K=0,46$, приймаємо $K_{СК} = 1,2$.

Прийmemo: $K_a = K$, $K_{СК} = 1,2$, $K_{т.р.} = K_{Ов} = K_{От} = K_{Вр.} = 1$.

Тоді, $K_б = 0,46 \cdot 1,2 = 0,55$.

3.3.10 Визначення показника рівня технологічності конструкції

При відомому базовому показникові технологічності $K_б$ оцінка рівня технологічності розроблюваного виробу розраховується через відношення досягнутого комплексного показника технологічності K до базового $K_б$. Це відношення має задовольняти умову:

$$P = \frac{K}{K_б} \geq 1$$

Підставимо числові значення:

$$P = \frac{0,46}{0,55} = 0,83$$

Оскільки, $P < 1$, робимо висновок, що рівень технологічності розроблюваного пристрою недостатній, тому необхідне відпрацювання конструкції на технологічність

3.3.11 Відпрацювання конструкції на технологічність

Відпрацювання конструкції виробу на технологічність, інакше кажучи – удосконалення конструкції з погляду технолога при аналізі технологічності має на меті вирішити такі основні питання, як підвищення серійно придатності при

виготовленні виробу за рахунок впровадження стандартизації, уніфікації та групування виробів та їхніх елементів за конструктивними ознаками.

Для підвищення рівня проведемо наступні зміни: зменшимо загальну кількість типорозмірів ЕРЕ у виробі (тобто: уніфікуємо типорозміри резисторів, конденсаторів та кварцевих резонаторів). $H_{Т.ЕРЕ}$ зменшилось до 10, таким чином:

$$K_{\text{пов. ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{Т.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{10}{41} = 0,75,$$

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{i=S} K_i \varphi_i}{\sum_{i=1}^{i=S} \varphi_i} = \frac{0,75*1+0,75*0,75+1*0,5+0,9*0,313}{1+1+0,75+0,5+0,313} = 0,6.$$

Підставимо числові значення:

$$P = \frac{0,6}{0,55} = 1,09.$$

Оскільки, $P > 1$, робимо висновок, що рівень технологічності розроблюваного пристрою достатній.

4 РОЗРАХУНОК ЗАЛЕЖНОСТЕЙ МАКСИМАЛЬНОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ ЗР ТА ВІДСТАНІ ВІД ШВИДКОСТІ ВІТРУ ТА РОЗМІРІВ ЧАСТИНОК

Розвиток методів прогнозу забруднення повітря базується на результатах експериментального та теоретичного вивчення закономірностей розповсюдження домішок відносно джерел їх забруднення. Одним з напрямків цих досліджень є розробка теорії атмосферної дифузії на основі математичного опису розповсюдження домішок в атмосфері за законами турбулентної дифузії.

4.1 Загальні положення оцінки забрудненості повітря

При формулюванні вихідних рівнянь, що описують процес розповсюдження домішок в атмосфері і зміну їх концентрації в часі, використовується можливість виділення пульсації від середніх значень концентрації забруднюючої речовини.

В загальному вигляді задача прогнозу забруднення повітря математично може бути визначена як вирішення при певних початкових та граничних умовах диференціального рівняння [21]:

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \sum_{i=1}^3 u_i \frac{\partial q}{\partial x_i} k_i \frac{\partial q}{\partial x_i} - \alpha q, \quad (4.1)$$

де t — час; x_i — координати; u_i і k_i — складові середньої швидкості переміщення домішок і коефіцієнту обміну, що відносяться до напрямку осі x_i ; α — коефіцієнт, що визначає зміну концентрації за рахунок перетворення домішок.

Рівняння 4.1 описує просторовий розподіл середніх концентрацій забруднюючих домішок, а також їх часову змінність. Із рівняння випливає, що при фіксованих параметрах джерела забруднень, зміна її концентрації на суші визначається турбулентним обміном та швидкістю перенесення повітряної маси.

У випадку вирішення прогностичних задач за періоди часу, що можна порівняти із процесом перенесення забруднюючих домішок x/u від джерела до точки, де здійснюється вимір, процес дифузії стає стаціонарним [22]. Зміни

концентрації забруднюючої речовини в атмосфері носять, зазвичай, стаціонарний характер і для вирішення практичних задач можна знехтувати нестационарним членом $\frac{\partial q}{\partial t}$, прирівняв його нулю, визначивши, що коефіцієнти рівняння 4.1 є відомими функціями часу t .

Таким чином, вихідне прогностичне рівняння 4.1 зводиться до рівняння атмосферної дифузії:

$$u \frac{\partial q}{\partial t} - w \frac{\partial q}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} k_z \frac{\partial q}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial y} k_y \frac{\partial q}{\partial y} - \alpha q, \quad (4.2)$$

де $w \frac{\partial q}{\partial z}$ — вертикальний рух повітря в приповерхневому шарі атмосфери;

При прогнозуванні забруднення повітря основний інтерес викликає визначення очікуваних концентрацій біля земної поверхні, у місцях скупчення людей. Звідси особливе значення здобуває вивчення приповерхневого шару повітря, що складає 50 м – 100 м над землею.

Згідно з численними дослідженнями, однією із головних характеристик цього шару є збереження в ньому по висоті вертикальних потоків тепла і кількісний показник його руху. Іноді його визначають як шар, дотичне напруження якого змінюється не більше, ніж на 10%-20% [23]. Однією з його основних властивостей є значне збільшення турбулентності, температури та швидкості вітру із збільшенням висоти. У цьому випадку досить чітко проявляється вплив стабільності атмосфери, що зв'язана із температурною стратифікацією [24].

При цьому умовою рівноважної температурної стратифікації є випадок, при якому вертикальний потік тепла дорівнює нулю, а зміна температури із висотою відбувається за адіабатичним законом. Враховуючи невелику вертикальну протяжність приповерхневого шару, можна стверджувати, що рівноважна стратифікація можлива у випадку, коли температура мало змінюється з висотою, а саме при ізотермії [25].

Для того, щоб використати звичайне спостереження метеорологічної мережі при визначенні ступеня стійкості приповерхневого шару, вводиться ряд класифікацій. Виділяється 6 класів стійкості приземного шару: 1-й, 2-й та 3-й

відносяться відповідно до сильної, помірної та слабкої нестійкості; 4-й – до рівноважного стану; 5-й та 6-й – до слабкої та помірної стійкості відповідно (табл. 4.1) [26].

Класифікація Пескуїлла уточнювалась в ряді досліджень з урахуванням висоти Сонця над горизонтом, а також кількісного показника хмарності (нижній, верхній та загальний), а також наявності сніжного покриву та ряду інших характеристик [26].

В таблиці 4.2 наведена дещо модифікована класифікація класів стійкості, що включає вищезгадані параметри.

Таблиця 4.1 — Класи стійкості за Пескуїллом

Швидкість вітру на висоті 10 м, м/с	Ступінь інсоляції вдень [27]			Хмарність вночі, бали	
	Сильна	Помірна	Слабка	10 (загальна) Або >5(нижня)	>4(нижня)
<2	1	1-2	2	—	—
2-3	1-2	2	3	5	6
3-5	2	2-3	3	4	5
5-6	3	3-4	4	4	4
>6	3	4	4	4	4

Модифікований варіант класифікації стійкості приповерхневого шару повітря містить уточнені дані стосовно інсоляції та хмарності.

Визначення уточнювальних даних здійснювалось на 70-и метеорологічних станціях, що розташовані по всьому світу. При спостереженнях враховувались значення температури повітря принаймні у двох точках в приповерхневому шарі атмосфери.

Таблиця 4.2 — Модифікована класифікація стійкості

Швидкість вітру на висоті 10 м, м/с	Висота Сонця вдень, °			Хмарність вночі, бали	
	$h_c > 60^\circ$	$h_c = 15..60^\circ$	$h_c < 15^\circ$	5..8 (загальна) Або 8..10 (нижня)	4 (нижня)
<2	1	1-2	2-3	5-6	6-7
2-3	1-2	2	3	5	6
3-5	2	2-3	3	4	5
5-6	3	3-4	4	4	4
>6	3	4	4	4	4

Окрім зазначених нововведень, був введений 7-й клас стійкості (дуже сильна стійкість).

4.2 Розрахунок концентрація ЗР для легких дисперсних домішок

Характерною особливістю розподілу поверхневої концентрації легких домішок по осі x (горизонтальна площина) є наявність максимуму концентрації q_m на певній відстані від джерела забруднення x_m . Характер зміни концентрації із відстанню x значно залежить від висоти z з якої відбувається зчитування концентрації забруднюючих домішок. Із зростанням показника z , максимум q зміщується до джерела забруднення. На рівні викиду домішок $z=H$, концентрація монотонно спадає із збільшенням відстані. На більш високих рівнях z знову спостерігається максимум q на певній відстані x [28].

Таким чином, якщо відома очікувана швидкість вітру, показники стійкості атмосфери та потужність викиду, можна дати прогноз концентрації домішок.

Максимальна концентрація забруднюючих домішок q_m визначається за формулою [28]:

$$q_m = c_1 \frac{M}{u} \sqrt{\frac{k_1}{uk_0}} \frac{1}{H^{\beta_1}}, \quad (4.3)$$

де c_1, β_1 — визначені сталі за Берляндом; u — швидкість вітру, м/с; M — викид речовини в одиницю часу, г/с; k_1, k_0 — складові середньої швидкості переміщення забруднюючої речовини; H — висота труби, з якої здійснюється викид;

При чому максимальна концентрація забруднюючої речовини q_m знаходиться на відстані x_m , що знаходиться за формулою:

$$x_m = c_2 \frac{u}{k_1} H^{1+\beta_2}, \quad (4.4)$$

де c_2, β_2 — визначені сталі за Берляндом;

Концентрація q по осі x спадає за експоненційним законом, при чому зі збільшення значення відстані x спадання зменшується.

4.3 Розрахунок концентрації ЗР для важких домішок

Особливості розповсюдження важких домішок визначаються в значній мірі власною швидкістю їх осадження, що в свою чергу залежить від щільності і розмірів часток.

Швидкість падіння сферичних частинок може бути визначена за формулою Стокса [29]:

$$v = 1,3 \cdot 10^{-2} \rho_d r_d^2, \quad (4.5)$$

де ρ_d — щільність частинок пилу, г/см³; r_d — радіус частинок, мкм;

Прогнозування концентрацій важких домішок в приповерхневому шарі повітря від порівняно невисоких джерел забруднень наближено може бути виконано так само, як і для легких домішок, на основі аналітичного рішення задачі для випадку, коли зі збільшенням висоти швидкість вітру змінюється за ступеневим законом, а коефіцієнт обміну лінійно зростає. Максимальна концентрація важких дисперсних домішок розраховується за формулою [30]:

$$q_m = \frac{0,063(1+n)^2 M}{u H^{1,5(1+n)}} \sqrt{\frac{k_1 (1,5 + \omega)^{1,5+\omega}}{u k_0 (1 + \omega e^\omega)}},$$

де ω — показник, що залежить від k_1, n та v ; n — визначена стала.

Відстань від джерела забруднення в даному випадку визначається за формулою:

$$x_m = \frac{uH^{1+n}}{(1+n)^2(1,5+\omega)k_1} \quad (4.7)$$

Значення максимальної концентрації важких домішок теоретично має бути більшим, аніж легких, а відстань, на якій реєструється ця концентрація, навпаки – меншою. При теоретичному аналізі зміни концентрації q від ω виявляються характерні властивості важких домішок, вони пов'язані із частковим випадінням їх поблизу джерела забруднення. При малих значеннях x зі збільшенням ω концентрація q зростає, при великих значеннях x – спадає, при чому тим більше, чим більше x . Для проміжних значень x в залежності q від ω досягається максимум при певному значенні швидкості падіння частинок. Зі збільшенням висоти H ці особливості у зміні концентрації залишаються, при чому, відстань, при якій спостерігається максимум, в залежності від швидкості осідання частинок, збільшується [30].

4.4 Практичне застосування розрахунків концентрації ЗР при відстанях, на яких вони реєструються

Оскільки основним параметром рівня забрудненості повітря є її максимальна концентрація, то з практичної точки зору дослідження має відбуватися якраз у місцях її найбільшої концентрації.

Використовуючи наведені вище формули створимо модель забруднення повітря від Дарницької ТЕЦ в місті Києві. У день зимового сонцестояння висота Сонця над горизонтом становить 16° , у день літнього - 60° , ці значення є відповідно мінімальним та максимальним значенням кута, що визначає висоту Сонця над горизонтом [31]. За даними NASA, сонячна інсоляція в м. Київ в середньому за рік становить близько $1200 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$, що дозволяє віднести цей показник до помірної інсоляції. Середня швидкість вітру в столиці становить $2,5 \text{ м/с}$, середня хмарність вночі – 8 балів [32]. Виходячи із цих показників, за

даними таблиці 4.2 визначаємо, що клас стійкості за шкалою Пескуїлла в денний час – 2-й (помірна нестійкість), а вночі – 4-й (рівноважний стан). Оскільки більшість підприємств працюють вдень, а кількість людей на вулицях міста вдень значно переважає кількість вночі, для подальших розрахунків приймемо, що клас стійкості приповерхневого шару в місті – 2-й. Особливість давача запиленості полягає у двох режимах знімання інформації: перший – для малих дисперсних домішок (діаметр складає 1-2 мкм), другий – для великих дисперсних домішок (діаметр складає 3-10 мкм) [33].

Згідно з довідником, характерний розмір вугільної сажі, що є продуктом згоряння палива на вищезгаданій ТЕЦ, складає від 1 мкм до 10 мкм, що дозволяє детектувати весь спектр розмірів зазначених частинок [34].

4.4.1 Для легких домішок

Розрахуємо показник концентрації ЗР у повітрі для легких дисперсних домішок та відстань, на якій вона реєструється.

Для цього необхідно визначити:

1. Значення параметрів горизонтальної та вертикальної дисперсії (згідно рисунку 4.1):

Таблиця 4.3 — Модифікована класифікація стійкості

$H, \text{ м}$	Клас стійкості	a_1	b_1	α_1	β_1
50	Сильно нестійкий (1)	0,59	0,85	0	2,10
	Нестійкий (2)	0,41	0,86	0,06	1,1
	Слабко нестійкий (3)	0,24	0,88	0,12	0,91
	Рівноважний (4)	0,14	0,89	0,73	0,65
	Слабо стійкий (5)	0,11	0,89	0,82	0,48
	Стійкий (6)	0,08	0,89	0,63	0,45

При висоті труби 50 м та 2-у класі стійкості приповерхневого шару (нестійкий або помірно нестійкий) оберемо відповідні значення коефіцієнтів.

2. Кількісний показник викидів ЗР в атмосферу за одиницю часу (M). Для теплових електроцентралей із вугіллям у якості палива він складає 0,75 г/с [35].

3. Для конвективних умов, згідно з Берляндом, показник $k_1 = 0,2$ м/с, k_0 , що залежить від швидкості вітру, при заданих умовах дорівнює 0,1 м/с; сталі c_1 та c_2 дорівнюють відповідно 0,15 та 0,5 [30].

Таким чином, відповідно до формули 4.3, показник концентрації забруднюючої речовини для домішок діаметром 1 мкм, складає:

$$q_{m1} = 0,15 \frac{0,75}{2} \sqrt{\frac{0,2}{2 \cdot 0,1}} \cdot \frac{1}{50^{1,9}} = 0,03 \left(\frac{\text{мг}}{\text{м}^3} \right).$$

А відстань від джерела забруднення, на якій досягається ця концентрація розраховується згідно з формулою 4.4:

$$x_{m1} = 0,5 \frac{2}{0,2} 50^{1+0,2} = 546 \text{ (м)}.$$

Оскільки концентрація ЗР та відстань, на якій вона реєструється, не залежить від розмірів частинок домішок, розглянемо залежність цих параметрів від швидкості вітру. Умови класу стійкості приповерхневого шару дозволяють змінювати показник швидкості від 2 м/с до 3 м/с. Результати наведені у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 — Концентрація забрудненості при різних значеннях швидкості вітру для легких домішок

Швидкість вітру, м/с	Максимальна концентрація ЗР, мг/м ³	Відстань, на якій реєструється максимум концентрації, м
2	0,033	546
2,1	0,032	574
2,2	0,03	601
2,3	0,028	628
2,4	0,027	656

Продовження Таблиці 4.4

2,5	0,026	683
2,6	0,025	710
2,7	0,024	738
2,8	0,023	765
2,9	0,022	792
3	0,022	820

При збільшенні швидкості вітру максимальна концентрація спадає, а відстань, на якій вона спостерігається, збільшується.

На рисунку 4.1 наведена залежність концентрації забруднюючої речовини від швидкості вітру.



Рисунок 4.1 — Залежність концентрації ЗР від швидкості вітру

На рисунку 4.2 наведена залежність відстані, на якій реєструється максимум концентрації від швидкості вітру.



Рисунок 4.2 — Залежність відстані, на якій реєструється максимум концентрації ЗР від швидкості вітру

Як видно з рисунків 4.1 та 4.2, залежності концентрації ЗР від швидкості вітру та відстані, на якій реєструється максимум концентрації ЗР від швидкості вітру мають лінійний характер.

4.4.2 Для важких домішок

Максимальна концентрація важких домішок (від 3 мкм до 10 мкм) визначається за формулою 4.6, відстань, на якій вона спостерігається, визначається за формулою 4.7.

У таблиці 4.5 наведені результати прогнозування при різних розмірах частинок.

Таблиця 4.5 — Концентрація забрудненості при різному розмірі важких домішок

Розмір домішок, мкм	Максимальна концентрація ЗР, мг/м ³	Відстань, на якій реєструється максимум концентрації, м
3	0,068	433
4	0,069	427
5	0,070	421
6	0,071	415
7	0,071	409
8	0,072	403
9	0,073	398
10	0,073	393

Зі збільшенням розмірів домішок їх максимальна концентрація зростає, а відстань, на якій реєструється максимум, навпаки спадає.

На рисунку 4.3 зображено залежність максимальної концентрації ЗР від розміру важких домішок.



Рисунок 4.3 — Залежність концентрації ЗР від розміру важких домішок

На рисунку 4.4 зображена залежність відстані, на якій реєструється максимум концентрації ЗР від розміру домішок.



Рисунок 4.4 — Залежність відстані від розміру важких домішок

Згідно з розрахунками для Дарницької ТЕЦ, можна зробити такі висновки:

1. Легкі дисперсні домішки є такими, що затримуються в приповерхневому шарі атмосфери, маючи можливість переноситися на значно більшу відстань, ніж важкі домішки.
2. Зі збільшенням розмірів важких дисперсних домішок відбувається зменшення відстані, на якій реєструється максимальне значення концентрації ЗР.

Отримані практичні розрахунки, наведені у цьому розділі, відповідають теоретичним.

4.5 Практичні рекомендації щодо місця встановлення блоку давачів метеостанції

Згідно з переліком ГДК на забруднюючі повітря домішки, максимальна разова концентрація вугільної сажі в атмосфері має складати не більше, ніж $0,15 \text{ мг/м}^3$ [36]. Жодна із розрахованих концентрацій не перевищує ГДК, проте вугільна сажа належить до 3 класу небезпечності (помірна небезпечність), а також має властивість осідати на поверхнях, а пориви вітру більше 2 м/с можуть викликати тимчасове точкове збільшення концентрації ЗР. В залежності від ти-

пу домішок, що будуть фіксуватися давачем запиленості, необхідно обрати відповідний режим знімання інформації на самому давачі запиленості: для легких домішок (1-2 мкм) – *sensitive*, для важких домішок (3-10 мкм) – *general*. Технічні характеристики давача запиленості дозволяють зчитувати концентрацію ЗР від 0 мг/м^3 до $0,5 \text{ мг/м}^3$ із точністю $0,001 \text{ мг/м}^3$, що задовольняє умови детектування [33].

Запропоновано користуватися такими вказівками щодо встановлення блоку зчитування інформації:

1. При зчитуванні інформації про забруднення атмосфери легкими дисперсними домішками, необхідно встановити давач на висоті, не меншій, ніж 10 м та не більшій, ніж 100 м. Сам давач перевести в режим *sensitive*. При заданому класі стійкості атмосфери давач необхідно розмістити на відстані від 546 м до 820 м від джерела забруднення, при чому краще обрати менше значення через більшу концентрацію там забруднюючої речовини. Як зазначено на рисунку 4.5, на відстані 546 м, де спостерігається максимальна концентрація ЗР, немає житлових масивів, проте у проміжку до 820 м наявні житлові будинки, що свідчить про загрозу ураження населення забруднюючою речовиною та необхідність встановлення давача запиленості в цій місцевості.

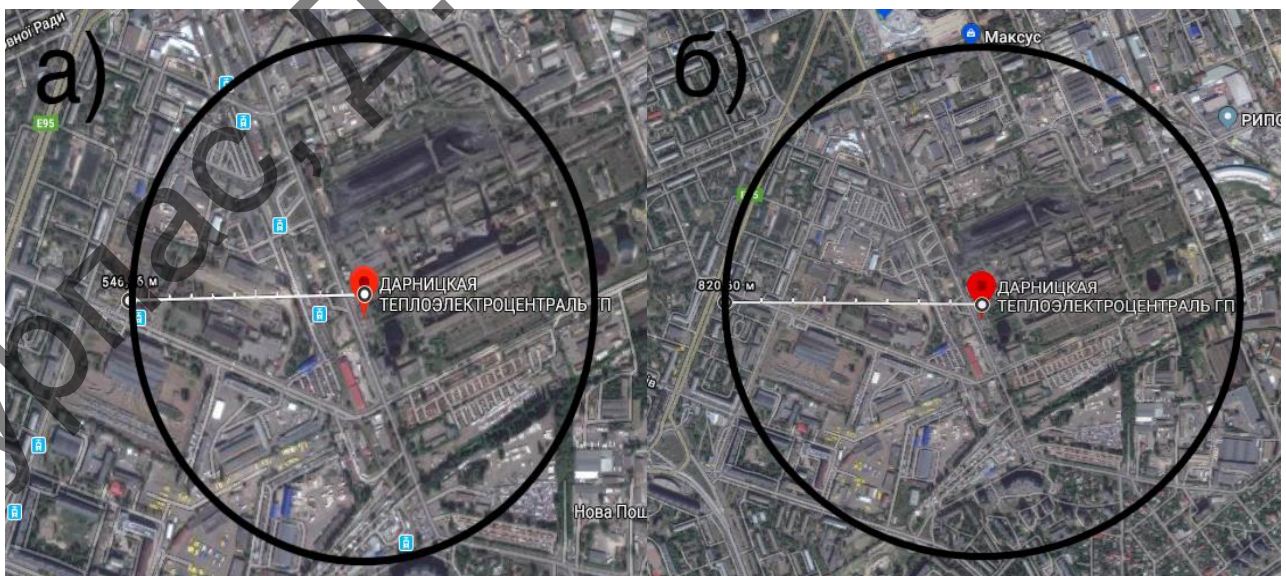


Рисунок 4.5 — Гранична відстань від джерела забруднення до місця зчитування даних для верхнього (а) та нижнього (б) значень концентрації ЗР

2. При зчитуванні інформації про забруднення атмосфери важкими дисперсними домішками, необхідно враховувати, що концентрація ЗР важких домішок більша, ніж у легких, а відстань, на якій вона спостерігається, навпаки, менша. Давач необхідно встановити у режим *general* та розмістити на висоті від 10 м до 100 м від поверхні землі при заданому класі стійкості приповерхневого шару, відстань давача від джерела забруднення має скласти від 393 м до 433 м.

Згідно з рисунком 4.6, у області, де спостерігається максимальна концентрація ЗР, немає житлових приміщень, що свідчить про безпечні умови, створені навколо ТЕЦ. Варто звернути увагу на наявність у безпосередній близькості чотирьохполосної автодороги, завантаженість якої спричиняє збурення потоків повітряної маси, яке у певний період часу може спричинити значне тимчасове підвищення концентрації ЗР в області знімання.

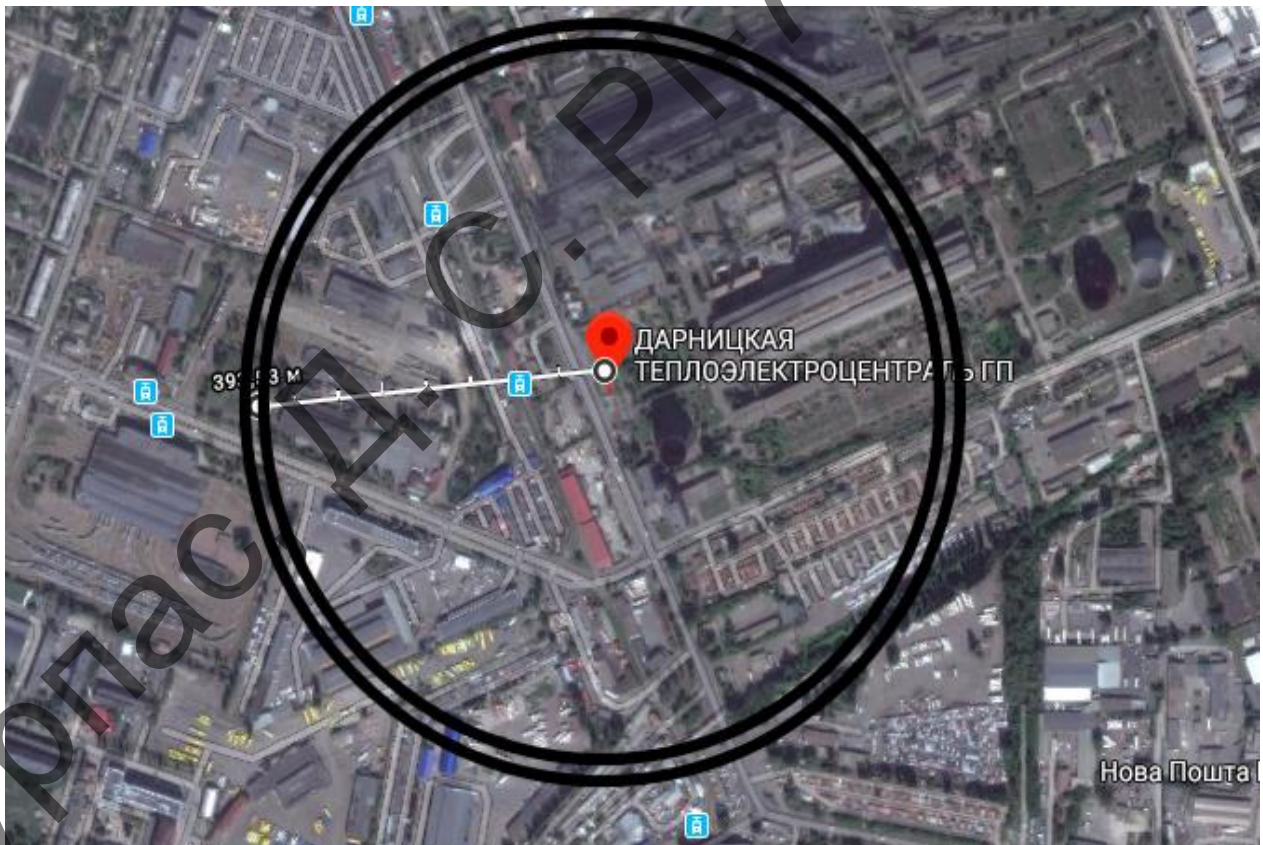


Рисунок 4.6 — Гранична відстань від джерела забруднення до місця зчитування даних для верхнього та нижнього значень концентрації ЗР

Оптимальне місце розміщення давача, що детектує легкі домішки, – проміжок між будинками 3 та 5 на вулиці Павла Усенка, це зумовлено найменшою

відстанню від джерела забруднення та утворенням між домами так званого «каньйону», що виключає відносну ізоляцію будинків, див. рисунок 4.7.

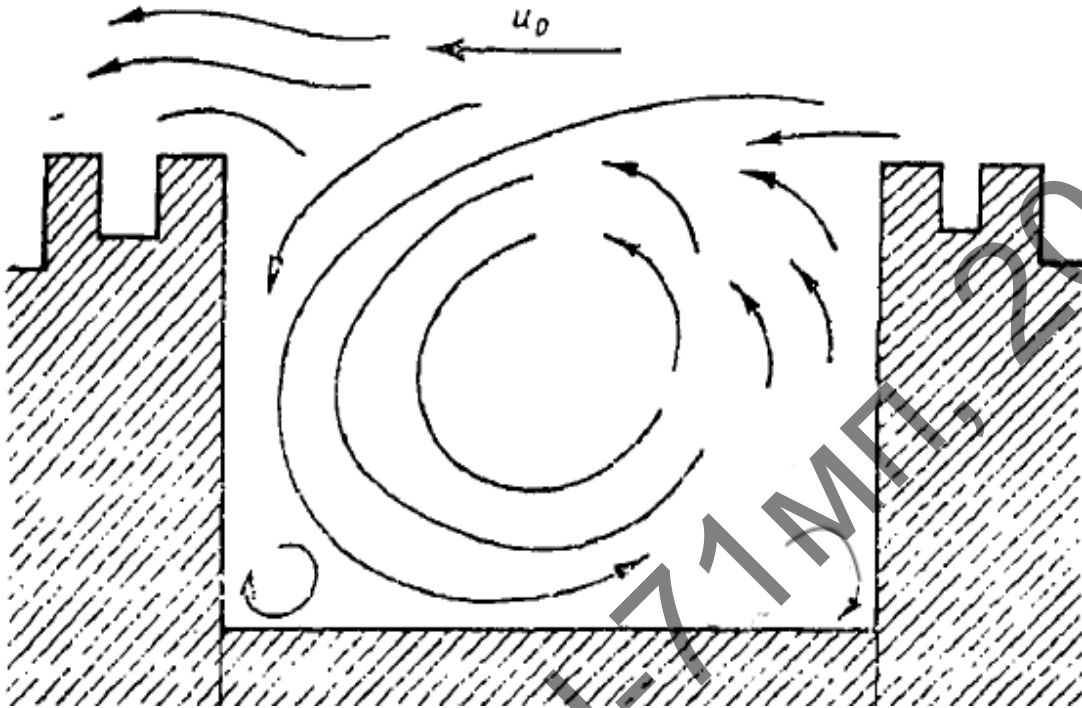


Рисунок 4.7 — «Каньйон» між будинками

Оптимальне розміщення давача для детектування важких дисперсних домішок – задній двір складського приміщення по вулиці Павла Усенка через відсутність прямого впливу вихлопних газів від дороги та близькість до джерела забруднення (відстань становить 400 м).

5 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

Стартап як форма малого ризикового (венчурного) підприємництва впродовж останнього десятиліття набула широкого розповсюдження у світі через зниження бар'єрів входу в ринок (з появою Інтернету як інструменту комунікацій та збуту стало простіше знаходити споживачів та інвесторів, займатись пошуком ресурсів, перетинати кордони між ринками різних країн), і вважається однією із наріжних складових інноваційної економіки, оскільки за рахунок мобільності, гнучкості та великої кількості стартап-проектів загальна маса інноваційних ідей зростає.

Проте створення та ринкове впровадження стартап-проектів відзначається підвищеною мірою ризику, ринково успішними стає лише невелика частка, що за різними оцінками складає від 10% до 20%. Ідея стартап-проекту, взята окремо, не вартує майже нічого: головним завданням керівника проекту на початковому етапі його існування є перетворення ідеї проекту у працюючу бізнес-модель, що починається із формування концепції товару (послуги) для визначеної клієнтської групи за наявних ринкових умов.

Розроблення та виведення стартап-проекту на ринок передбачає здійснення низки кроків, в межах яких визначають ринкові перспективи проекту, графік та принципи організації виробництва, фінансовий аналіз та аналіз ризиків і заходи з просування пропозиції для інвесторів. Узагальнено етапи розроблення стартап-проекту можна подати таким чином:

1. Маркетинговий аналіз стартап-проекту.
2. Організація стартап-проекту.
3. Фінансово-економічний аналіз та оцінка ризиків проекту
4. Заходи з комерціалізації проекту.

Означені етапи, реалізовані послідовно та вчасно – створюють передумови для успішного ринкового старту. Проте фахівці зі створення та розвитку стартап-проектів окремо відзначають, що відсутність маркетингових знань та умінь, що

уможливлюють розробку ринково затребуваного проекту із вихідної ідеї, є основною причиною високого рівня банкрутств стартап-компаній, і ця проблема може бути вирішена за рахунок систематизації знань у засновників проектів.

5.1 Опис ідеї проекту

Розділ має на меті проведення маркетингового аналізу стартап-проекту (таблиця 5.1) задля визначення принципової можливості його ринкового впровадження та можливих напрямів реалізації цього впровадження.

Таблиця 5.1 – Опис ідеї стартапу

<i>Зміст ідеї</i>	<i>Напрямки застосування</i>	<i>Вигоди для користувача</i>
Ідеєю цього проекту є надання можливості користувачу спостерігати за метеорологічними та екологічними показниками навколишнього середовища.	1. Метеорологічний	Своєчасна інформація про метеорологічні показники
	2. Екологічний	Можливість здійснювати спостереження за екологічним станом середовища

Перевагами багатфункціональної метеостанції є:

1. Наявність давача запиленості, що дозволяє стежити за запиленістю середовища. Подібний давач не встановлений на жодній метеостанції-аналогу.
2. Низька ціна.
3. Використання точних і водночас недорогих давачів.
4. Легкість встановлення та простота користування.

До числа конкурентів входять такі компанії, як Vaisala, Davis Instruments, AcuRite (таблиця 5.2). Функціонал метеостанцій від вищезгаданих компаній в дечому більший, проте жодна з них не має можливості підключення давача запиленості.

Таблиця 5.2 – Порівняння характеристик товарів-конкурентів

Техніко- економічні характери- стики ідеї	(потенційні) товари/концепції конку- рентів				W (слабка сторона)	N (ней- траль- на сто- рона)	S (сильна сторона)
	Мій проект	АсуRite Pro+	Van- tage Pro2	Ambient WEATHER WS-1200			
Наявність давача за- пиленості	✓	—	—	—	—	—	✓
Наявність дисплея для відобра- ження ін- формації	✓	✓	✓	✓	—	—	✓
Зв'язок з ПК	—	✓	—	✓	—	✓	—
Наявність збірника опадів	—	✓	✓	✓	✓	—	—
Можливість підключен- ня давачів сторонніх виробників	✓	—	—	—	—	—	✓
Ціна	✓	—	—	—	—	—	✓

Визначений перелік слабких, сильних та нейтральних характеристик та властивостей ідеї потенційного товару є підґрунтям для формування його конкурентоспроможності.

5.2 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту з урахуванням

стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів (таблиця 5.3) та позицій проектів-конкурентів.

Таблиця 5.3 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

<i>Потреба, що формує ринок</i>	<i>Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)</i>	<i>Фактори, що формують поведінку клієнта</i>	<i>Вимоги споживачів до товару</i>
Потреба у своєчасній, актуальній та точній інформації про кліматичні та екологічні умови середовища	Цільовою групою клієнтів є люди, які активно слідкують за своїм здоров'ям та спостерігають за кліматичними умовами задля прогнозування і оцінки стану навколишнього середовища	<ol style="list-style-type: none"> 1. Низька ціна на товар 2. Зручність користування пристроєм 3. Іновативність рішення в галузі метеорології. 4. Потреба у новизні. 5. Цікавість до спостережень 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ергономічність та зручність пристрою 2. Легкість освоєння функціоналу 3. Відсутність помилок і збоїв у роботі. 4. Прийнятна комплектація товару. 5. Підтримка товару компанією-виробником.

Після визначення потенційних груп клієнтів проводиться аналіз ринкового середовища: складаються таблиці факторів, що перешкоджають впровадженню стартап-проекту (таблиця 5.4).

Фактори в таблиці подаються в порядку зменшення значущості.

Таблиця 5.4 – Фактори загроз

	<i>Фактор</i>	<i>Зміст загрози</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
	Відсутність належного рівня продажів	Прибутки компанії через це будуть падати	Переглянути маркетингову стратегію, залучити нові цільові групи користувачів
	Партія товарів виявилась бракованою	Клієнти вимагають компенсацію за неякісний товар	Безкоштовно видати всім покупцям пристрої належної якості, зробити знижку на наступну покупку
	Конкуренти витіснили компанію із сегменту ринку	Компанія буде триматись на плаву лише за рахунок грошових вливань	1) Змінити вектор розвитку, почавши випускати на обладнанні пристрої іншого призначення; 2) знайти інвесторів, залучити значні кошти, спробувати відновити рівні продажів.

Після цього складається перелік факторів можливостей, що можуть трапитися на бізнес-шляху впровадження стартап-проекту.

Таблиця 5.5 – Фактори можливостей

	<i>Фактор</i>	<i>Зміст можливості</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>

	Ринок залишила компанія-конкурент	З'явилися додаткові можливості у збільшенні обсягу виробництва	Створення нових робочих місць, грошові вливання
	Товар купують надто швидко	Не вистачає ресурсів для виробництва	Розширення виробництва, грошові вливання
	Поява нового інвестора	Збільшення інвестицій в проект	Вихід на нові сегменти ринку, розширення компанії

5.3 Конкуренція в галузі

Надалі проводиться аналіз пропозиції: визначаються загальні риси конкуренції на ринку (таблиця 5.6).

Після загального аналізу конкуренції проводиться більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі.

Існує поділ конкурентів на прямих і непрямих. Прямі конкуренти — це підприємства, які пропонують аналогічні товари (послуги) тим же категоріям покупців.

Непрямі — які пропонують різні товари (товари-субститути) одним і тим же категоріям споживачів.

Таблиця 5.6 – Ступеневий загальний аналіз конкуренції на ринку

<i>Особливості конкурентного середовища</i>	<i>В чому проявляється дана характеристика</i>	<i>Вплив діяльності підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)</i>
1. Тип конкуренції – олігополія	Домінує невелика кількість конкуруючих фірм	Зменшення прибутку, попиту, кількості клієнтів, втрата свого місця на ринку, якщо не вдосконалити свій товар і не бути активним гравцем на ринку
2. За рівнем конкурентної боротьби – національна	Даний товар виробляється та постачається в багатьох країнах світу	
3. За галузевою ознакою – внутрішньогалузева	Товар може вироблятися в одній галузі	
4. За характером конкурентних переваг – нецінова	Перевагою даного товару є його особливості та функціонал, а не якість	

Після загального аналізу конкуренції проводиться більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі.

Існує поділ конкурентів на прямих і непрямих. Прямі конкуренти — це підприємства, які пропонують аналогічні товари (послуги) тим же категоріям покупців, непрямі — які пропонують різні товари (товари-субститути) одним і тим же категоріям споживачів.

Відповідно до цього поділу було підготовлено перелік підприємств-конкурентів, які так чи інакше будуть впливати на реалізацію даного стартап проекту та впровадження товару у продаж:

1. Компанія «**AcuRite**» присутня на ринку погодних спостережень із 1943 року. Компанія спеціалізується на виготовленні пристроїв для метеорологічних спостережень. Найбільш досконалим продуктом фірми є метеостанція **AcuRite Pro+**. Концепція системи полягає у бездротовості, тобто всі дані, що збирають датчики, надходять у режимі реального часу на дисплей встановленого у приміщенні блоку керування та ваш смартфон по захищеному каналу. Проте представлена станція не має датчика запиленості, а зв'язок реалізований через радіоканал.
2. **Vantage Pro2** від компанії «**Davis Instruments**» – потужний засіб для збирання та зберігання метеорологічної інформації із можливістю прогнозування погоди строком до 48 годин. Компанія заслужено є лідером галузі останні 10 років, адже спеціалізується на виготовленні високоякісного метеорологічного обладнання. Флагманська метеостанція також не має датчика запиленості, проте у системі наявна велика кількість погодних датчиків.
3. Компанія «**Ambient Weather**» спеціалізується на виготовленні сучасних метеорологічних рішень: від портативних метеостанцій та радіометеостанцій до професійних стаціонарних метеорологічних центрів із широким спектром датчиків. Проте модель-лідер зазначеної фірми **WS-1200** також не має датчика запиленості, а органи керування станцією наявні лише на смартфоні.

Після аналізу потенційних конкурентів можна зробити висновок, що на даний момент прямих конкурентів розроблюваному приладу на ринку немає, а є лише товари, які мають певні функції з усіх можливих функцій розроблюваного товару. Розроблюваний товар суттєво відрізняється від інших тим, що має у складі датчиків сенсор запиленості. Тому можна сказати, що такий прилад можна представити на ринку та він буде користуватися попитом.

5.4 Аналіз факторів конкурентоспроможності

На основі аналізу конкуренції, а також із урахуванням характеристик ідеї проекту визначимо та обґрунтуємо перелік факторів конкурентоспроможності, які занесемо до таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим
1	Якість	Товар має хороші технічні характеристики, технічний рівень проектування, фізичні властивості, конструкцію, функціональні характеристики, високу надійність, стабільність, швидкодію, а також безпеку.
2	Ціна	Товар має невелику ціну, низьку собівартість, невеликий рівень затрат на технічне обслуговування і ремонт.
3	Естетичність	Пристрій виконано в компактному естетичному корпусі з високоякісних матеріалів.
4	Безпека	Товар виготовлено з високоякісного пластику він є безпечним і нешкідливим для користування.
5	Суб'єктивний	Товар є якісним та надійним через високу якість компонентів, які використовуються під час виробництва та високий рівень кваліфікації кадрів

Отже, враховуючи всі вищезазначені фактори конкурентоспроможності, які роблять товар лідером серед конкурентів можна сказати, що товар є конкурентоспроможним.

5.5 SWOT-аналіз стартап-проекту

Після ринкового аналізу можливостей впровадження проекту проведемо SWOT-аналіз, тобто, складемо: матрицю аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін і занесемо до таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 – SWOT-аналіз стартап-проекту

<p>Сильні сторони:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Інноваційна ідея 2. Висока надійність 3. Висока якість 4. Доступна ціна 5. Зручність у використанні 6. Відмінні характеристики 7. Невисока собівартість 8. Задоволення клієнтів 9. Висока кваліфікація робітників 10. Якісне обладнання 	<p>Слабкі сторони:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Невідома компанія 2. Нова продукція 3. Невеликий стартовий капітал 4. Слабкий маркетинг
<p>Можливості:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Розширення функціоналу 2. Нові технології 3. Підвищення ціни 4. Залучення спонсорів 5. Додаткові послуги 	<p>Загрози:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Товари-замінники 2. Нові товари на ринку 3. Зміна тенденції попиту 4. Активність конкурентів 5. Економічний спад

5.6 Маркетингова програма стартап-проекту

Після проведення SWOT-аналізу необхідна розробка маркетингової програми стартапу. Вона включає:

1. Визначення ключових переваг стартап-проекту.
2. Визначення меж встановлення ціни.
3. Формування системи збуту.
4. Концепція маркетингових комунікацій.

У таблиці 5.9 наведені основні переваги стартап-проекту над конкуруючими продуктами та компаніями.

Таблиця 5.9 – Визначення ключових переваг стартап-проекту

Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
Потреба у своєчасній, актуальній та точній інформації про кліматичні та екологічні умови середовища	Актуальна та точна інформації про кліматичні та екологічні умови середовища	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наявність давача запиленості. 2. Низька ціна 3. Наявність цілодобової служби підтримки.

Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар (остаточне визначення ціни відбувається під час фінансово-економічного аналізу проекту), яке передбачає аналіз ціни на товари-аналоги або товари субститути, а також аналіз рівня доходів цільової групи споживачів (таблиця 5.10). Аналіз проводиться експертним методом.

Таблиця 5.10 – Визначення рівня ціни на товар

Рівень цін на товари	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу

ри-замінники			
107\$	107\$	Від 400	50\$-100\$
462\$	462\$	\$/місяць	
328\$	328\$		

Низька ціна на товар особливо на початковому рівні розвитку компанії має викликати жвавий інтерес у споживачів представленої цільової аудиторії.

Наступним кроком є визначення оптимальної системи збуту (таблиця 5.11). В межах якого приймається рішення щодо:

1. проведення збуту власними силами або залучання сторонніх посередників (власна або залучена система збуту);
2. вибору та обґрунтування оптимальної глибини каналу збуту;
3. вибору та обґрунтування виду посередників.

Таблиця 5.11 – Система збуту товару

Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Форма збуту	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
Цільові клієнти здійснюють свої покупки через інтернет	Форма збуту продукції – власна, тобто компанія повністю займається збутом товару	Глибина каналу є мінімальною, адже у збуті продукції не задіяні посередники	Інтернет-магазин

Після визначення системи збуту товару необхідно розробити концепцію маркетингових комунікацій (таблиця 5.12).

Таблиця 5.12 – Концепція маркетингових комунікацій

Специфіка поведінки	Канали комунікацій, якими користи-	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідо-	Концепція рекламного звер-

цільових клієнтів	стуються цільові клієнти		млення	нення
Цільові клієнти здійснюють свої покупки через інтернет	B2C – бізнес прямо контактує із потенційними споживачами	<ol style="list-style-type: none"> 1. Іноваційність рішення 2. Низька ціна 3. Можливість стежити за екологією середовища 	Схилити потенційних клієнтів до покупки метеостанції	Неагресивне рекламне повідомлення, що містить інформацію про продукт

5.7 Висновки

З точки зору ринкової комерціалізації товар є досить перспективним через низьку ціну, іноваційну складову та відсутність прямих конкурентів. Конкурентоспроможність проекту є досить високою, поріг входження на ринок досить низьким, що дозволить при певних витратах на маркетингову кампанію зайняти свою нішу в галузі метеорологічних спостережень. Проте відсутність прямих конкурентів не дасть змогу без проблем вийти на ринок збуту, адже у аналогів продукції наявні деякі із доступних функцій метеостанції. При агресивній рекламі конкуренти зможуть створити проблеми в перші місяці продажів. Альтернативним варіантом впровадження продукції є поступовий вихід на ринок збуту. Через пів року після початку рекламної кампанії клієнти матимуть змогу зробити передзамовлення. Подальша імплементація товару є доцільною через високий рівень комерціалізації проекту.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Враховуючи той факт, що виконання даної магістерської дисертації потребує використання засобів комп'ютерної техніки для проектування метеостанції, то в цьому розділі буде доцільним розглянути питання, що пов'язані з забезпеченням безпечних та комфортних умов праці при використанні персональної електронно обчислювальної машини (ПЕОМ) із вбудованим відеодисплейним терміналом (ВДТ), а також питання електробезпеки в робочому приміщенні лабораторії, де виконувалася ця робота і питання безпеки в надзвичайних ситуаціях (НС).

У даному розділі визначаються основні потенційно небезпечні фактори, що мають місце при роботі з електронними та обчислювальними пристроями в науково-дослідній лабораторії радіотехнічного факультету НТУУ «КПІ». Також в цьому розділі запропоновані відповідні технічні та організаційні заходи щодо створення на робочих місцях безпечних та комфортних умов праці та визначені основні заходи з пожежної безпеки та профілактики.

6.1 Визначення потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів при виконанні науково-дослідної роботи

Процеси графічного моделювання проводяться за допомогою персонального комп'ютера (ПК). При роботі на ПК людина піддається впливу іонізуючого, інфрачервоного й ультрафіолетового випромінювань екрана монітора, рівні яких повинні відповідати вимогам ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з ВДТ ПЕОМ» [37].

При проведенні повного циклу робіт з проектування потенційно – небезпечними та шкідливими факторами можуть бути:

- можливість ураження електричним струмом;
- підвищений рівень шуму;
- невідповідність освітлення санітарним нормам;
- несприятливі мікрокліматичні умови;

- можливість виникнення пожежі;
- електромагнітне випромінювання радіочастотного діапазону;
- наявність іонізуючого рентгенівське випромінювання (НРВ);
- випромінювання оптичного діапазону (ультрафіолетове, інфрачервоне і випромінювання видимого діапазону);
- електростатичне поле;
- відблиски на екрані монітора.
- значна напруга зорових органів і пов'язане з цим перевтомлення користувача ПЕОМ;
- значне навантаження на пальці і кисті рук, що при відсутності профілактики і медичного контролю, може викликати професійні захворювання;
- тривале перебування в одному й тому ж самому положенні сидячи, що викликає негативні явища в організмі людини;

6.2 Технічні рішення та організаційні заходи щодо створення комфортних і безпечних умов праці для користувачів ПЕОМ

ДСанПіН 3.3.2.007-98 "Державні санітарні норми і правила роботи з візуальними дисплейними терміналами (ВДТ) електронно-обчислювальних машин" та ДНАОП 0.00-1.31-99 встановлює норми щодо забезпечення охорони праці користувачів ПК. Дотримання вимог цих правил може значно знизити наслідки несприятливої дії на працівників шкідливих та небезпечних факторів, які супроводжують роботу з відеодисплейними матеріалами, зокрема можливість зорових, нервово-емоційних переживань, серцево-судинних захворювань [38].

Для того щоб забезпечити точне та швидке зчитування інформації в зоні найкращого бачення, площина екрана монітора виставлена перпендикулярно нормальній лінії зору. При цьому передбачена можливість переміщення монітора навколо вертикальної осі в межах $\pm 30^\circ$ (справа наліво) та нахилу вперед до 85° і назад до 105° з фіксацією в цьому положенні. Клавіатура розміщена на поверхні столу на відстані 100..300 мм від краю. Кут нахилу клавіатури до столу обрано в межах від 5° до 15° так, що зап'ястя на долонях рук розташовуються

горизонтально до площини столу. Таке положення клавіатури зручне для праці обома руками.

Робочі місця з ПК розташовано відносно від стіни з вікнами на відстані не менше 1,5 м, від інших стін — на відстані 1 м, відстань між собою - не менше ніж 1,5 м. Причому так, щоб природне світло падало збоку, переважно зліва. Для захисту від прямих сонячних променів, які створюють прямі та відбиті відблиски з поверхні екранів ПК передбачені сонцезахисні жалюзі.

Штучне освітлення робочого місця, обладнаного ПК, здійснюється системою загального рівномірного освітлення. Як джерело штучного освітлення мають застосовуватись люмінесцентні лампи ЛБ.

Вимоги до освітлення приміщень та робочих місць під час роботи з ПК:

- освітленість на робочому місці повинна відповідати характеру зорової роботи, який визначається трьома параметрами: об'єктом розрізнення - найменшим розміром об'єкта, що розглядається на моніторі ПК; фоном, який характеризується коефіцієнтом відбиття; контрастом об'єкта і фону;
- необхідно забезпечити достатньо рівномірне розподілення яскравості на робочій поверхні монітора, а також в межах навколишнього простору;
- на робочій поверхні повинні бути відсутні різкі тіні;
- в полі зору не повинно бути відблисків (підвищеної яскравості поверхонь, які світяться та викликають осліплення);
- величина освітленості повинна бути постійною під час роботи;

Тривалість регламентованих перерв під час роботи з ЕОМ становить 10 хвилин через кожну годину роботи .

Для зниження нервово-емоційного напруження, втомленості зорового аналізатора, для поліпшення мозкового кровообігу і запобігання втомі доцільно деякі перерви використовувати для виконання комплексу вправ, які передбачені ДСанПіН 3.3.2.007-98.

6.2.1 Освітлення робочих місць користувачів ВДТ ПЕОМ

Штучне освітлення, а саме відсутність у спектрі ламп денного світла й ламп накалювання біологічно активної ультрафіолетової складової при тривалому впливі може призвести до ультрафіолетової недостатності, при якій знижуються бактерицидні властивості шкіри та імунітет.

Істотне значення для збереження тривалої працездатності, підвищення продуктивності праці має забезпечення норм освітленості на робочому місці. Величина освітленості регламентується нормами ДБН В.2.5-28-2006. Робоче приміщення належить до I групи – приміщення, у яких розрізнення об'єктів зорової роботи здійснюється при фіксованому напрямку лінії зору працюючих на робочу поверхню.

Нормування штучного освітлення також здійснюється згідно ДБН В.2.5-28-2006 [39]. Для загального освітлення використовують головним чином люмінесцентні лампи, що обумовлено їхніми перевагами. Для розрахунку штучного освітлення застосовують метод коефіцієнта використання потоку:

$$\Phi = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{N \cdot C}, \quad (5.1)$$

де Φ — світловий потік; E — нормована мінімальна освітленість; K — коефіцієнт запасу; S — освітлювана площа; Z — коефіцієнт нерівномірності освітлення;

C — коефіцієнт використання випромінюваного світильниками світлового потоку на розрахунковій площі; N — число світильників.

Згідно ДБН В.2.5-28-2006 визначаємо норму освітленості:

$$E = 300 \text{ лк}; K = 1,5; S = 5 \cdot 4 = 20 \text{ м}^2; Z = 1,2.$$

Необхідна кількість люмінесцентних ламп визначається по формулі:

$$N = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{\Phi \cdot C}. \quad (5.2)$$

Найбільш прийнятними для приміщення є люмінесцентні лампи ЛД (денного світла) потужністю 40 Вт. Нормальний світловий потік лампи ЛД-40 дорі-

внює $\Phi = 2340$ лм. Величиною i , індексом приміщення можна встановити залежність від площі приміщення й висоти підвісу:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A+B)}, \quad (5.3)$$

де $A = 5$ м — довжина приміщення; $B = 4$ м — ширина приміщення; h — висота підвісу.

$$h = H - h_p - h_c, \quad (5.4)$$

де $H = 3,5$ м — висота приміщення; $h_p = 0,8$ м — висота робочої поверхні; $h_c = 0,4$ м — висота від стелі до нижньої частини лампи;

Для штучного освітлення в робочому приміщенні достатньо використати 2 люмінесцентні лампи денного світла ЛД — 40, зі світловим потоком $\Phi = 2340$ лм кожна.

6.2.2 Виробничий шум

Допустимі шумові характеристики на робочих місцях регламентуються ДСН 3.3.6.037-99 [40].

Зовнішні джерела шуму відсутні. Джерелами шуму в приміщенні є персональні комп'ютери, телефон, принтер, кондиціонер, голоси людей і т. д.

Припустимі рівні звукового тиску, рівні звуку й еквівалентні рівні звуку на робочих місцях нормуються відповідно до ДНАОП 0.00-1.31-99 та ДСН 3.3.6.037-99. Загальний рівень звуку в лабораторії не перевищує 50 дБА.

Відповідно до ГОСТ 12.1.003-83 та ДСН 3.3.6.037-99 захист від шуму в приміщенні, створеного на робочих місцях внутрішніми джерелами повинна здійснюватися наступними методами: зменшенням шуму в джерелі, раціональним плануванням і акустичною обробкою робочого приміщення звукоізоляційними матеріалами [41].

6.2.3 Мікроклімат робочої зони

Мікроклімат у виробничих умовах визначається наступними параметрами: температурою повітря, відносною вологістю повітря, швидкістю руху повітря й

інтенсивністю теплового випромінювання на робочому місці, температурою поверхні.

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» ДСН 3.3.6.042-99 встановлюють оптимальне й припустиме значення параметрів мікроклімату залежно від періоду року й категорії робіт. У таблиці наведені оптимальні й припустимі значення параметрів мікроклімату для категорій тяжкості робіт «Ia» (роботи, виконувани сидячи й не потребуючі фізичної напруги при витраті енергії не більше 120 ккал/година) [42].

На таблиці (табл. 5.1) наведені оптимальні і допустимі параметри мікроклімату в приміщенні для робочих місць, що класифікуються як постійні робочі місця.

Таблиця 5.1. Оптимальні й допустимі параметри (для постійного робочого місця) мікроклімату в приміщенні.

Параметри	Холодний період		Теплий період	
	оптимальні	допустимі	оптимальні	допустимі
Температура $^{\circ}\text{C}$	22-24	21-25	23-25	22- 28
Відносна вологість, %	40-60	80	40-60	75
Швидкість руху повітря, м/с	0,1	0,1	0,1	0,1-0,2

У приміщенні використовується 6-ти секційна чавунна батарея центрального опалення для підтримки нормальної температури повітря в холодну пору року. Для підтримки необхідних параметрів повітря в приміщенні використовується природна вентиляція. У приміщенні є вікно, яке можна відкривати, якщо буде потреба в теплий період і кватирка – відкривається в холодний 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.

6.2.4 Електробезпека

Згідно ОНТП24-86 та ПУЕ науково-дослідна лабораторія відноситься до приміщень без підвищеного ризику щодо ураження електричним струмом. Електроустаткування належить до приладів до 1000 В. Устаткування, що використовується, відповідно до ГОСТ 12.2.007.0-75 належить до устаткування класів 0I, I та II за електрозахистом [43].

У процесі експлуатації електронно-обчислювального обладнання людина може доторкнутися до частин електроустаткування, які перебувають під напругою. Оцінка небезпеки дотику до струмоведучих частин відноситься до визначення сили струму, що протікає через тіло людини, і порівняння його із допустимим значенням відповідно до ГОСТ 12.1.038-88. У загальному випадку допустима величина струму, що протікає через тіло людини, залежить від схеми підключення електроустаткування до електромережі, роду й величини напруги живлення, схеми включення [44].

При виконанні розрахунків для дипломного проекту використовувався персональний комп'ютер - I і II клас захисту, що живиться напругою 220 В. Для правильного визначення необхідних засобів та заходів захисту від ураження електричним струмом необхідно знати допустимі значення напруг доторкання та струмів, що проходять через тіло людини.

Напруга доторкання - це напруга між двома точками електричного кола, до яких одночасно доторкається людина. Гранично допустимі значення напруги доторкання та сили струму для нормального (безаварійного) та аварійного режимів електроустановок при проходженні струму через тіло людини по шляху «рука – рука» чи «рука – ноги» регламентуються ГОСТ 12.1.038-88 (табл. 5.2 та 6.3) [45].

Таблиця 5.2. Граничнодопустимі значення напруги доторкання $U_{\text{дон}}$ та сили струму $I_{\text{л}}$, що проходить через тіло людини при нормальному режимі електроустановки

Вид струму	$U_{\text{дон}}$, В(не більше)	$I_{\text{л}}$, мА (не більше)
Змінний, 50 Гц	2	0,3
Змінний, 400 Гц	3	0,4
Постійний	8	1,0

Таблиця 5.3. Гранично допустимі значення напруги $U_{\text{дон}}$ та $I_{\text{л}}$, що проходить через тіло людини при аварійному режимі електроустановки

Вид струму	Нормоване значення	Тривалість дії струму t , с					
		0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	>1,0
Змінний, 50 Гц	$U_{\text{дон}}$, В	500	250	100	70	50	36
	$I_{\text{л}}$, мА	500	250	100	70	50	6
Постійний	$U_{\text{дон}}$, В	500	400	250	230	200	40
	$I_{\text{л}}$, мА	500	400	250	230	200	15

Граничнодопустимі значення сили струму (змінного та постійного), що проходить через тіло людини при тривалості дії більше ніж 1 с нижчі за пороговий невідпускаючий струм, тому при таких значеннях людина, доторкнувшись до струмопровідних частин установки, здатна самостійно звільнитися від дії електричного струму.

Основними технічними засобами, що забезпечують безпеку робіт (згідно ПУЕ-87, ГОСТ 12.1.009-76) є: надійна ізоляція, захисне заземлення, занулення,

захисне відключення, засоби індивідуального захисту. У системі трифазних мереж із глухо заземленою нейтраллю, яка використовується у науково-дослідній лабораторії, найкращими засобами захисту є: надійна ізоляція струмоведучих частин електроустаткування відповідно до ГОСТ 12.1.009-76 і занулення відповідно до ПУЕ (з'єднання елементів, що перебувають під напругою, із глухо заземленою нейтраллю). Крім того, для заземлення переносних частин обладнання застосовують спеціальне з'єднання [46].

6.2.5 Розрахунок захисного відключення електромережі при аварійному режимі роботи електрообладнання

Виконаємо розрахунок ланцюга захисного відключення фазного проводу при короткому замиканні (КЗ). Струм КЗ можна обчислити за формулою:

$$I_{\text{КЗ}} = \frac{U_{\Phi}}{R_0 + R_{\Phi} + Z_{\text{ТР}/3}}, \quad (5.5)$$

де $U_{\Phi} = 220 \text{ В}$ – напруга фазного проводу; $R_0 = 3 \text{ Ом}$ – опір нульового проводу; $R_{\Phi} = 3 \text{ Ом}$ – опір фазного проводу; $Z_{\text{ТР}/3} \cong 0,1 \text{ Ом}$ – еквівалентний опір трансформатора.

$$I_{\text{КЗ}} = \frac{220}{3+3+0,1} = 36,06 \text{ А} \quad (5.6)$$

Струм спрацьовування автоматів захисту з електромагнітним розпилювачем повинен бути в 1,4 рази менше струму короткого замикання при струмі до 100 А.

Таким чином, струм спрацьовування автомата повинен бути менше 36,06 А. Розрахуємо напругу дотику до корпусів електрообладнання при короткому замиканні:

Відповідно до ГОСТ 12.1.038-88, щоб напруга у 108 В була безпечна для людини, необхідно використовувати автомати максимального струмового захисту у яких час спрацьовування менше 0,8с.

Автомати максимального струмового захисту, встановлені у науково-дослідній лабораторії задовольняють цим умовам ($I_{\text{СПР}} < 25,7 \text{ А}$, $T_{\text{СПР}} < 0,8 \text{ с}$).

Із проведених розрахунків видно, що у науково-дослідній лабораторії основним захистом від ураження електричним струмом є занулення та застосування пристроїв максимального струмового захисту.

6.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Безпека в надзвичайних ситуаціях регламентується ПЛАС. Основними складовими ПЛАС є розробки технічних рішень та організаційних заходів щодо оповіщення, евакуації та дій персоналу в надзвичайних ситуаціях, а також визначення основних заходів із пожежної безпеки.

6.3.1 Вимоги щодо організацій ефективної роботи системи оповіщення виробничого персоналу в разі виникнення надзвичайної ситуації

Для підвищення безпеки в надзвичайних ситуаціях (НС) пропонується встановлення системи оповіщення (СО) виробничого персоналу.

Оповіщення виробничого персоналу в разі виникнення НС, наприклад при пожежі, здійснюється відповідно до вимог НАПБ А.01.003-2009.

Оповіщення про НС та управління евакуацією людей здійснюється одним із наступних способів або їх комбінацією:

- поданням звукових і (або) світлових сигналів в усі виробничі приміщення будівлі з постійним або тимчасовим перебуванням людей;
- трансляцією текстів про необхідність евакуації, шляхи евакуації, напрямку руху й інші дії, спрямовані на забезпечення безпеки людей;
- трансляцією спеціально розроблених текстів, спрямованих на запобігання паніці й іншим явищам, що ускладнюють евакуацію;
- ввімкненням евакуаційних знаків "Вихід";
- ввімкненням евакуаційного освітлення та світлових покажчиків напрямку евакуації;
- дистанційним відкриванням дверей евакуаційних виходів;

Як правило, СО вмикається автоматично від сигналу про пожежу, який формується системою пожежної сигналізації або системою пожежогасіння. Також із приміщення оперативного (чергового) персоналу СО (диспетчера поже-

жного поста) слід передбачати можливість запуску СО вручну, що забезпечує надійну роботу СО не тільки при пожежі, а й у разі виникнення будь-якої іншої НС.

Згідно з вимогами ДБН В.1.1-7-2002 необхідно забезпечити можливість прямої трансляції мовленнєвого оповіщення та керівних команд через мікрофон для оперативного реагування в разі зміни обставин або порушення нормальних умов евакуації виробничого персоналу.

Оповіщення виробничого персоналу про НС здійснюється за допомогою світлових та/або звукових оповіщувачів обладнуються всі виробничі приміщення.

СО повинна розпочати трансляцію сигналу оповіщення про НС, не пізніше трьох секунд із моменту отримання сигналу про НС.

Пульти управління СО необхідно розміщувати в приміщенні пожежного поста, диспетчерської або іншого спеціального приміщення (в разі його наявності). Ці приміщення повинні відповідати вимогам пунктів ДБН В.2.5-56- 2014. "Пожежна автоматика будинків і споруд".

Кількість звукових та мовленнєвих оповіщувачів, їх розміщення та потужність повинні забезпечувати необхідний рівень звуку в усіх місцях постійного або тимчасового перебування виробничого персоналу.

Звукові оповіщувачі повинні комбінуватися зі світловими, які працюють у режимі спалахування, у таких випадках:

- у приміщеннях, де люди перебувають у шумозахисному спорядженні;
- у приміщеннях із рівнем шуму понад 95 дБ.

Допускається використовувати евакуаційні світлові покажчики, що автоматично вмикаються при отриманні СО командного імпульсу про початок оповіщення про НС /пожежу/ та (або) аварійному припиненні живлення робочого освітлення.

Вимоги до світлових показників "Вихід" приймаються відповідно до ДБН В.2.5-28-2006 "Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення".

СО в режимі "Тривога" повинна функціонувати протягом часу, необхідного для евакуації людей із будинку, але не менше 15 хвилин.

Вихід із ладу одного з оповіщувачів не повинен призводити до виведення з ладу ланки оповіщувачів, до якої вони під'єднанні. Електропостачання СО здійснюється за I категорією надійності згідно з ПУЕ від двох незалежних джерел енергії: основного - від мережі змінного струму, резервного - від акумуляторних батарей тощо.

Перехід з основного джерела електропостачання на резервний та у зворотному напрямку в разі відновлення централізованого електропостачання повинен бути автоматичним.

Тривалість роботи СО від резервного джерела енергії в черговому режимі має бути не менш 24 годин.

Тривалість роботи СО від резервного джерела енергії в режимі "Тривога" має бути не менше 15 хвилин.

Звукові оповіщувачі повинні відповідати вимогам ДСТУ EN 54-3:2003 "Системи пожежної сигналізації. Частина 3. Оповіщувачі пожежні звукові". Світлові оповіщувачі, які працюють у режимі спалахування, повинні бути червоного кольору, мати частоту мигтіння в межах від 0,5 Гц до 5 Гц та розташовуватись у межах прямої видимості з постійних робочих місць.

6.3.2 Обов'язки та дії персоналу в разі виникнення надзвичайної ситуації

У разі виявлення ознак НС працівник, який їх помітив повинен:

- негайно повідомити про це засобами зв'язку органи Державної Служби з НС (ДСНС), вказати при цьому адресу, кількість поверхів, місце виникнення пожежі, наявність людей, а також своє прізвище;
- повідомити про НС керівника, адміністрацію, пожежну охорону

підприємства;

- організувати оповіщення людей про НС;
- вжити заходів щодо евакуації людей та матеріальних цінностей;
- вжити заходів щодо ліквідації наслідків НС із використанням наявних засобів.

Керівник та пожежна охорона установки, яким повідомлено про виникнення пожежі, повинні:

- перевірити, чи викликані підрозділи ДСНС;
- вимкнути в разі необхідності струмоприймачі та вентиляцію;
- у разі загрози життю людей негайно організувати їх евакуацію, та їх рятування, вивести за межі небезпечної зони всіх працівників, які не беруть участь у ліквідації НС;
- перевірити здійснення оповіщення людей про НС;
- забезпечити дотримання техніки безпеки працівниками, які беруть участь у ліквідації НС ;
- організувати зустріч підрозділів Державної пожежної охорони, надати їм допомогу в локалізації й ліквідації НС.

Після прибуття на НС підрозділів ДСНС повинен бути забезпечений безперешкодний доступ їх до місця, де виникла НС.

6.3.3 Пожежна безпека

Відповідно до НАПБ Б.03.002-2007 та ОНТП24-86 робоче приміщення лабораторії відноситься до категорії В по вибухопожежній і пожежній небезпеці. Відповідно до ПУЕ-87 та ДНАОП 0.00-1.32-01 клас робочих зон приміщення лабораторії по пожежонебезпеці П-Па. Можливими причинами пожежі в приміщенні є несправність електроустаткування, коротке замикання проводки, і порушення протипожежного режиму (використання побутових нагрівальних приладів, паління).

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. Також на сходовій клітці розташований пожежний кран. Така кількість первинних засобів пожежогасіння відповідає вимогам ДСТУ 3675-98

ISO3941-77, якими передбачене обов'язкова наявність двох вогнегасників до 100 м² площі підлоги для приміщення типу конструкторське бюро.

Згідно вимог ДБН В.2.5-56- 2014 робоче приміщення лабораторії необхідно оснастити системою автоматичної пожежної сигналізації.

У науково-дослідницькій лабораторії є план евакуації у випадку виникнення пожежі. Максимальна віддаленість робочих місць від евакуаційних виходів і ширина евакуаційних проходів відповідають вимогам ДБН В.1.1-7- 2002.

Значення основних параметрів шляхів евакуації приведені в табл.5.4.

Таблиця 5.4 – Характеристики й норми еваковиходів

Параметр	Фактичне значення	Норма
Висота дверних прорізів	2,0 м	Не менше 2 м
Ширина дверних прорізів	0,8 м	Не менше 0,8 м
Ширина проходу для евакуації	◆ Більше 1,5 м	Не менше 1 м
Ширина коридору	2 м	Не менше 2 м
Число виходів із коридору	2	Не менше 2
Ширина сходового маршу	1,2 м	Не менше 1 м
Висота поруччя сходів	1 м	Не менше 0,9 м

У приміщенні є план евакуації. Мінімальний час евакуації в разі виникнення пожежі, максимальне видалення робочих місць від евакуаційних виходів відповідає вимогам ДБН В.1.1-7-2002. У робочому приміщенні виконуються всі вимоги НАПБ А.01.001-2004 «Правил пожежної безпеки України».

ВИСНОВКИ

1. Згідно з аналітичним оглядом існуючих рішень в галузі електронних метеостанцій, було встановлено, що моделі-лідери в галузі спостереження за кліматичними умовами не мають можливості підключення датчиків запиленості та мають надто велику ціну. Через це було вирішено створити власну систему із урахуванням цих недоліків.

2. Реалізована метеостанція в конструктивному виконанні має такі елементи, як центральна консоль та блок датчиків. Друкований вузол центральної консолі виконує функції центру керування та відображення, блок датчиків встановлюється в спеціальний перфорований корпус, що захищає сенсори від небажаних кліматичних впливів.

3. Запропоноване в роботі доповнення метеостанції датчиком запиленості дозволяє зчитувати інформацію про концентрацію легких та важких дисперсних домішок від 0 мг/м^3 до $0,5 \text{ мг/м}^3$ із точністю $0,001 \text{ мг/м}^3$, що задовольняє поставлені вимоги знімання даних.

4. З аналізу умов запиленості середовища забруднюючою речовиною встановлено такі характерні залежності: концентрація ЗР у випадку із легкими дисперсними домішками сильно залежить від швидкості вітру (концентрація ЗР та відстань, на якій вона реєструється, лінійно спадає із $0,033 \text{ мг/м}^3$ до $0,022 \text{ мг/м}^3$ у проміжку від 546 м до 820 м); концентрація ЗР у випадку із важкими дисперсними домішками збільшується із збільшенням розмірів домішок, а область, де вона реєструється, є відносно малою (40 м). За результатами дослідження були зроблені рекомендації щодо встановлення блоку датчиків метеостанції: для датчика, що детектує легкі домішки, – проміжок між будинками 3 та 5 на вулиці Павла Усенка (через наявність закритого міжбудинкового простору); для датчика, детектує важкі дисперсні домішки – задній двір складського приміщення по вулиці Павла Усенка через відсутність прямого впливу вихлопних газів від дороги та близькість до джерела забруднення.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Всемирный метеорологический день [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://pogoda.by/press-release/index.php?page=124>
2. Столичные проблемы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.ukrinform.ru/rubric-kyiv/2506419-cto-eto-bylo-v-kieve-proekty-halturnye-zastrojsiki-naglye-informacii-net.html>
3. Метеорологические станции в СНГ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://meteoclub.ru/index.php?action=vthread&forum=16&topic=4054&page=2>
4. Переносні метеостанції – ваш цифровий синоптик [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://ventilationpro.ru/izmeritelnye-pribory/portativnye-meteostancii-vash-cifrovoj-sinoptik-vsegda-pod-rukojj.html>
5. *Kestrel 2000 Wind Meter* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ua-kestrelmeters.glopalstore.com/products/kestrel-2000-wind-meter/>
6. *Weather Stations* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.davisinstruments.com/weather-monitoring/>
7. *AcuRite* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.acurite.com>
8. *AcuRite Pro+* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.acurite.com/pro-weather-station-with-pro-plus-5-in-1-sensor-pc-connect-wind-and-rain.html>
9. *Vantage Pro2* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.davisinstruments.com/solution/vantage-pro2/>
10. *Ambient Weather Observer* [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.ambientweather.com/amws1200ip.html>

11. Оценка влияния метеорологических параметров на концентрации загрязняющих веществ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://drive.google.com/drive/u/0/my-drive>
12. Российский государственный метеорологический университет [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.rshu.ru/>
13. Що таке мілкодисперсні домішки [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.atmostech.ru/potrebiteyam/stati/chto-takoe-indeks-rm-2-5.php>
14. LM7805 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/LM7805.pdf>
15. FR-4 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.farnell.com/datasheets/1644697.pdf>
16. ПОС-61 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BF%D1%96%D0%B9>
17. Класи точності друкованих плат [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.circuitry.ru/files/article_pdf/2/article_2242_556.pdf
18. Друковані плати, основні параметри конструкції [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.lamsystems-lto.ru/files/pdf/gost-23751.pdf>
19. Размещение компонентов на печатной плате как залог успешной разработки [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.tech-e.ru/pdf/2009_05_18.pdf
20. Технологія виробництва електронних засобів. Методичні вказівки щодо виконання курсових проектів з дисципліни «Технологія виробництва електронних засобів» для студентів радіотехнічного факультету напрямку «Електронні апарати» всіх форм навчання. /Уклад.: В.С. Артеменко, В. А. Біденко, В. А. Кожушний, В. А. Прус. — К.: НТУУ «КПІ», 2009. – 61 с.

21. Процес турбулентної дифузії [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://techtrend.com.ua/index.php?newsid=23934>
22. Рівняння турбулентної дифузії [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://elib.biblioatom.ru/text/atomnaya-energiya_p_fizika-i-teplotehnika-reaktorov_1958/go,22/
23. Планетарний пограничний слой [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Планетарный_пограничный_слой
24. Стратифікація [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Стратифікація](https://ru.wikipedia.org/wiki/Стратификация)
25. Изотермічний процес [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Изотермічний процес](https://ru.wikipedia.org/wiki/Изотермичный_процес)
26. Классы устойчивости [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://ru-ecology.info/term/40885/>
27. Що таке інсоляція [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://alternative-energy.com.ua/що-таке-інсоляція>
28. Берлянд М. Е. Физические основы загрязнения воздуха / Марк Евсеевич Берлянд – Ленинград, 1985. – С. 28–31.
29. Формула Стокса [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.pm298.ru/npointegral11.php>
30. Берлянд М. Е. Физические основы загрязнения воздуха / Марк Евсеевич Берлянд – Ленинград, 1985. – С. 31–35.
31. Кліматичні умови України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://navigateo.blogspot.com/2015/01/8_11.html
32. Метеорологічна ситуація в Києві [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://meteorpost.com/city/29313/ua/>
33. Dust sensor user manual [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.waveshare.com/w/upload/0/0a/Dust-Sensor-User-Manual-EN.pdf>

34. Інженерний довідник: розміри часток пилу [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://www.dpva.ru/Guide/GuidePhysics/Length/ParticleSizes/>
35. Промышленная экология [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/925/73925/53047?p_page=4
36. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.uazakon.com/big/text1359/pg2.htm>
37. ДСанПіН 3.3.2.007-98 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://ksv.do.am/publ/dstu/dstu_3798_98/3-3-2-007-98
38. ДНАОП 0.00-1.31-99 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://otipb.at.ua/_ld/32/3215_bez_vir_proc.pdf
39. ДНАОП 0.00-1.31-99 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.gorsvet.kiev.ua/wpcontent/uploads/2016/08/ДБН-В.2.5-28-2006.pdf>
40. ДСН 3.3.6.037-99 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : https://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/6/6472/
41. ГОСТ 12.1.003-2014 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://docs.cntd.ru/document/1200118606>
42. ДСН 3.3.6.042-99 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://cals.ru/sites/default/files/downloads/3.3.6.042-99.pdf>
43. ОНТП24-86 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://dnaop.com/html/2590/doc-%D0%9E%D0%9D%D0%A2%D0%9F_24-86
44. НАПБ Б.03.002-2007 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : https://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/002/2007/
45. ГОСТ 12.1.038-82 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : https://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/002/2007/
46. ПУЕ-87 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.gosthelp.ru/text/PUEPravilaustrojstvaelekt3.html>

Қурпас, Д. С. РІ-71МП, 2018

ДОДАТОК А

ПОГОДЖЕНО

Керівник магістерської дисертації:
ст. викл. Головня В.М.

Підпис

Дата

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри радіоконструю-
вання та виробництва радіоапаратури
д.т.н. проф. Нелін Є.А.

Підпис

Дата

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ ДИСЕРТАЦІЮ

«Стационарна багатфункціональна метеорологічна станція»

Курпас, Д.

С.Р.І-71МП, 2018

Київ – 2018

1 Підстава для виконання магістерської дисертації

Підстава для виконання – завдання, видане кафедрою радіоконструювання та виробництва радіоапаратури.

2 Мета і призначення магістерської дисертації

Тема роботи є актуальною через повсякденні потреби людей у недорогому та досить точному метеорологічному обладнанні для широкого спектру діяльності.

Метою магістерської дисертації є розширення функціональних можливостей метеорологічної станції.

Об'єктом дослідження є метеостанція із опцією визначення запиленості.

Предметом дослідження є залежність максимальної концентрації ЗР та відстані, на якій вона досягається, від розмірів домішок та швидкості вітру.

3 Вихідні дані для проведення магістерської дисертації

1. Конструктивні параметри та технічні характеристики метеостанцій: *Vaisala AWS430*, *Davis 6357OV* для стаціонарних досліджень, *VantagePro2* та *VantagePro2Plus* для досліджень в екстремальних умовах.
2. Технічні характеристики давачів запиленості: ДЗВ-500 для використання у підземних приміщеннях; *D-R290* та *D-R800* для наземних приміщень.

Базові джерела:

1. Хромов С. П. Метеорологія и климатология / С. П. Хромов, М. А. Петросянц. – Москва: МГУ, 2006. – 580 с.
2. Професійні рішення по моніторингу погодних умов. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.macrolab.com.ua.catalog/meteostancii>

4 Вимоги до виконання магістерської дисертації

1. Провести аналіз існуючих рішень.

2. Дослідити залежність показника запиленості від температури та вологості.
3. Розробити принципову та структурну схеми.
4. Спроекувати плату у середовищі *Altium Designer*.
5. Розробити корпус давача запиленості середовища у програмному пакеті *SolidWorks*.
6. Розрахувати залежність максимальної концентрації ЗР та відстані, на якій вона досягається, від розмірів домішок та швидкості вітру.

5 Етапи виконання магістерської дисертації

Таблиця 1 – Етапи роботи

№	Назва етапів	Термін виконання	Результат
1.	Підбір джерел інформації	10.09.17 – 15.11.17	Знаходження та аналіз літератури
2.	Виконання аналітичного огляду	15.11.17 – 15.12.17	Розділ 1
3.	Дослідження залежності показника запиленості від температури вологості	15.12.17 – 15.01.18	Розділ 2
4.	Розробка схеми принципової, схеми структурної, вибір елементної бази	15.01.18 – 15.02.18	Розділ 3
5.	Проектування плати у середовищі <i>Altium Designer</i>	15.02.18 – 15.05.18	Розділ 3
6.	Розробка корпусу блоку давачів у програмному пакеті <i>SolidWorks</i>	15.05.18 – 1.06.18	Розділ 3
7.	Розрахунок залежності максимальної концентрації ЗР та відстані, на якій вона досягається, від розмірів домішок та швидкості вітру	1.06.18 – 1.07.18	Розділ 4
8.	Розробка пояснювальної записки та презентації	1.07.18 – 1.09.18	Магістерська дисертація, презентація

Якісні та кількісні показники, що мають бути досягнуті в процесі виконання дисертації:

1. Швидкість знімання інформації: не менше 1р/30с.

2. Кількість приймачів – 5 (температурний, вологості, сонячної радіації, атмосферного тиску, запиленості)
3. Час готовності до використання: 5 с. після увімкнення пристрою.
4. Наявність дисплею для відображення інформації про кліматичні умови навколишнього середовища. Наявність засобів регулювання і налаштування (кнопки і перемикачі).
5. Вид виконання: моноблочний.
6. Загальна маса: не більше 500 г.

6 Очікувані результати

1. Звіт-порівняння існуючих аналогів
2. Пакет конструкторських документів на друковану плату, об'ємна модель плати.
3. Моделі корпусу метеостанції та давача запиленості.
4. Залежність максимальної концентрації ЗР та відстані, на якій вона досягається, від розмірів домішок та швидкості вітру.

7 Матеріали, що подаються після закінчення магістерської дисертації

1. Завдання на магістерську дисертацію.
2. Технічне завдання.
3. Пояснювальна записка.
4. Електронна презентація.

8 Порядок приймання магістерської дисертації

1. Поетапне узгодження з керівником.
2. Представлення кафедри.
3. Попередній захист.
4. Захист перед екзаменаційною комісією.

9 Орієнтовний зміст магістерської дисертації

Вступ

- 1 Огляд існуючих рішень
- 2 Електричні розрахунки

3 Конструкторські розрахунки

4 Результати моделювання

Висновки

Виконавець _____ Курпас Д.С.

Курпас, Д. С. РІ-71МП, 2018

ДОДАТОК Б

Курнас Д.С., студент 6 курсу

Головня В.М., старший викладач

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

Кафедра радіоконструювання та виробництва радіоапаратури, Радіотехнічний факультет

СТАЦІОНАРНА БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНА МЕТЕОРОЛОГІЧНА СТАНЦІЯ

Спостереження за кліматичними умовами навколишнього середовища давно стали частиною повсякденного життя людства. На даний момент на території Землі знаходяться 10000 професійних метеорологічних станцій, на покази яких спираються локальні гідрометцентри [1]. Метеорологія активно розвивається, кількість станцій із року в рік неупинно зростає. Проте щільність розташування пунктів збирання метеоінформації наразі не може забезпечити точний прогноз погоди навіть на завтрашній день. Урбанізація також не сприяє збільшенню точності прогнозів, адже кількість станцій на км² у нових районах не відповідає вимогам, а у сільській місцевості країни вони майже відсутні. Заводи, що розташовані у межах міста, велика кількість автомобілів на дорогах та зменшення кількості паркових та рекреаційних зон змушують громадян пильніше ставитись до екології навколишнього середовища.

Опис роботи системи. Схема електрична принципова метеостанції побудована на базі мікроконтролера PIC16F876A, який необхідний для обробки сигналів датчиків температури та вологості (HS300x), атмосферного тиску (MS5611), сонячного випромінювання та (SUF005) та запиленості (GP2Y) [2]. Вхідну напругу регулює стабілізатор напруги LM7805, даючи на виході стабільні +5В. Для відображення інформації передбачений LCD-дисплей типу 1604. Керування системою здійснюється за допомогою тактових кнопок. Також у

4. Професійні рішення по моніторингу погодних умов. [Електронний ресурс]. —
Режим доступу: <http://www.macrolab.com.ua.catalog/meteostancii>

Курпас, Д. С. РІ-71МП, 2018