

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

Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра інформаційних систем та технологій

Індивідуальний дослідницький проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

за освітньо-професійною програмою «Інтегровані інформаційні системи»

спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології»

на тему: «Автоматизована система виявлення алергенів у повітрі»

Виконав:

студент IV курсу, групи ІА-82

Гарник Дмитро Олексійович _____

Керівник:

Асистент кафедри ІСТ,

Бердник Юрій Михайлович _____

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____

Київ-2022 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра інформаційних систем та технологій

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 126 «Інформаційні системи та технології»

Освітньо-професійною програма «Інтегровані інформаційні системи»

ЗАВДАННЯ

на індивідуальний дослідницький проєкт студенту

Гарнику Дмитру Олексійовичу

1. Тема проєкту «Автоматизована система виявлення алергенів у повітрі», керівник проєкту Бердник Юрій Михайлович, асистент кафедри ІСТ,
2. Термін подання студентом проєкту: 15 червня 2022 року
3. Вихідні дані до проєкту: отримання готової схеми автоматичної системи для створення не дорогого, багатофункціонального та портативного пристрою для виявлення алергенів у повітрі як в приміщенні так і зовні; можливість отримання додаткових даних повітря: вологість (точність вимірювання: $\pm 2\% \text{ RH}$ (25°C)) та температура (точність вимірювання: $\pm 0.5^\circ \text{C}$); можливість ділитись показниками якості повітря між користувачами в реальному часі за допомогою GPS.
4. Зміст пояснювальної записки: огляд предметної області та аналіз існуючих рішень, вибір окремих компонентів системи, розроблення структурної та функціональної автоматизованої системи виявлення алергенів у повітрі, розроблення електричної системи та розгляд алгоритмів роботи схеми майбутнього пристрою.

5. Перелік графічного матеріалу : схема структурна, схема функціональна, схема електрична принципова, загальний алгоритм функціонування майбутнього пристрою та веб-серверу.

6. Дата видачі завдання 1 грудня 2021 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Огляд існуючих рішень	08.04.2022	
2	Аналіз методів та засобів виявлення алергенів у повітрі	28.04.2022	
3	Розроблення структурної схеми автоматизованої системи виявлення алергенів у повітрі	11.05.2022	
4	Розроблення функціональної схеми автоматизованої системи виявлення алергенів у повітрі	12.05.2022	
5	Вибір окремих компонентів пристрою виявлення алергенів у повітрі	18.05.2022	
6	Розроблення алгоритмів роботи пристрою	20.05.2022	
7	Вибір мікроконтролера	22.05.2022	
8	Оформлення пояснювальної записки	07.06.2022	
9	Подача готового проєкту до захисту	16.06.2022	

Студент

Дмитро ГАРНИК

Керівник

Юрій БЕРДНИК

АНОТАЦІЯ

Гарник Д. О. Автоматизована система виявлення алергенів у повітрі. КІП ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2022.

Проект містить 67 сторінок, тексту 60 сторінок, 19 рисунків, 4 таблиці, 5 креслеників, 31 посилання на літературні джерела та електронні ресурси.

Ключові слова: алергени, датчики, мікроконтролер, автоматизована система, вологість, температура, Wi-Fi.

Об'єктом є виявлення алергенів у повітрі, предметом – автоматизована система виявлення алергенів у повітрі.

Мета роботи: спростити процес виявлення алергенів у повітрі для алергіків.

Для досягнення мети потрібно скомбінувати якомога більше функціональних можливостей вже існуючих рішень для створення нової автоматизованої системи виявлення алергенів у повітрі.

В індивідуальному дослідницькому проекті було проведено ретельний аналіз вже існуючих рішень отримання інформації про виявлення алергенів, з'ясовано необхідні компоненти, сформовано основні і додаткові вимоги для розробки автоматизованої системи виявлення алергенів повітря. Значну увагу було приділено мікроконтролеру STM32F103C8T6, який має досить малий ресурс пам'яті, але низьку вартість та гарну зручність у використанні. Розроблено структуру та функціональну схему автоматизованої системи, враховуючи її зв'язок із зовнішніми системами.

Отримані результати роботи можуть бути використаними для створення унікального, корисного та цікавого пристрою для виявлення алергенів у повітрі, яким зможе користуватися кожна людина. Роботу було виконано в інтересах діяльності гуртка «ES&IoT – Вбудовані системи та Інтернет речей» кафедри ICT.

SUMMARY

Harnyk D.O. Automated detection system for air allergens. Igor Sikorsky KPI, Kyiv, 2022.

The project contains 67 pages, 60 pages of text, 19 figures, 4 tables, 5 drafts, 31 references to literature and internet sources.

Keywords: allergens, sensors, microcontroller, automated system, humidity, temperature, Wi-Fi.

The object is the detection of allergens in the air, the subject is an automated detection system for air allergens.

Purpose: to simplify the process of detecting allergens in the air for allergy sufferers.

To achieve the purpose you need to combine: to combine as much functionalities as possible with existing solutions to create a new automated system for detecting allergens in the air.

The diploma project conducted a thorough analysis of existing solutions for obtaining information on the detection of allergens, found out the necessary components, formed the basic and additional requirements for development the automated detection system for air allergens. Considerable attention was paid to the STM32F103C8T6 microcontroller, which had a relatively small memory resource, but low cost and good usability. The structure and functional scheme of the automated system were developed, taking into account its connection with external systems.

The results obtained can be useful to create a unique and interesting device for detecting the air allergens, which everyone can use.

Номер рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кільк. аркушів	Номер елем.	Примітка
1			<u>Документація загальна</u>			
2						
3			Знову розроблена			
4						
5	A4	IA82.031BAK.003 ПЗ	Пояснювальна записка	60		
6	A3	IA82.031BAK.003 Э1	Автоматизована система	1		
7			виявлення алергенів в повітрі			
8			Схема структурна			
9	A3	IA82.031BAK.003 Э2	Автоматизована система	1		
10			виявлення алергенів в повітрі			
11			Схема функціональна			
12	A3	IA82.031BAK.003 Э3	Автоматизована система	1		
13			виявлення алергенів в повітрі			
14			Схема електрична			
15			принципова			
16	A3	IA82.031BAK.003 Д1	Автоматизована система	1		
17			виявлення алергенів у повітрі			
18			Загальний алгоритм	1		
19			функціонування пристрою			
20			Автоматизована система			
21			виявлення алергенів у повітрі			
22	A3	IA82.031BAK.003 Д2	Загальний алгоритм	1		
23			функціонування пристрою			
24						
25						
26						
27						
28						

				IA82.031BAK.003 ТП				
Арку	Аркуш	№ докум.	Підпис			Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Гарник Д.О.			Автоматизована система виявлення алергенів у повітрі Відомість проекту		Т	1	1
Керівн.	Бердник Ю.М.					КПІ ім. Ігоря Сікорського Група ІА-82		
Затв.								

Пояснювальна записка
до індивідуального дослідницького проєкту
на тему: «Автоматизована система виявлення
алергенів у повітрі»

Київ – 2022 року

3.1 Базові вимоги.....	30
3.2 Додаткові вимоги	30
Висновки до розділу 3	31
4 РОЗРОБЛЕННЯ СТРУКТУРНОЇ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМ	32
4.1 Опис структурної схеми	32
4.2 Опис функціональної схеми.....	32
4.2.1 Блок зв'язку з веб-сервером.....	33
4.2.2 Підсистема логіки мікроконтролера	33
4.2.3 Підсистема визначення чистоти повітря	34
4.2.4 Підсистема визначення вологості повітря.....	34
4.2.5 Підсистема визначення GPS-координат	35
4.2.6 Підсистема індикації.....	35
4.2.7 Підсистема керування з'єднання телефону з пристроєм.....	35
Висновки до розділу 4	36
5 ВИБІР КОМПОНЕНТІВ СИСТЕМИ	37
5.1 Підсистема виявлення алергенів	37
5.1.1 Датчик виявлення пилу та газів.....	37
5.1.2 Датчик виявлення ультрафіолету	37
5.1.3 Датчик вологості повітря.....	39
5.2 Підсистема індикації.....	40
5.3 Підсистема визначення GPS-координати.....	41
5.4 Загальні компоненти.....	42
5.4.1 Мікроконтролер.....	42
5.4.2 Блок зв'язку із сервером.....	43
Висновки до розділу 5	44
6 РОЗРОБЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ	45
6.1 Керування підключенням датчиків до мікроконтролера.....	45
6.2 Комунікація з модулем зв'язку.....	46
Висновки до розділу 6	46

7 РОЗРОБЛЕННЯ АРХІТЕКТУРИ ТА АЛГОРИТМІВ РОБОТИ СИСТЕМИ.....	48
7.1 Архітектура програмного забезпечення мікроконтролера	48
7.2 Розроблення алгоритмів функціонування	49
7.3 Функціонал, що надається кінцевому користувачу.....	51
7.4 Механізм взаємодії між користувачем та пристроєм.....	53
Висновки до розділу 7	54
ВИСНОВКИ.....	55
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	58

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		4

ВСТУП

Зазвичай більшість людей не акцентує увагу на таку річ, як алергени. Але у багатьох з людей є алергія на ті чи інші подразники. Алергія може бути виражена в різній степені тяжкості, вона займає четверте місце серед всіх хвороб за їх поширеністю [1]. Люди стали хворіти алергією більше через урбанізований спосіб життя. Існує велика кількість алергенів, на кожну людину вони впливають по різному. Прояви алергії зазвичай залежить від алергену з яким контактує людина. Найпоширеніші симптоми це чхання, свербіж, набряк носу, кашель, спазм легень, сльози. Тому для уникнення цих симптомів потрібно знати наявність алергенів у повітрі навколо алергіка. Тому розроблення автоматизованої системи виявлення алергенів у повітрі – задача складна та актуальна.

Є декілька досліджень, які підтверджують, що сучасний спосіб життя збільшив кількість алергохворих. У природі існує надзвичайно багато різноманітних подразників. На даний момент відомо понад 20 тисяч алергенів, які з часом тільки зростають. Найрозповсюдженішими в Україні є алергени, які зустрічаються в повітрі, а саме: пилок рослин, цвітіння дерев, лугові трави [2]. Є категорія алергічних захворювань – анафілаксія – які можуть призвести до анафілактичного шоку, що загрожує життю людині, так як раптово падає артеріальний тиск та настає зупинка серця. Подразнення виникають через реагування нашої імунної системи на чужорідний білок. Існують різні фактори, що сприяють розвитку алергенів. Не всім до вподоби вживати пігулки, тому останнім часом люди почали шукати різні шляхи вирішення даної проблеми. Щоб цього уникнути, людству потрібно мінімізувати контакт з алергенами. Одним із вирішенням даного питання було б доцільно створити прилад, який би показував наявність алергенів в повітрі, попереджаючи людину про небезпеку

Об'єктом дослідження даного проєкту є процес виявлення алергенів у повітрі.

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Предмет дослідження – автоматизована система виявлення алергенів у повітрі.

Мета дослідження – спростити процес виявлення алергенів у повітрі для алергіків.

Для досягнення мети потрібно скомбінувати якомога більше функціональних можливостей вже існуючих датчиків і надати користувачеві необхідну інформацію про алергени. Для цього потрібно створити: по-перше, автоматизовану систему, оптимізовану під користувачів, що хочуть завчасно знати про загрозу для свого організму. Наприклад, гуляючи по вулиці та знаючи про шкідливі частинки в повітрі, уникнути алергічного процесу було б легше. По-друге, має бути можливим застосувати цю систему для створення технологічного багато функціонального пристрою, який буде зручним у використанні в повсякденному житті. Це надасть можливість кожній людині уникати дії алергенів для свого організму завчасно, що покращить самопочуття відсутністю подразників.

Завдання дослідження – визначити основні алергени, які є найнебезпечніші для здоров'я та життя людини, приділяючи особливу увагу алергенам хімічного походження.

За основні принципи, на які варто опиратись у прийнятті рішення, потрібно взяти наступне:

- система повинна бути узагальненням усіх існуючих методів вимірювання алергенів;
- система повинна бути простою у використанні та зручною для звичайного користувача;
- система має володіти достатнім спектром можливостей щодо функціоналу, щоб допомогти забезпечити максимальний захист організму людини.

Обов'язковим є аналіз вже існуючих методів та засобів виявлення алергенів у повітрі. Виділивши всі переваги та недоліки вже існуючих пристроїв,

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

визначити ключові аспекти , які мають бути враховані при розробці власної системи виявлення алергенів у повітрі.

Також, потрібно показати підключення мікроконтролеру до допоміжних пристроїв та датчиків; детально розглянути архітектуру та алгоритми роботи систем.

Необхідно звернути особливу увагу на вибір компонентів підсистем, а саме: датчиків вимірювання вологості, температури, ультрафіолету, пилу та газів.

У якості допоміжних функцій автоматичної системи виявлення алергенів у повітрі розглянути можливість індикації та GPS-зв'язку.

Робота складається зі вступу, семи розділів, висновків та списку літератури з 31 найменування; загальний обсяг роботи 67 сторінок, з них 60 сторінок тексту.

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ АЛЕРГЕНАМИ

В Україні негативного впливу атмосферних забруднень зазнає близько 17 млн. осіб, або 34% всього населення. Рівень алергічних, онкологічних, серцево-судинних, генетичних та інших захворювань зростає з кожним роком все швидше.

Поряд із збільшенням концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі спостерігається зростання рівнів захворюваності населення, у тому числі хворобами органів дихання, систем кровообігу, хворобами алергічного походження. Виявлено сильний прямий кореляційний зв'язок між ступенем забруднення повітря пилом і загальним рівнем захворюваності дорослого населення на бронхіальну астму ($r = 0,88$), системи кровообігу ($r = 0,91$), ішемічні хвороби серця ($r = 0,89$), на алергічний риніт ($r = 0,72$) [1].

Забруднення повітря відбувається за рахунок природних та антропогенних джерел.

1.1 Природні джерела забруднення повітря

До природних джерел відносяться пилові бурі, пожежі в лісах та степах, руйнування гір, космічний пил та інше. Хоча, до так званих природних джерел також причетна людина. Наслідком вирубування лісів є руйнування гір, розорювання родючих земель веде до утворення пустель і пилових бурь, спалювання відходів діяльності до масштабних пожеж, ядерні випробовування до провокування виверження вулканів, польоти в космос – космічне забруднення і т.п.

Алергени бувають інфекційної природи (алергени бактерій, вірусів, грибів, найпростіших гельмінтів); неінфекційної природи (пилкові, харчові, побутові, інсектні та інші). Пилкові алергени –це найчисельніший тип алергенів, які можуть впливати на організм людини. У нашій країні один з основних видів це злаковий алерген. Для кожної пори року характерний свій алерген: квітень-травень: береза, вільха, горішник, дуб, ясен, клен, тополя, ліщина, в'яз, верба; червень-липень:

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

тимофіївка, грястиця, вівсяниця, лисохвіст, костер, пирій, тонконіг, райграс, кукурудза, липа; липень-вересень: полин, амброзія, кульбаба, лобода, цикламен

1.2 Антропогенні джерела забруднення повітря

Але значно більше забруднення відбувається за рахунок діяльності людини (антропогенне). Антропогенне забруднення спричинене еволюцією людства – це розвиток промисловості: теплові електростанції, металургійні виробництва, видобуток і використання радіації, хімічна промисловість, всі види транспорту, виробничі і побутові відходи, використання хімічних засобів у сільському господарстві, побутове забруднення – опалювання будинків, приготування їжі.

Склад викидів в атмосферне повітря найрізноманітніший, в залежності від джерела. Серед інгредієнтів забруднення - тисячі хімічних сполук, особливо важкі метали та оксиди, токсичні речовини та аерозолі. Різні джерела викидів можуть бути однаковими за складом і характером забруднюючих речовин. Так вуглеводні надходять у атмосферу і при спалюванні палива, і від нафтопереробної промисловості, і від газовидобувної промисловості.

Масове застосування мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин призвело до появи отрутохімікатів в атмосфері, ґрунтах і природних водах, забрудненню біогенними елементами водойм, водотоків і сільськогосподарської продукції (нітрати, пестициди і т. п.). При гірських розробках на поверхню землі витягаються мільйони тонн різноманітних, найчастіше фітотоксичних гірських порід, що утворюють терикони і відвали, що пилять і горять.

Алергія на хімічні речовини - це патологічний стан, викликаний реакцією організму на потрапляння того або іншого хімічної сполуки в організм або на шкіру. Алергію можуть викликати барвники і нітроти, фосфати і консерванти, ацетон і луґи, ароматизатори і емульгатори, антибіотики і ензими, сульфати і формальдегіди, феноли і ланолін, хлор і аміак, нітрати та ін. Всі ці речовини можуть бути в складах чистячих і миючих засобів, порошоків і шампунів, косметики,

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

парфумерії та мила. У продуктах харчування можуть міститися консерванти і барвники, емульгатори та ароматизатори [2].

Якість повітря на підприємствах, в офісах, житлових приміщеннях, громадських місцях і місцях скупчення людей повинна відповідати законодавчим гігієнічним нормам. Контроль вмісту вуглекислого газу та наявності в повітрі отруйних, вибухонебезпечних, алергенних речовин є не лише необхідністю, а й запорукою збереження здоров'я та навіть життя людей. Особливо це стосується високотоксичних речовин, таких як формальдегід, оксид вуглецю, фенол, азоту діоксид тощо.

1.2.1 Формальдегід

Формальдегід CH_2O (міжнародна назва формальдегід, інші назви: метаналь, мурашиний альдегід). Формальдегід- безбарвний легкозаймистий газ, який при кімнатній температурі має характерний задушливий та подразнюючий запах; має високу хімічну реакційну здатність (є легкозаймистим, тому може утворювати вибухонебезпечні суміші в повітрі); розчиняється у воді, спиртах та інших полярних розчинниках і полімеризується з утворенням твердої форми формальдегіду.

Комерційний формальдегід виробляється і продається у вигляді водного розчину, що містить 37-50% формальдегіду, який відомий широкому загалу як формалін. . Має багато корисних і небезпечних для людини властивостей.

Формальдегід утворюється в процесі природного обміну речовин в організмі, його концентрація в крові може досягати 2 мкг/мл, в сечі – 12 мкг/мл, він присутній в деяких овочах і фруктах, наприклад, яблуках, цибулі. Це універсальний консервант, бактерицидний, знищує віруси, грибки, спори. Ось чому формальдегід широко використовується як дезінфікуючий засіб, а також як консервант у харчовій, хімічній, фармацевтичній та косметичній промисловості. Формальдегід використовується у виробництві смол, клеїв, композитів, лакофарбових матеріалів,

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

а його водний розчин формаліну широко використовується в медицині, біології, сільському господарстві.

Проте формальдегід є дуже токсичний. Він відноситься до другого класу небезпеки (високотоксичний, як хлор, дихлоретан, сірководень). При концентрації формальдегіду у повітрі на рівні 0,5–0,8 ppm людина відчуває його запах. Небезпека пов'язана перш за все зі сльозогінною дією цієї речовини, впливом на верхні дихальні шляхи, очі та шкіру. При отруєнні внаслідок вдихання формальдегіду можуть виникати головний біль, запаморочення, загострення астматичних станів, алергічні реакції, доведено його вплив на центральну нервову систему та канцерогенні властивості. Небезпечним є як гостре одноразове отруєння, так і хронічний вплив формальдегіду.

Формальдегідні смоли виділяють формальдегід, який не прореагував під час виробничого процесу. Цей вільний формальдегід є причиною високого початкового забруднення повітря після ремонту, покупки нових меблів, ізоляції будівельною піною та використання інших матеріалів, що містять формальдегід. І хоча високі рівні концентрації формальдегіду в повітрі знижуються на 50 відсотків приблизно за шість місяців, однак після цього проблема не зникає, оскільки формальдегідна смола нестабільна, відбувається гідролітичний розпад, а виділення вільного формальдегіду триває протягом усього життєвого циклу продукту чи матеріалу.

На рівень формальдегіду впливають також зовнішні екологічні фактори, це перш за все вологість та температура повітря. Найбільш сприятливими факторами є тепле вологе приміщення з поганою вентиляцією. В діапазоні температур від 18 до 30 °C зростання температури повітря на кожні 5 °C призводить до збільшення рівня вільного формальдегіду в повітрі на 50 %, також зі збільшення вологості в межах від 30 до 70 % відбудеться зростання рівня формальдегіду приблизно на 40 % [3].

Немає такої концентрації формальдегіду, яку можна вважати абсолютно безпечною, і в ідеалі вона не повинна бути у повітрі, яким ми дихаємо. Проте

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

міжнародні організації з охорони праці, організації з охорони праці та охорони навколишнього середовища прийняли чіткі норми концентрації формальдегіду, які відповідають безпечним умовам життя та праці. Цих характеристик слід дотримуватися:

- 0,03 ppm – середнє для відкритих місць (вулиць);
- 0,10 ppm – рекомендована межа для закритих житлових приміщень;
- 0,40 ppm – рекомендований ліміт для виробничих приміщень;
- 2,0 ppm – рекомендована середня концентрація для короткочасного періоду (ліміт — короткочасного впливу 15 хвилин).

Спираючись на дослідження та оцінку ризиків від формальдегіду для здоров'я людини, Всесвітня організація охорони здоров'я зазначила середньодобову гранично допустиму концентрацію формальдегіду в атмосферному повітрі – 0,003 мг/м³. В Україні, відповідно до Державних санітарних правил охорони атмосферного повітря населених місць, встановлені наступні допустимі концентрації:

- максимальна разова (ГДКм.р.): 0,035 мг/м³;
- середньодобова (ГДКс.д.): 0,003 мг/м³ [4].

1.2.2 Фенол

Фенол – це хімічне органічна речовина, вуглеводень. Інші назви – карболова кислота, гідроксибензол. Він буває природного та промислового походження.

Хімічна формула фенолу – C₆H₅OH. За зовнішнім виглядом речовина нагадує кристали у вигляді голок, прозорі, з білим відтінком. На відкритому повітрі при взаємодії з киснем забарвлення набуває світло-рожевий колір. Для речовини характерний специфічний запах. Фенол пахне як фарба гуаш.

Природні феноли – це антиоксиданти, які в різних кількостях присутні у всіх рослинах. Вони обумовлюють колір, аромат, захищають рослини від шкідливих комах. Природний фенол корисний для організму людини. Він міститься в

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

оливковій олії, зернах какао, фруктах, горіхах. Але зустрічаються і отруйні сполуки, наприклад, танін. Хімічна промисловість виробляє ці речовини шляхом синтезу. Вони отруйні і дуже токсичні. Фенол небезпечний для людини, також промислові масштаби його виробництва значно забруднюють навколишнє середовище.

Більше 40% речовин використовують у хімічній промисловості для одержання інших органічних сполук, в основному смол. Також з нього штучні волокна – капрон, нейлон. Речовина застосовують в нафтопереробній галузі для очищення масел, які застосовують в бурових установках та інших технологічних об'єктах. Фенол використовують для виробництва лакофарбової продукції, пластмас, в складі хімікатів і пестицидів. Фенол являється сильним алергеном для людини. При попаданні навіть незначних доз в організм у людини з'являється задишка і прискорене дихання. Окрім того, з'являються шкірні висипи, вражається нервова система. Через подразнення слизової носа у потерпілого безперервне чхання, розвивається кашель і спастичні скорочення гортані. У важких випадках зростає загроза спазму трахеї і бронхів і, як наслідок, задуха, що приводить до летального результату.

Гранично допустима концентрація (ГДК фенолу):

- максимально разова доза в атмосфері для населених місць становить 0,01 мг/м³, яка тримається в повітрі протягом півгодини;
- середньодобова доза в атмосфері для населених місць становить 0,003 мг/м³ [5].

Убезпечити себе і свою сім'ю від фенолу в повітрі квартири найпростіше ще на етапі підготовки до ремонту. Ретельно вибирайте будівельні та оздоблювальні матеріали. Якщо ви заощадите на клеях, герметиках і подібних товарах, то існує великий ризик, що аналіз повітря на фенол покаже істотне перевищення норми. Тоді ремонт доведеться починати заново.

Вінілові шпалери дуже часто бувають причиною перевищення рівня фенолу. Також на концентрацію фенолу може впливати покриття для підлоги. Перевагу

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

краще віддати перевагу паркетній дошці, корковій підлозі або натуральному лінолеуму. Синтетичний лінолеум – одне з найнебезпечніших в екологічному плані покриттів для підлоги. Краще купити меблі із натуральної деревини. У перші кілька місяців після ремонту квартиру бажано інтенсивно провітрювати і, по можливості, не жити там постійно. До речі, фахівці категорично не рекомендують робити ремонт, як люблять молоді родини «до народження малюка». Інакше може виявитися, що новонароджений приїде в квартиру, де в повітрі ще залишається багато шкідливих речовин. Для отримання об'єктивної картини аналіз повітря краще замовляти через кілька місяців після закінчення ремонту. Залишкова концентрація шкідливих речовин в повітрі прийде в норму природним шляхом. Якщо ж по закінченні цього часу аналіз на фенол, формальдегід і інші токсичні речовини показує невідповідність санітарним нормам, необхідно вживати радикальних заходів, аж до повної переробки інтер'єру. Тому краще відразу не економити на ремонті на шкоду здоров'ю [6].

1.2.3 Діоксид азоту

Неорганічна сполука. Оксид азоту (NO) і діоксид азоту (NO₂) в атмосфері зустрічаються разом, тому найчастіше оцінюють їх спільну дію на організм людини. Тільки поблизу від джерела викидів відзначається висока концентрація NO. При згоранні палива в автомобілях і в теплових електростанціях приблизно 90% оксидів азоту утворюється у формі монооксиду азоту. Решта 10% припадає на діоксид азоту. Проте, в ході хімічних реакцій значна частина NO перетворюється на NO₂ – набагато небезпечніше з'єднання. Монооксид азоту NO є безбарвним газом. У міру видалення від джерела викиду все більша кількість NO перетворюється на NO₂ бурий газ (червоно-бурий), що має характерний гострий неприємний запах. При температурі 140 °C діоксид азоту складається тільки з молекул NO₂, він дуже темного, майже чорного кольору. Діоксид азоту сильно дратує слизові оболонки дихальних шляхів, викликаючи алергію. Вдихання

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

отруйної пари діоксиду азоту може призвести до серйозного отруєння. Діоксид азоту викликає сенсорні, функціональні і патологічні ефекти.

Найбільшими джерелами NO₂ є двигуни внутрішнього згорання, теплові електростанції і, в меншій мірі, заводи з переробки целюлози. Бутанові газові обігрівачі та печі є також джерелами NO₂. У побуті, гасові обігрівачі та газові обігрівачі є джерелами діоксиду азоту. Діоксид азоту утворюється, також, і в результаті ядерних випробувань, відповідаючи за червоний колір грибовидної хмари.

Разом із оксидом NO (так звані оксиди NO_x), діоксид азоту є одним з найбільших забруднювачів атмосфери, в декількох районах землі його концентрація досягає 30 мкг/м³, що лише на декілька одиниць менше ніж гранично допустима концентрація. Діоксид азоту відіграє важливу роль в хімії атмосфери, в тому числі в утворенні тропосферного озону. У 2005 році учені з Університету Каліфорнії припускали взаємозв'язок між рівнем NO₂ і синдромом раптової дитячої смертності [7].

Діоксид азоту також утворюється під час грози. Такий процес називають атмосферною фіксацією азоту. Дощ, який утворюється при таких бурях, містить певну кількість азотних добрив.

Діоксид азоту дуже отруйний при вдиханні. Однак, інгаляцій зазвичай можна уникнути, адже його легко виявити по запаху, навіть при низьких концентраціях. В лабораторіях одним з джерел NO₂ є димна азотна кислота, яка розкладається при температурі вище 0 °С. Одним з симптомів отруєння є набряк легенів, який, як правило, з'являється через кілька годин після вдихання низьких, але потенційно небезпечних доз NO₂. Крім того, низькі концентрації (4 проміле) можуть призвести до затримки дихання. Існує ряд доказів, які свідчать, що довгостроковий вплив NO₂ при концентраціях вище 40—100 мкг/м³ може знизити функцію легенів і збільшити ризик виникнення респіраторних захворювань [8].

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2.4 Загальний аналіз нормативних показників алергенів хімічного походження

Розглянувши токсичні сполуки-алергени хімічного походження, тає можливим побачити допустимі норми цих сполук в окремій таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Нормативна таблиця найбільш токсичних хімічних алергенів

Назва	Хім.сполука	Норма
Формальдегід	CH ₂ O	Макс. разова (ГДК м.р.): 0,035 мг/м ³
		Середньодобова (ГДК с. д.): 0,003 мг/м ³
Фенол	C ₆ H ₅ OH	Макс. разова (ГДК м. р.): 0,01 мг/м ³
		Середньодобова (ГДК с. д.): 0,003 мг/м ³
Діоксид азоту	NO ₂	Макс. разова (ГДК м. р.): 0,2 мг/м ³
		Середньодобова (ГДК с. д.): 0,04 мг/м ³

Висновки до розділу 1

У цьому розділі розглянуто причини виникнення алергенів у повітрі: за рахунок природних та антропогенних джерел. Більш детальна увага приділена найбільш токсичним хімічним алергенам хімічного походження, а саме: формальдегіду, фенолу, діоксиду азоту. Це дасть змогу включити можливість вимірювання показників саме цих сполук, як найбільш небезпечних для людини, до автоматизованої системи виявлення алергенів у повітрі.

2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ

2.1 Існуючі рішення

Ринок автоматичних рішень пристроїв для виявлення алергенів вже не новий, проте портативних рішень зовсім мало. Є різні пропозиції для різного типу користування. Для початку потрібно виділити класифікацію пристроїв за їх використанням та розмірами, що прямо корелює з цільовою аудиторією, що цікавиться цим питанням.

Засоби для виявлення алергенів можна поділити на три категорії: стаціонарні, портативні та лабораторні.

Стаціонарні пристрої застосовуються переважно в квартирах чи невеличких офісних приміщеннях. Вони зазвичай містять багато вбудованих функцій: окрім виявлення алергенів, вони ще можуть очищати повітря та зволожувати приміщення. Саме цей тип найбільш розповсюджений та користується популярністю.

Лабораторні пристрої є набагато дорожчими та більш точними, але використовуються лише в спеціальних лабораторіях. Для їх використання потрібно спеціально навчені люди. Такі установки використовують для точного визначення того чи іншого алергену та реакцію людини на нього.

Портативні рішення, на жаль, взагалі не розповсюджені, та надзвичайно мало існує готових рішень, вони використовуються для швидкого виявлення алергенів навколо користувача.

Аналіз існуючих рішень має на меті, по-перше, дослідження ринку і ступеня задоволеності його потреб різних користувачів, а по-друге, отримання інформації про методи та технології, що вже використовуються у таких пристроях для виявлення алергенів.

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.1 Стаціонарні пристрої для виявлення алергенів

Стаціонарні пристрої призначені для виявлення та знешкодження алергенів та небезпечних мікро-частинок в повітрі. Такі пристрої є стаціонарними та розташовуються у квартирах. Для алергіків надзвичайно важливо знати та контролювати якість повітря. Адже найменша кількість алергенів може призвести до кашлю, почервоніння та інших реакцій організму. Важливою складовою таких пристроїв є датчики для виявлення мікро-елементів, тому велику увагу приділяють саме їм при розробці пристрою. Використовують чутливі та технологічні компоненти. Також з додаткових функцій таких пристроїв є очищення повітря.

Спершу потрібно розглянути заводський прилад для виявлення шкідливих частинок та очищення повітря «Philips серії 1000i» (рисунок 2.1) [9]. У запропонованому пристрої наявні функції виявлення та очищення повітря. Також є сенсорна панель керування з простим інтерфейсом для більш зручного використання. Виявлення мікро-частинок здійснюється за допомогою компактних датчиків якості повітря. Даний пристрій має функцію віддаленого керування та зручний додаток на смартфон. Але такий пристрій, як і інші стаціонарні варіанти, не мають власного акумулятора та працюють від мережі. Окрім того, вартість такого апарату стартує від 10000 грн. за базову версію, що є економічно не вигідно.

Найбільшу цінність представляють самі технології, що використовуються в даному рішенні.

Для виявлення алергенів використовуються такі датчики:

- nano Protect HEPA;
- датчик для попереднього визначення розміру мікро-частинок;
- датчик якості повітря.

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.1 – Приклад «Philips серії 1000»

Системи керування пристроєм включають наступні:

- блок керування живленням;
- додаток на смартфон;
- розумна система індикації сенсорної панелі.

2.1.2 Лабораторні пристрої для виявлення алергенів

Одним з найкращих таких пристроїв є Multi Array (рисунок 2.2)[10]. Цей пристрій виготовлений з використанням найновіших технологій. Він використовується для визначення типу алергенів, які впливають на людину. Проводиться багатокомпонентний тест, який дозволяє одночасно як визначити і рівень антитіл до алергенних молекул та екстрактів алергенів в крові, так і отримати практично повну картину сенсibiliзації кожного пацієнта. Multi Array оснащений гнучким програмним забезпеченням, що дозволяє аналізувати індивідуальні панелі алергенів відповідно клінічним потребам - технологія мультиплекс. Але такі пристрої, на жаль, є досить габаритними та потребують фахівців для керування ними.

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

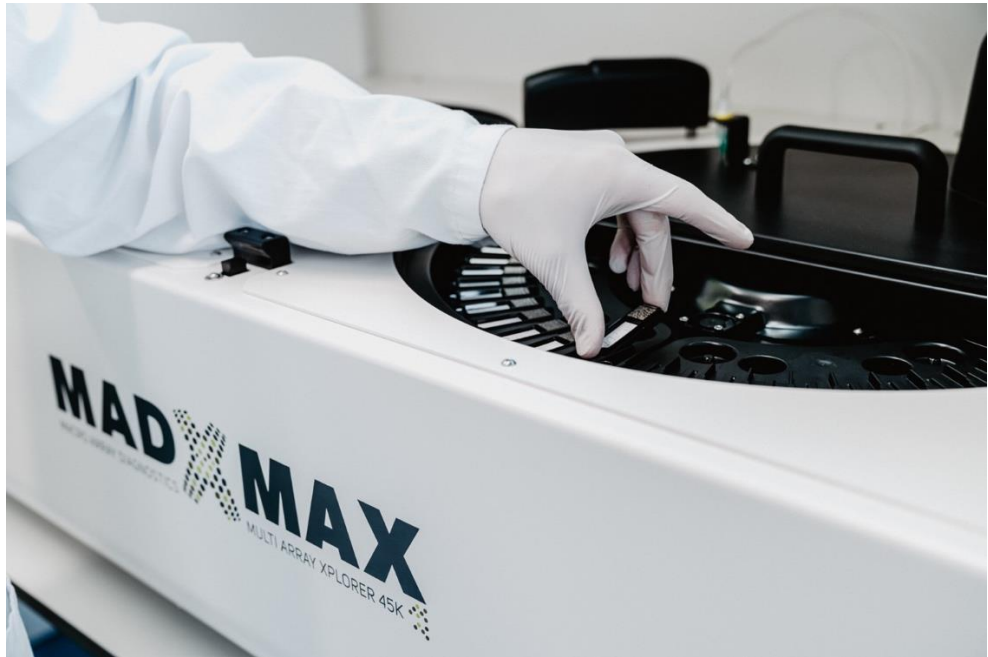


Рисунок 2.2 -Лабораторна система MADx Multi Array Xplorer

2.1.3 Портативні пристрої виявлення алергенів

Такі прилади використовуються користувачами для визначення якості повітря в навколишньому середовищі. Їх можливо використовувати як і в приміщеннях, так і на відкритому повітрі. Вони переважно складаються з блоку живлення, різних типів датчиків для виявлення мікро-елементів, невеличкого екрану, для зручності користування. Деякі вимірювачі для зручності оснащені додатками для телефону. Деякі мають додаткові функції у вигляді вимірювання вологості повітря.

2.1.4 Огляд сучасних портативних пристроїв для виявлення алергенів

2.1.4.1 Аналізатор запиленості повітря DT-9880 (рисунок 2.3) [11]

Це шестиканальний прилад з можливістю одночасного аналізу виявлення до шести різних діапазонів частинок. Прилад забезпечує отримання швидких і точних показань вмісту завислих твердих частинок. Прилад має вбудований акумулятор, який в режимі вимірювання витримує до 4-ох годин роботи. Для зручності

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		20

використання є 2.8 дюймовий екран, має вбудовану пам'ять для збереження даних про ту чи іншу місцевість.



Рисунок 2.3 - Аналізатор запиленості повітря DT-9880

2.1.4.2 ООТДТУ №1060 (рисунок 2.4) [12]

Виготовлений з пластику, має три види інтерфейсу дисплею. Має відмінний від попереднього високоякісний лазерний датчик „PMS5003”. Він дозволяє виявляти менші частинки, має вбудований акумулятор з великою ємністю та USB-роз'єм для зручної зарядки. Цей пристрій використовує принцип комбінованого тестування: електрохімія + лазерні частинки. Дозволяє визначати такі частинки в повітрі: pm10 + pm2.5 + pm1.0.

Даний виріб вважається одним з кращих портативних вимірювачів алергенів у повітрі.

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ООТДТУ



Рисунок 2.4 - ООТДТУ №1060

2.1.4.3 Walcom SR-516A

Є ще одним варіантом портативних пристроїв для виявлення алергенів (рисунок 2.5) [13], розроблений для використання як звичайними користувачами, так і для дослідницьких задач.

Це універсальний прилад для вимірювання дрібних частинок у повітрі, але більш функціональний та з більшою кількістю функцій. Даний пристрій має більший спектр виявлення частинок. В основі даного пристрою використовується метод лазерного розсіювання. Даний апарат має автоматичний режим для більш зручного використання. Також є можливість виміряти температуру та вологість повітря, прилад має 3.2 дюймовий екран, вбудовану пам'ять на 99 вимірювань. Має невелику вагу та велику вбудовану батарею живлення, що забезпечує тривалу роботу приладу.

Walcom обладнаний великою кількістю вбудованих функцій та зручним інтерфейсом для користувача, що дозволяє зробити вимірювання набагато простішою. Вартість такого пристрою – 5000 гривень.

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.5 - Walcom SR-516A

2.1.4.4 Аналізатор якості повітря (пил/CO/CH2O/RH) KORNO GT-1000-JM3

KORNO GT-1000-JM3 (рисунок 2.6) - це універсальний портативний вимірювач концентрації газу та пилу, який може містити до 5 датчиків газу або 3 датчиків газу плюс 1 датчик пилу.



Рисунок 2.6 – Аналізатор якості повітря Корно gt-1000-jm3

					IA82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		23

Пристрій може контролювати частинки пилу розміром 0,3 / 0,5 мкм, 1,0 мкм, 2,5 мкм, 10 мкм за допомогою лазерного датчика. Аналізатор якості повітря одночасно визначає температуру і вологість досліджуваного середовища. KORNO GT-1000-JM3 оснащений водонепроникним і пилонепроникним корпусом, класом захисту IP66, 3,5-дюймовим кольоровим РК-дисплеєм IPS, високоякісним дисплеєм під будь-яким кутом. Автоматично та вручну можна зберегти до 154 000 наборів даних, а користувачі можуть переглядати показання на дисплеї. Дані можна експортувати на комп'ютер, переглядати та зберігати в графічному форматі або форматі EXCEL. Аналізатор якості повітря KORNO GT-1000-JM3 використовується на виробництві, в офісних приміщеннях, медичних і навчальних закладах, житлових приміщеннях та при введенні в експлуатацію будівель.

Особливості й переваги аналізатора якості повітря (пил/CO/CH₂O/RH) Korno gt-1000-jm3:

- аналізатор містить 2 датчики газу (CO/CH₂O) плюс 1 датчик пилу;
- оступні три одиниці вимірювання концентрації – PPM, %VOL, мг/м³;
- лас захисту приладу IP66;
- доступна функція температури та вологості;
- автоматичне та ручне збереження даних;
- можливість на пряму експортувати дані на комп'ютер.

2.1.5 Порівняння пристроїв для вимірювання алергенів

Для порівняння усіх розглянутих варіантів та більш зручного їх співставлення, ключові особливості були виділені та представлені у вигляді таблиці 2.1.

					IA82.031BAK.003 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Порівняння можливостей розглянутих пристроїв

Модель	Функції	Ціна
Philips серії 1000i	Зручність у використанні в домашніх умовах, додаткова функція зволоження повітря, зручний інтерфейс.	10000 грн
MADx Multi Array Explorer	Професійний, надзвичайно чіткий, можливість швидкого визначення найдрібніших мікрочастинок.	800000 грн
DT-9880	Можливість до одночасного аналізу до шести різноманітних діапазонів мікрочастинок. Гарний дисплей та вбудована пам'ять.	35200 грн
Walcom SR-516A	Надзвичайно потужна батарея, можливість вимірювання великого діапазону мікрочастинок. Великий гарний екран із зручним інтерфейсом.	5000 грн
OOTDTY №1060	Невелика вартість, компактність, зручність у використанні, виявлення частинок за допомогою електрохімії та лазерних частинок.	2310 грн
Korno gt-1000-jm3	Велика вартість, надзвичайно різноманітний функціонал, компактність, точність вимірювання, великий та гарний екран	45000 грн

Варто зазначити, що ця таблиця не визначає найкращий варіант пристрою, серед усіх розглянутих, враховуючи їх переваги та недоліки, але допомагає з'ясувати ключові аспекти, що мають бути враховані при розробці власної системи виявлення алергенів у повітрі.

2.2 Визначення функціоналу системи для виявлення алергенів

Беручи до уваги перелік головних функціональних можливостей пристроїв , що включені у таблицю 2.1, можна розглянути детально методи технологій застосованих у системах та визначити головний функціонал системи в цілому.

2.2.1 Датчики

2.2.1.1 Датчик вимірювання мікрочастинок у повітрі

Найперше, що потрібно визначити – це те, який тип датчиків буде використовуватись. Від цього буде залежати функціонал пристрою. Спочатку потрібно визначити чутливість датчика, який покаже чіткість і тип мікрочастинок, які можна відслідкувати. Потрібно визначити тип датчиків, які будуть влаштовані в наш пристрій, визначити майбутній функціонал. Далі буде розглянуто методи вимірювання мікрочастинок у повітрі. У першому випадку, конструкція може використовувати електрохімічний метод з лазерними частинками. Для цього потрібно обрати датчик PMS5003 [14] (рисунок 2.7) з лазерним вимірюванням. Цей датчик використовує лазерне розсіювання для випромінювання зважених частинок у повітрі, а потім збирає розсіяне світло, щоб отримати криву зміни світла розсіювання з часом. Мікропроцесор обчислює еквівалентний діаметр частинок і кількість частинок з різним діаметром на одиницю об'єму. Цей датчик дозволить визначати частинки з різним діапазоном розмірів від 0.3 мкм до 10 мкм

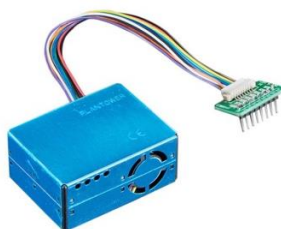


Рисунок 2.7 – Датчик PMS5003

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		26

2.2.1.2 Датчик вимірювання вологості

Також потрібно звернути увагу на вимірювання вологості повітря навколо користувача. Це важливий фактор для алергіків: допустима вологість повітря від 45% до 60% [15]. Але для деяких людей цей показник може змінюватись, тому важливо слідкувати за вологістю повітря. Для прикладу розглянемо датчик DHT11 – це цифровий датчик температури та вологості, що дозволяє калібрувати цифровий сигнал на виході. Складається з ємнісного датчика вологості та термістора. Також датчик містить в собі АЦП для перетворення аналогових значень вологості та температури. При підключенні до мікроконтролера, є можливість між виводами Vcc і Data розмістити підтягуючий pull-up резистор номіналом 10 кОм. З цього можна зробити висновок, що потрібно ретельно обирати датчики та поєднувати їх між собою в систему, щоб отримати гарні та корисні результати. Варто не забувати про вартість таких датчиків, щоб прилад вийшов доступний та міг скласти гарну конкуренцію заводським моделям.

На цей датчик потрібно звернути увагу, так як він вимірює і вологість, і температуру повітря.

2.2.2 Живлення системи

Більшість компонентів не потребують великої кількості енергії, однак не варто забувати про автономність пристрою, потрібно чітко вирахувати ємність акумулятора. При великій ємності пристрій буде важкий та незручний у використанні, а якщо її буде мало, то прилад не буде таким автономним, якби хотілось користувачеві. Також потрібний контролер напруги, щоб все працювало чітко і без перебоїв. Більшість датчиків вимагають живлення 3-10 В. Компактні та недорогі рішення для цього – Акумулятор Turnigy 2200mAh 3S 40C Lipo Pack XT-60 [16] (рисунок 2.8, а), Батарейка "Крона" 9В [17] (рисунок 2.8,б), Батарейка А23 12В Videx Alkaline [18] (рисунок 2.8, в).

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



а)



б)



в)

Рисунок 2.8 – Варіанти живлення

2.2.3 Керування пристроєм

Bluetooth-з'єднання реалізується за допомогою датчику HC-06. Пристрій повинен мати постійний зв'язок з телефоном для зручного користування та аналізу місцевості. Більш детально елементи системи будуть розглянуті у розділі про вибір компонентів.

Для зручного користування потрібно мати додаток на телефоні із зручним інтерфейсом та великим функціоналом. Користувач повинен бачити в режимі реального часу всі важливі дані. Власник може відслідковувати та робити помітки про місцевість. Програма повинна містити обліковий запис власника з можливістю додавання інших користувачів у мережу для спільного перегляду результатів вимірювання навколишнього середовища, з можливістю робити помітки для інших користувачів.

Висновки до розділу 2

У ході аналізу існуючих рішень різних пристроїв для виявлення алергенів було з'ясовано, які можливості властиві тим чи іншим пристроям та порівняно вартість готових пристроїв. На основі результатів можна краще зрозуміти, які функції повинні бути присутні у готовому рішенні. І хоч порівняльна таблиця

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		28

таблиця не визначає найкращий варіант пристроїв, але допомагає врахувати їх переваги та недоліки, допомагає з'ясувати ключові аспекти, що мають бути враховані при розробці власної системи виявлення алергенів у повітрі. У наступному розділі буде приділено більше уваги саме технологіям та методам, які дозволяють втілити потрібний функціонал.

Проаналізувавши відповідні джерела [9-18], було вирішено, що найкраще буде використовувати для розробки системи лазерні датчики, вони і приємні у ціні, і зручні у використанні.

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ПОСТАНОВКА РОЗГОРНУТИХ ВИМОГ ДО СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ АЛЕРГЕНІВ У ПОВІТРІ

3.1 Базові вимоги

Виходячи з аналізу існуючих варіантів рішення на ринку пристроїв для виявлення алергенів, можна визначити ключові вимоги для забезпечення наявності в системі, як мінімум, ключових функціональних можливостей вже запропонованих заводських варіантів і додати додаткові функції для створення в певній мірі унікального продукту для масового користування.

Ключовими вимогами для приладу є автоматизація наступних задач:

- постійне вимірювання мікрочастинок в повітрі;
- аналіз вологості повітря навколо користувача;
- своєчасне попередження користувача про можливі алергени;
- зручний інтерфейс для додатку на телефоні;
- гарна автономність та гарна продуктивність.

3.2 Додаткові вимоги

Спочатку потрібно навести більш розгорнутий опис деяких вимог. Розроблювальна система повинна працювати з мобільним додатком, що надає користувачеві зручний спосіб керування та моніторингу стану пристрою в реальному часі. Розроблений додаток має надавати можливість не тільки дивитись результати вимірювання, а й можливість додавати інші профілі користувачів в одну спільну базу.

Профіль – це унікальний індивідуальний обліковий запис користувача. Спочатку ми можемо припустити, що облікові записи створюються різними користувачами для більш комфортного подальшого користування. Люди можуть ділитися даними про наявність тих чи інших алергенів в певному місці. Це дозволить мінімізувати потрапляння алергенів до організму користувача. Тобто з

					IA82.031BAK.003 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		30

цього можна зробити висновок, що унікальний профіль - це база даних про наявність алергенів на певній території.

Варто додати, що розроблений пристрій інтегрується з вище описаним додатком за допомогою веб-серверу, тобто повинна бути реалізована можливість з'єднання з ним.

Враховуючи вище сказане можемо вказати додаткові вимоги до пристрою виявлення алергенів:

- інтеграція з веб-сервером для налаштування моніторингу розроблювальної системи;
- сповіщення серверу про можливу небезпеку для користувача;
- надання веб-серверу всіх даних про алергени;
- надання веб-серверу інтерфейсу для вказування шкідливих мікрочастинок на певній місцевості;
- надання веб-серверу даних в онлайн режимі.

Висновки до розділу 3

У даному розділі було розкриті функціональні вимоги до розроблювальної системи: перелічено основні функції, що мають обов'язковий характер, щоб кінцевий пристрій не поступався можливим існуючим аналогам, а також визначено додаткові вимоги, що зроблять пристрій більш унікальний та цікавий для користувачів.

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4 РОЗРОБЛЕННЯ СТРУКТУРНОЇ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМ

4.1 Опис структурної схеми

Структурна схема системи наведена у кресленнику ІА82.031БАК.003Д2.

Проектована система складається з наступних компонентів:

- блок зв'язку з веб-сервером, що забезпечує передачу даних та отримання налаштувань з веб-сервера;
- підсистема логіки мікроконтролера, що реалізує основну логіку керування всією системою;
- підсистема визначення чистоти повітря на певній місцевості, що дає змогу користувачам дізнатись про наявність алергенів;
- підсистема визначення вологості повітря, яка надає інформацію про вологість повітря;
- підсистема визначення GPS координат, що надає дані про місцезнаходження користувача;
- підсистема індикації, призначена для виводу інформації про можливу небезпеку для користувача;
- підсистема керування з'єднання телефона з пристроєм для виявлення алергенів для більш зручного користування.

Розроблювана система виявлення алергенів у повітрі визначає показники якості повітря та зв'язується з веб-сервером, що є частиною системи, для подальшого інформування користувачів про можливі небезпеки в певній місцевості. Система може працювати автономно без веб-серверу, але в такому випадку не можлива передача даних для інших користувачів у мережі.

4.2 Опис функціональної схеми

На кресленнику ІА82.031БАК.003Э2 показано функціональну схему системи виявлення алергенів у повітрі. Склад підсистем розкритий й описаний більш

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

детально нижче. Карта функцій містить інформацію про те, як пристрій реалізує певну функцію. На основі цієї схеми можна визначити, як виконується робота і які необхідні функціональні елементи. Кожен функціональний елемент містить лише входи та виходи, необхідні для його належного функціонування.

4.2.1 Блок зв'язку з веб-сервером

При згадуванні про призначення цього блоку, має місце надання доступу мікроконтролера до веб-серверу. Такий блок повинен працювати з мережевими протоколами, як IP/TCP [19], для того, щоб він мав можливість відправляти та отримувати дані з інтернет мережі. За допомогою веб-сервера користувач може дізнаватись набагато швидше інформацію про загальний стан місцевості.

4.2.2 Підсистема логіки мікроконтролера

Мікроконтролер – це спеціалізований мікроелектронний програмований прилад, що призначений для використання у керуючих пристроях, системах передачі даних та системах керування технологічними процесами. Він має доступ до даних, отриманих з веб-сервера. Для того, щоб було можливо обмінювати інформацію між веб-сервером та мікроконтролером, передбачено створення спеціальних повідомлень, або ж пакетів. Всі такі повідомлення мають вказувати тип, щоб блок кодування та декодування зміг правильно прочитати отримані дані та навпаки, кодувати дані для веб-серверу.

Після процесу декодування, блок надає запит до блоку прийняття рішень, в якому прописані вказівки в залежності від типу повідомлення. Це може бути повідомлення про задання нових параметрів або повідомлення про збереження даних.

Мікроконтролер має енергозалежну пам'ять, у якій він зберігає потрібні поточні параметри, різні статичні дані – покази датчиків та різну можливу

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

інформацію. Щоб мати доступ до пам'яті, використовують блок доступу до даних. Блок керування та зчитування приладів призначений для забезпечення додаткового рівня доступу до датчиків та приладів. Метою цього рівня є надання інтерфейсу показань факторів і представлення ефектів від їх зміни, без надання інформації про датчики або пристрої, які будуть використовуватися для цієї мети. Якщо модель пристрою необхідно змінити, це дозволяє переписати лише частину коду в блоці зчитування та/або в блоці управління, замість того, щоб змінювати код в блоці рішення, якщо він звертався безпосередньо до кожного датчика.

Рівнем інтерфейсу із зовнішніми датчиками та пристроями є низькорівневий доступ до шини даних або фізичних виходів мікроконтролера, тобто цей рівень є рівнем драйвера.

4.2.3 Підсистема визначення чистоти повітря

Дана підсистема складається з самого датчика для виявлення шкідливих мікрочастинок в повітрі [20]. Він працює за рахунок електрохімії та лазерних частинок. Так як дрібні алергени є сильним подразником для людського організму, то надзвичайно важливо слідкувати за цими параметрами. Тому в запропонованій системі передбачається обладнання цим датчиком, що дасть змогу краще інформувати користувача про можливу небезпеку в оточуючому середовищі. Такий датчик може вимірювати до 9 видів мікроелементів. [21]

4.2.4 Підсистема визначення вологості повітря

Ця підсистема відповідає за визначення вологості повітря. Для алергіків надзвичайно важливий такий параметр, адже при нормальній вологості повітря, вплив алергенів на організм значно менший, що призводить до більш слабкої реакції. Підсистема складається з ємнісного датчика вологості та термістора. Також, датчик містить в собі АЦП для перетворення аналогових значень вологості

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

та температури. Дана підсистема працює в парі з іншими датчиками, що призводить до кращої та більш чіткої інформації про стан повітря.

4.2.5 Підсистема визначення GPS-координат

Визначення та запис GPS координат є важливою функцією, що надсилається на веб-сервер для подальшої обробки. Мережа з пристроїв для визначення алергенів дає спільний доступ до інформації про стан повітря в певних місцевостях. Користувачі можуть погодитись відправляти дані з приладу для спільного користування та аналізу місцевостей. Таке рішення буде корисним для всіх користувачів, адже так є можливість знати про наявність алергенів заздалегідь. Можливо, в майбутньому інтерпретувати можливість використовувати з Google maps та прокладати маршрути згідно з показниками якості повітря. Це надасть змогу користувачам заздалегідь бачити всі небезпечні ділянки та оминати їх.

4.2.6 Підсистема індикації

Запропонована система може втрачати доступ до Інтернету або Bluetooth-з'єднання, тому потрібно додати можливість сповіщення про небезпечну ділянку. Щоб без смартфона була можливість бачити наявність алергенів було вибрано світлодіод.

Ця підсистема є допоміжною, на випадок втрати зв'язку із смартфоном, основним каналом сповіщень є додаток для смартфона.

4.2.7 Підсистема керування з'єднанням з телефоном

З'єднання з телефоном організовується за допомогою Bluetooth-модуля. Це зручне рішення, яке не потребує інтернет зв'язку, що дозволяє використовувати повноцінно пристрій в будь-якій точці. Bluetooth-з'єднання є надійним та зручним.

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

За допомогою цього симбіозу користувач може зайшовши в додаток бачити всю інформацію з датчиків в онлайн режимі.

Висновки до розділу 4

У цьому розділі детально розкривається зміст структури та функціональної схеми розробленої системи. Побудова структурної схеми дозволяє створити уявлення про загальну структуру системи та її зв'язок із зовнішніми системами, а також визначити ключові підсистеми, які мають з'явитися при наступних декомпозиціях. Блок-схеми надають розкриття більш детальної інформації за допомогою функціональних схем системи з більш детальними описами кожної підсистеми. Функціональні діаграми дають уявлення про компоненти, які в кінцевому підсумку сформують систему розробки.

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ВИБІР КОМПОНЕНТІВ СИСТЕМИ

5.1 Підсистема виявлення алергенів

5.1.1 Датчик виявлення пилу та газів

Для того, щоб мати можливість вимірювати наявність алергенів у повітрі, можна використовувати один з найдоступніших датчиків - GP2Y1010AU0F [22] (рисунок 5.1). Це оптичний датчик призначений для вимірювання ступеня запиленості або задимленості повітря. Принцип роботи датчика заснований на вимірюванні фотодатчиком ступеня розсіювання інфрачервоного випромінювання світлодіода в вимірюваному середовищі. Вимірювання проводиться в імпульсному режимі, що різко знижує споживаний від джерела живлення струм. Для наших цілей цього датчику достатньо.



Рисунок 5.1 – Датчик GP2Y1010AU0F

5.1.2 Датчик виявлення ультрафіолету

Алергія на сонце (фотодерматит) – це сонячна алергія, яку провокує ультрафіолетове опромінення. Під впливом УФ-опромінення в організмі утворюються речовини-фотосенсибілізатори, що, своєю чергою, запускають алергічну реакцію.

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Така алергія часто супроводжується кропив'янкою, а на місці появи червоних висипів на шкірі згодом з'являються пігментні плями (гіперпігментації).

Явище фотодерматиту можуть викликати також деякі лікарські препарати, а а також деякі рослини, наприклад, борщовик.

Окрім речовин, що разом з сонячними променями можуть викликати алергічну реакцію (фотоалергію), можливо віднести також деякі компоненти парфумів, дезодорантів, антибактеріального мила. Щоб уникнути темних пігментних плям на шкірі, фахівці радять не застосовувати вище згадані засоби безпосередньо перед прийманням сонячних ванн. Самим вразливим для алергії на сонце є обличчя, зона декольте та шия, руки. Тобто ті частини тіла, які постійно перебувають на сонці.

Симптоми при алергії на сонце:

- кропив'янка;
- пухирці на шкірі;
- червоні плями;
- свербіж, пекучі відчуття на шкірі;
- зони гіперпігментації (надмірної засмаги).
- слабкість, запаморочення;
- головний біль;
- порушення дихання.

Для того, щоб попередити виникнення алергії на сонце слід остерігатись перебування на відкритому сонці, особливо в період з 12 до 14 години, захищати шкіру одягом, носити головні убори, користуватися сонцезахисними кремами з високим ступенем UV-захисту (не нижче UV-25, UV-30). Для будь-якої людини надмірна кількість ультрафіолету шкідлива. Тому було проаналізовано велику кількість датчиків і обрано найбільш оптимальний варіант для запропонованого проекту - датчик ультрафіолету GUVA-S12SD (рисунок 5.2). Пік чутливості випромінювання даного екземпляру - 240-370нм [23]. Він ідеально підходить для конструкцій, що вимірюють рівень ультрафіолетового випромінювання. Робочий

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

струм фотодіода дуже малий - наноампер, тому, для підключення його до аналогового входу контролерів, потрібне застосування підсилювача на ОП. Даний датчик є бюджетним варіантом та невеликим за розміром, тому він ідеально підходить для пристрою.

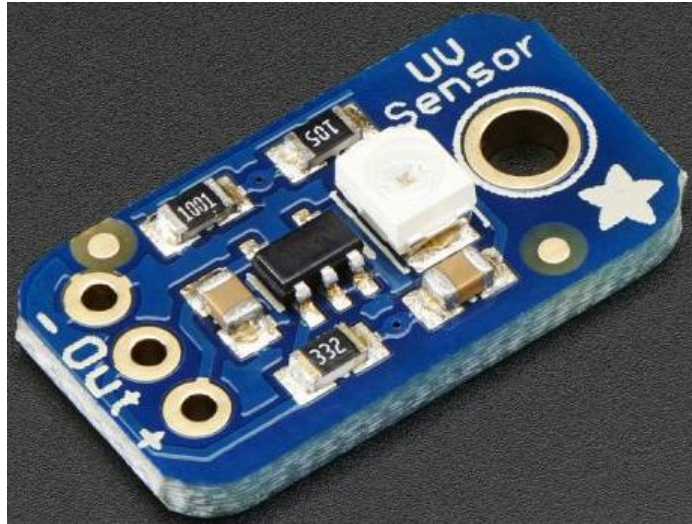


Рисунок 5.2 - Аналоговий датчик ультрафіолету GUVVA-S12SD

5.1.3 Датчик вологості повітря

Для людей, які страждають від наслідків посиленої реакції організму на алергени, важливо слідкувати за станом вологості повітря. Адже якщо цей показник виходить з норми, збільшується вплив на організм. Пришвидшується алергічна реакція і людині стає набагато гірше. Тому для вирішення цієї проблеми був обраний датчик виявлення вологості повітря DHT22 (рисунок 5.3). Додаткова функція цього датчика це визначення температури повітря. Характеристики даного датчика можна побачити у таблиці 5.1.

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.1– Характеристики датчика DHT22

Температура	Вологість
Роздільна здатність виміру: 0.1с	Роздільна здатність виміру: 0.1% rh
Точність вимірювання: ± 0.5 с	Точність вимірювання: $\pm 2\%$ rh (25°с)
Вимірюваний діапазон: -40 ° с ~ 80с	Вимірюваний діапазон: 0% rh ~ 99.9% rh



Рисунок 5.3 - Датчик вологості та температури повітря DHT22

5.2 Підсистема індикації

Для кращого сповіщення користувача про небезпеку було вирішено використовувати індикацію, а саме світловий індикатор світлодіод. Було обрано світлодіод LED 1608 (0603) 3V 20mA (рисунок 5.4). Він має можливість світитись трьома кольорами, що зручно для визначення рівню небезпеки навколо користувача. Зелене світло засвічується, коли всі показники в нормі, жовте світло показує перший рівень небезпеки і червоне світло вказує на сильне забруднення повітря.

					IA82.031BAK.003 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		40

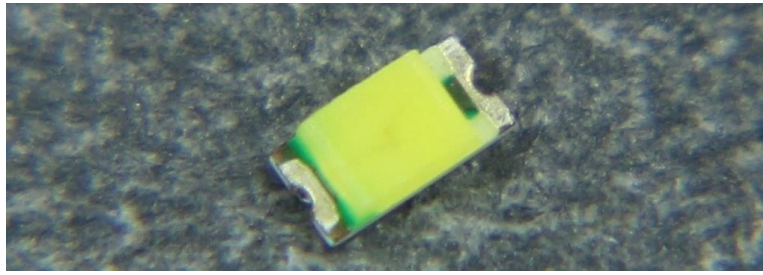


Рисунок 5.4 - Світлодіод LED 1608 (0603) 3V 20mA

5.3 Підсистема визначення GPS координати

Щоб користувачі могли відслідковувати стан повітря в навколишньому середовищі, було додано датчик GPS координат, це дає змогу ділитись показниками якості повітря між користувачами в реальному часі. Було обрано датчик GPS NEO-7M Міні SMA (рисунок 5.5) [24]. Це Multi-GNSS приймачі (з підтримкою декількох поширених стандартів супутникової навігації). Дані модулі - відмінне рішення для портативних і автономних систем, яким потрібна інформація про позиціонування і точний час з малим споживанням енергії і компактним виконанням.

Характеристики:

- специфікація GPS ресивера: 56-канальне ядро 7-го покоління від u-blox;
- підтримувані системи позиціонування: GPS L1 C/A, GLONASS L1FDMA, QZSS L1 C/A, SBAS: WAAS, EGNOS, MSAS, Galileo E1B/C;
- частота оновлення даних: до 10 Гц;
- точність: GPS - до 2.5м; GLONASS - до 4м (залежить від налаштувань і кількості одночасно видимих супутників);
- вбудована керамічна антена;
- антенний інтерфейс: SMA;
- інтерфейс підключення: UART;
- швидкість підключення за замовчуванням по UART: 9600 бод (можна змінити в сервісній програмі);

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- напруга живлення: 3 - 5 В (стабілізатор напруги 3.3В встановлений на платі);
- розміри: 12.2x16.0x2.4мм;



Рисунок 5.5 – GPS NEO-7M Міні SMA

5.4 Загальні компоненти

5.4.1 Мікроконтролер

Центральним керуючим пристроєм було обрано мікроконтролер STM32F103C8T6 із серії ARM Cortex M3. Його характеристики наступні:

- частота мікроконтролера - до 72 МГц;
- ядро – 32-бітний Cortex M3 STM32F103C8T6;
- апаратне ділення та множення в один цикл;
- 7 таймерів, до 9 інтерфейсів комунікації (I2C, SPI, UART, USB, CAN);
- пам'ять програм – 64 Кб;
- пам'ять оперативна – 20 Кб;

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		42



Рисунок 5.7 – WiFi модуль на базі мікроконтролера ESP8266 ESP-01

Контролер забезпечує можливість підключення до мережі WiFi та встановлення простого TCP/IP-з'єднання за допомогою AT-команд. Обмін даними з керуючим мікроконтролером здійснюється через послідовний інтерфейс. Завдяки своїй простоті та ціні, це рішення дуже популярне серед розробників і вже зарекомендувало себе на ринку. Контролер може працювати в режимі точки доступу та режимі клієнта WiFi.

Однією з переваг цього мікроконтролера є можливість створення власного програмного забезпечення для нього шляхом модифікації існуючої еталонної версії. Отже, враховуючи наявність двох загальних контактів, контролер може виступати як самостійний пристрій управління в невеликих проектах.

Висновки до розділу 5

Цей розділ присвячений проміжним етапам між завершеним функціональним ланцюгом і початком розробки електричного принципу. При виборі окремих компонентів врахувалися: логічний рівень, кількість контактів, протоколи передачі даних. Все це відобразатиметься на схемі підключення, яка буде найбільш детальним структурним описом розробленої системи.

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

6 РОЗРОБЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ

Схематичні електричні схеми – графічні зображення з використанням звичайних графічних і буквено-цифрових символів, які представляють взаємозв'язки між компонентами електричного обладнання. На відміну від підключення друкованої плати, схема підключення не показує взаємне (фізичне) розташування компонентів, а лише вказує, які компоненти підключені.

На кресленику ІА82.031БАК.0031 ЭЗ показана електрична принципова схема системи виявлення алергенів у повітрі.

На цій схемі показано підключення мікроконтролеру – головного керуючого пристрою – до допоміжних пристроїв та датчиків. Розглянемо особливості, що враховані при побудові схеми.

6.1 Керування підключенням датчиків до мікроконтролера

Всі датчики повинні працювати в парі один з одним, щоб в комплексі надавати найточніші дані для користувача. Потрібно врахувати живлення для кожного з датчиків та поєднати їх між собою. Для цього пропонуємо сучасний мікроконтролер STM32F103C8T6. На платі зібрані всі необхідні елементи для початку роботи з системою. Мікроконтролер живиться напругою 3В. Високі рівні вихідних та вхідних дискретних сигналів у нього теж 3 В. Мікроконтролер має багато плюсів такі як:

- низька вартість;
- зручний у використанні;
- чіпи мікроконтролера взаємозамінні;
- велика потужність;
- зручна вкладка мікроконтролера.

Завдяки гарним характеристикам, система працює досконало та без перебоїв.

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

6.2 Комунікація з модулем зв'язку

Модуль ESP8266 [25] підключається до мікроконтролера через два канали даних - RX і TX, тобто повно дуплексним методом. Для зв'язку використовується протокол послідовних даних UART, де можна налаштувати формат пакету та швидкість передачі даних. Обмін даними між контролером і ESP8266 здійснюється у форматі AT-команд. AT-команди є загальним стандартом для керування пристроями модемного типу. Формат команди AT – це текстовий рядок, що починається символом AT, наприклад: AT+CNUM – це команда для отримання номера користувач (таблиця 6.1).

Таблиця 6.1 – AT-команди

Команда	Опис
AT+CIUPDATE	Оновлення прошивки через хмару.
AT+CIPMUX=<режим>	Вибрати режим одиночного або множинних підключень.
AT+CIPSEND=?	Відправити данні
AT+CWJAP_CUR=<ssid>,<pwd>	Вказати ім'я та пароль до безпроводної точки доступу WiFi.
AT+CIFSR	Зчитати IP адресу у локальній мережі.

Висновки до розділу

Виходячи із результатів функціональної схеми, було створено електричну принципову схему виявлення алергенів у повітрі. Для виконання цієї задачі було використано всі елементи, які були описані у розділі «Вибір компонентів системи». Було приділено увагу до вибору мікроконтролера для нашої системи аби всі її компоненти працювали в парі та без перебоїв. В результаті роботи було отримано

схему за допомогою якої можливо створити макет та налаштувати зв'язок між окремими пристроями системи виявлення алергенів у повітрі. Всі датчики мають працювати в парі один з одним, щоб в комплексі надавати найточніші дані для користувача. Обмін даними між контролером і ESP8266 здійснюється у форматі AT-команд. схема підключення не показує взаємне (фізичне) розташування компонентів, а лише вказує, які компоненти підключені.

Наявність електрично принципової схеми дає змогу використати її в подальшому створенні пристрою для виявлення алергенів у повітрі, попередньо розуміючи способи підключення усіх компонентів даної системи для забезпечення правильного функціонування пристрою.

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

7.1 Архітектура програмного забезпечення мікроконтролера

Для початку роботи з мікроконтролером потрібно спроектувати архітектуру програмного рішення для подальшого написання програмного забезпечення. Спочатку потрібно зупинитись на виборі поставлених нами завдань для системи виявлення алергенів у повітрі. Визначившись із задачею кожного компонента системи, розробленої функціональної схеми, стає зрозуміло, що система буде працювати одночасно у двох напрямленнях: перший – це поєднання всіх датчиків та компонентів системи в одне ціле, а другий- це зв'язок з веб-сервером, запиту повідомлень та надходження даних до нього.

Важливу роль у цьому процесі відіграє мікроконтролер STM32F103C8T6, який має досить малий ресурс пам'яті та обчислень, але низьку вартість та гарну зручність у використанні, тож можна виділити операційну систему реального часу (ОСРЧ). Ця Операційна система, забезпечує необхідний час виконання завдань у реальному часі навіть у найгіршому випадку. Це рішення дуже поширене в проектах, які вже мають широкий спектр завдань, але реалізовані на відносно простих і дешевих компонентах [26]. Мікроконтролери STM знаходять широке застосування в найрізноманітніших сферах: від вимірювальних приладів, фотоапаратів і відеокамер, принтерів, сканерів і копіювальних апаратів до виробів електронних розваг і різноманітної домашньої техніки.

Для розробки системи може бути використана операційна система FreeRTOS. Ця CSR з відкритим кодом існує вже давно, він зростає завдяки виробникам чіпів, а також сильній підтримці спільноти. Спеціально розроблений для мікроконтролерів і малопотужних мікропроцесорів. Значною перевагою FreeRTOS є те, що він переноситься на велику кількість існуючих платформ, тому теоретично ви можете легко змінити мікроконтролер, не перезаписуючи наявні виклики інтерфейсу.

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк. 48
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Варто також зазначити, що на цей CSR поширюються умови ліцензії MIT, а це означає, що його код можна будь-яким чином змінити та використовувати в комерційних проектах без комісії.

7.2 Розроблення алгоритмів функціонування

На рисунку 7.1 та 7.2 продемонстровано блок-схеми функціонування веб-серверу та функціонування відповідно пристрою.

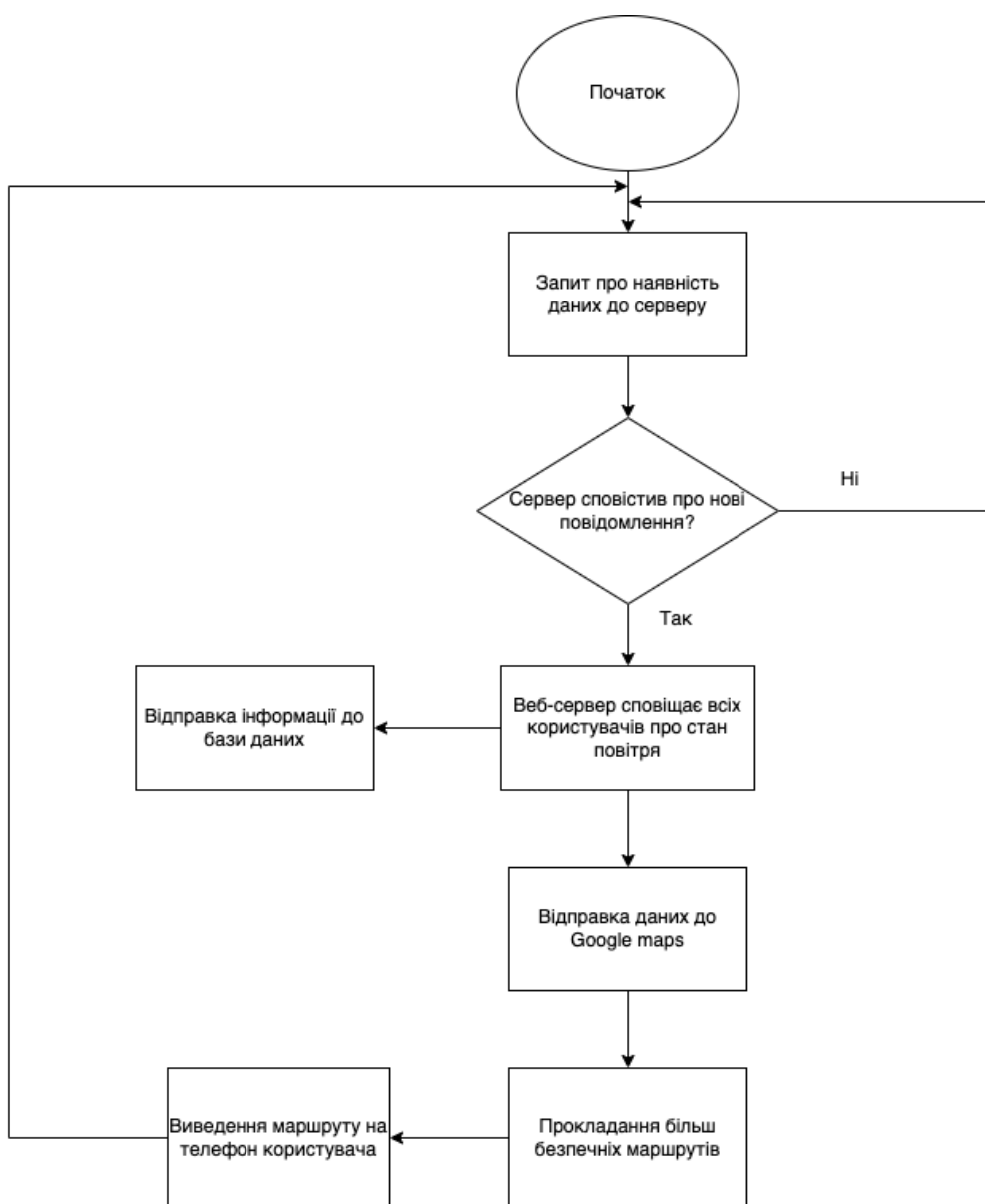


Рисунок 7.1 – Загальний алгоритм функціонування веб-серверу

Перший потік системи відповідає за комунікацію із веб-сервером. Блок зв'язку надсилає запит до веб-серверу, щоб отримати оновлені дані користувачів. Якщо нових даних не виявлено, то потік переходить в режим очікування. Якщо дані все ж виявлено, то система проводить аналіз і в залежності від отриманих даних виконує наступні дії. Можливі варіанти виконаних дій:

— повідомлення про наявність алергенів в певному місці: під час прогулянки було виявлено алергени поблизу користувача, в результаті веб-сервер сповіщає всіх користувачів даних пристроїв про небезпеку на певній ділянці місцевості;

— отримання позитивних даних про наявність алергенів: після знаходження алергенів навколо, веб-сервер надсилає дані до загальної бази-даних та зберігає інформацію про них;

— отримання готового маршруту від Google maps вже з наявними небезпеками для алергіків: отриманий готовий маршрут відправляється веб-сервером на мобільний додаток користувача.

З алгоритму видно, що кожного разу нові показники записуються в базу даних та вносяться змінні для прокладення нових маршрутів та сповіщення користувачів про небезпеку. Це зроблено для того, щоб система вносила корективи після кожних нових отриманих даних.

Веб-сервер важлива складова система, необхідні для обміну даних між користувачами, в залежності від налаштування веб-серверу, визначаються можливості обміну даних. В подальшому використанні веб-сервер можна буде поєднати з різними мобільними додатками та інтегрувати систему для виявлення алергенів до кожного з них.

Алгоритм розроблений для наглядного демонстрування роботи веб-серверу у системі виявлення алергенів у повітрі.

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

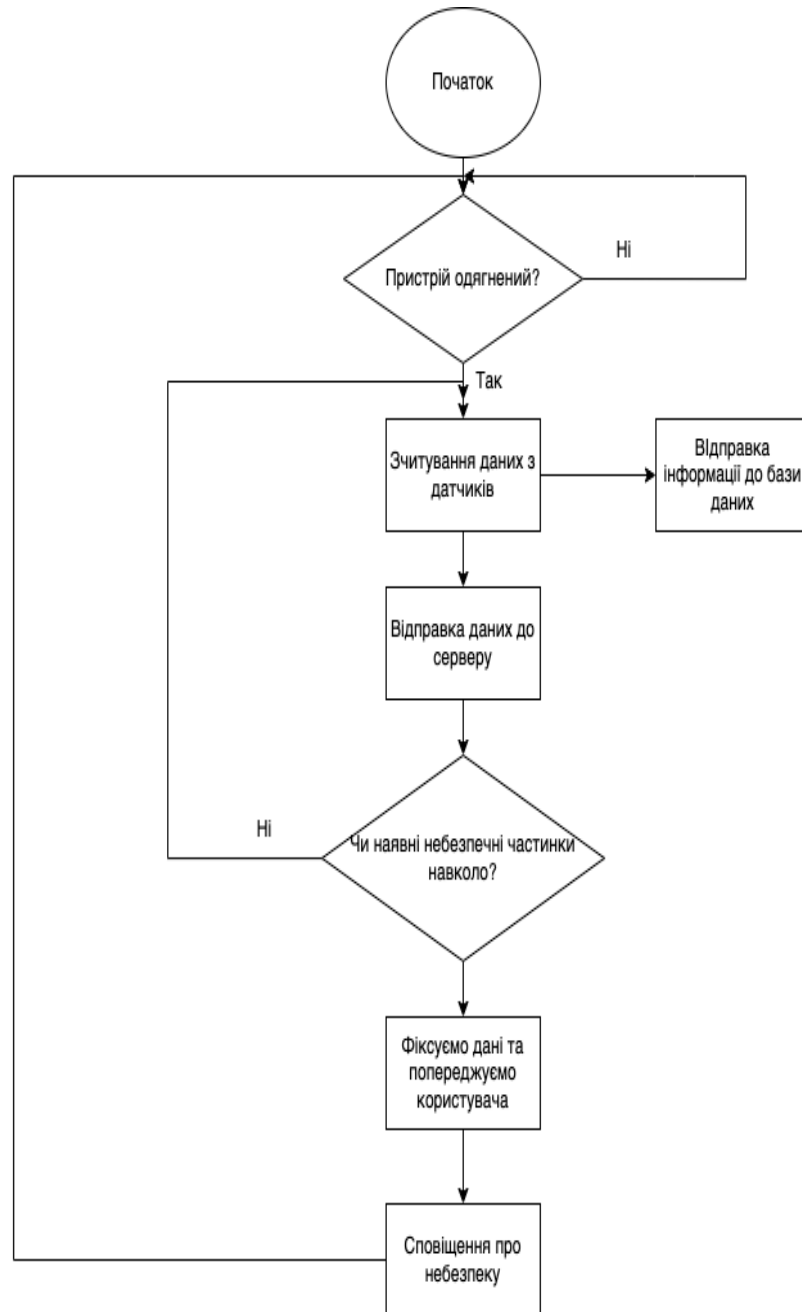


Рисунок 7.2 - Алгоритм функціонування пристрою

7.3 Функціонал, що надається кінцевому користувачу

У попередніх підрозділах було розглянуто роботу створеної системи, але необхідно розглянути одну з найбільш головних частин – можливий функціонал для самого користувача та показати взаємодію між користувачем та системою (Рисунок 7.3).

Автоматизована система виявлення алергенів у повітрі



Рисунок 7.3 – Діаграма системи з точки зору користувача

З діаграми видно, що користувач має 5 головних функціональних можливостей. Необхідно звернути увагу на особливості такої архітектури:

— пристрій надсилає в режимі реального часу дані про стан повітря навколо самого користувача, навіть якщо користувач втратить можливість перегляду даних на телефоні, то пристрій сповістить світловим сигналом про небезпеку;

— отримання актуальних даних з пристроїв інших користувачів даної мережі є важливим для подальшого попередження про можливі небезпеки на шляху користувача;

— навіть якщо пристрій якимось чином не виявив небезпечні частинки в повітрі, користувач має можливість власноруч сповістити інших користувачів про небезпеку;

— у залежності від чутливості сприйняття алергенів користувачем, надається можливість власноруч вносити поправки про вимірювання мікрочастинок в повітрі.

Потрібно зазначити, що дані варіанти функцій не є єдиними, продемонстровані лише стандартні можливості для користувача, мобільний додаток надає більше функціональних можливостей.

7.4 Механізм взаємодії між користувачем та пристроєм

Таким чином, можливо дізнатись, що саме можуть робити користувачі. Тепер, коли визначена модель взаємодії з веб-сервером і опис потоків, відповідальних за спілкування з ним, а також параметри використання системи, можливо згрупувати ці дані та зосередитися на механізмі запитів користувача.

На рисунку 7.4 показано механізм взаємодії користувача та пристрою для виявлення алергенів. Діаграма послідовностей показує порядок виконання запитів. Як показано на рисунку, дії користувача у мобільному додатку ініціюють запити до веб-сервера, який повідомляє про прийняття запиту. Після цього запит передається до пристрою, який в свою чергу виконує запити про наявні небезпечні ділянки. Існує два можливі варіанти, коли небезпеки не має, то користувач отримує про це повідомлення, та чекає наступного моменту запиту. Якщо ж було виявлено небезпечні частинки у повітрі, тоді пристроєм обробляється інформація та вносяться корективи до бази-даних та відбувається сповіщення всіх користувачів. Після обробки інформації система сповіщає веб-сервер про завершення обробки даних.

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

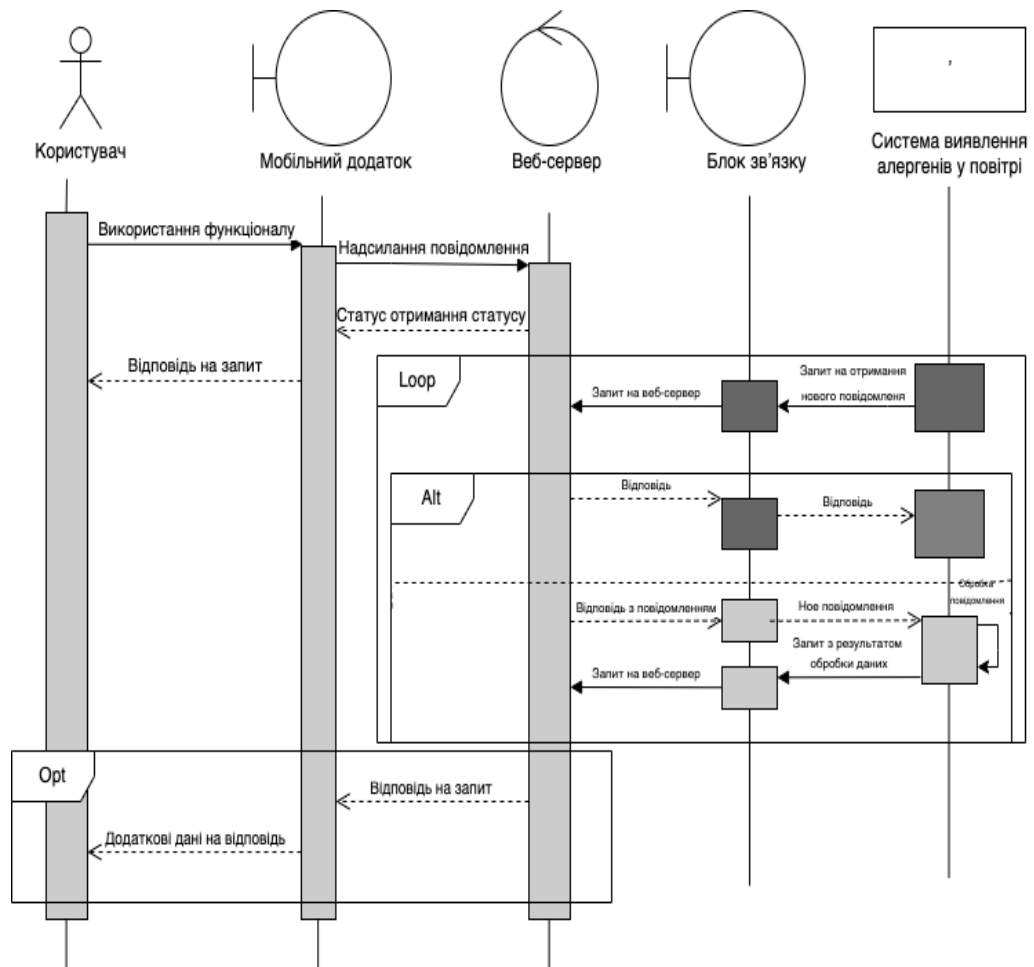


Рисунок 7.4 – UML діаграма послідовності взаємодії користувача та системи виявлення алергенів у повітрі

Висновки до розділу 7

В цьому розділі показаний можливий функціонал для самого користувача, взаємодія між користувачем та системою для виявлення алергенів. Діаграма послідовностей показує порядок виконання запитів. Дії користувача у мобільному додатку ініціюють запити до веб-сервера, який повідомляє про прийняття запиту та передає його до пристрою, який, в свою чергу, виявляє чи не виявляє загрозу за допомогою датчиків, та надає отриману інформацію про наявні небезпечні чи безпечні ділянки користувачу. Мобільний додаток може надавати більше функціональних можливостей. Наприклад, пристрій може показувати вологість, температуру повітря тощо.

ВИСНОВКИ

У дослідницькому проєкті було запропоновано проєкт схеми автоматизованої системи виявлення алергенів в повітрі для подальшого створення приладу, який би показував наявність алергенів в повітрі, попереджаючи людину про небезпеку. Проаналізувавши різні методи та засоби виявлення алергенів у повітрі та порівнявши всі переваги та недоліки вже існуючих пристроїв, вдалося виділити ключові аспекти, які мають бути враховані при розробці власної системи виявлення алергенів у повітрі.

Ключовими вимогами стали автоматизація наступних задач:

- постійне вимірювання мікрочастинок в повітрі;
- аналіз вологості повітря навколо користувача;
- аналіз ультрафіолету в повітрі;
- своєчасне попередження користувача про можливі алергени;
- зручний інтерфейс для додатку на телефоні;
- гарна автономність та гарна продуктивність.

Як додаткові вимоги до пристрою виявлення алергенів виділяються:

- інтеграція з веб-сервером для налаштування моніторингу розроблювальної системи;
- сповіщення серверу про можливу небезпеку для користувача;
- надання веб-серверу всіх даних про алергени;
- надання веб-серверу інтерфейсу для вказування шкідливих мікрочастинок на певній місцевості;
- надання веб-серверу даних в онлайн режимі.

Виходячи з поставлених вимог вдалося розробити структурну та функціональну схеми автоматизованої системи виявлення алергенів у повітрі, в основі яких знаходяться наступні компоненти:

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

— підсистема визначення чистоти повітря на певній місцевості, що дає змогу користувачам дізнатись про наявність алергенів;

— підсистема визначення вологості повітря, яка надає інформацію про вологість повітря;

— блок зв'язку з веб-сервером, що забезпечує передачу даних та отримування налаштувань з веб-сервера;

— підсистема логіки мікроконтролера, що реалізує основну логіку керування всією системою;

— підсистема індикації, призначена для виводу інформації про можливу небезпеку для користувача;

— підсистема визначення GPS координат, що надає дані про місцезнаходження користувача;

— підсистема керування з'єднання телефона з пристроєм для виявлення алергенів для більш зручного користування.

Розглянувши характеристики необхідних компонентів для майбутнього пристрою, сформулювалось рішення в доцільності використання:

— доступного датчика для вимірювання ступеня запиленості або задимленості повітря – GP2Y1010AU0F. Принцип роботи датчика заснований на вимірюванні фотодатчиком ступеня розсіювання інфрачервоного випромінювання світлодіода в вимірюваному середовищі. Вимірювання проводиться в імпульсному режимі, що різко знижує споживаний від джерела живлення струм. Для наших цілей цього датчика достатньо;

— датчику ультрафіолету GUVA-S12SD . Пік чутливості випромінювання даного екземпляру - 240-370нм. Він ідеально підходить для конструкцій, що вимірюють рівень ультрафіолетового випромінювання;

— датчику виявлення вологості повітря DHT22. Модуль датчика вологості DHT22 має додаткову функцію визначення температури повітря, що зробить пристрій більш функціональним;

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

— світлового індикатору LED 1608 (0603) 3V 20mA . Він має можливість світитись трьома кольорами, що зручно для визначення рівня небезпеки навколо користувача. Зелене світло засвічується, коли всі показники в нормі, жовте світло показує перший рівень небезпеки і червоне світло вказує на сильне забруднення повітря;

— датчику GPS координат NEO-7M Міні SM, що дає змогу ділитись показниками якості повітря між користувачами в реальному часі. Дані модулі - відмінне рішення для портативних і автономних систем, яким потрібні інформація про позиціонування і точний час з малим споживанням енергії і компактним виконанням.

— центральним керуючим пристроєм обрано мікроконтролер STM32F103C8T6 із серії ARM Cortex M3, який має досить малий ресурс пам'яті, але низьку вартість та зручність у використанні;

— для зв'язку із сервером через інтернет обрано модуль з мікроконтролером ESP8266 ESP-01 . Він має антену друкованого типу, а також розпаяну мікросхему флеш-пам'яті, що дозволяє використовувати мікроконтролер ESP8266, як окремий незалежний компонент.

На розробленій електричній схемі системи виявлення алергенів у повітрі показано підключення мікроконтролеру – головного керуючого пристрою – до допоміжних пристроїв та датчиків; детально розглянуто архітектуру та алгоритми роботи систем.

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Борисенко А.В. Проблематика громадського здоров'я. ДУ «Вінницький ОЛЦ МОЗ України» . Вінниця, 2012. URL: http://cgz.vn.ua/problematika-gromadskogo-zdorovya/problematika-gromadskogo-zdorovya_455.html
2. Алергія на хімічні речовини. URL: <https://biotus.ua/ua/bolezni1/allergija/allergija-na-himicheskie-veschestva.html>
3. Вайнтрауб М. А. Практикум з охорони праці: практикум. / М. А. Вайнтрауб. – Київ. : ДВНЗ «ПереяславХмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди», 2020. –124 с.
4. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами) (ДСП-201-97). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0201282-97#Text>
5. Фенол, його вплив на організм людини. URL: <http://diagnoz03.in.ua/otruyennya/sho-take-fenol-i-yogo-vpliv-na-organizm-ludini.html>
6. Миронюк А. Аналіз повітря. URL: <https://himanaliz.ua/uk/analiz-povitrya-na-fenol-v-kvartiri/>
7. Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide. Всесвітня організація охорони здоров'я. 13–15 January 2003. с. 48. (процитовано 19 листопада 2011).
8. Забруднення діоксином нітрогену. URL: <http://www.medicineonline.com/news/12/1110/Sids-Linked-to-Nitrogen-Dioxide-Pollution.html>
9. Алергія: КЗОЗ «Харківський міський центр здоров'я». URL: <https://20pol.city.kharkov.ua/alergiya-zajmaye-chetverte-misce-sered-h/>
10. Які бувають алергени, та який пилок в Україні найчастіше викликає алергію: Центр громадського здоров'я України. URL: <https://life.pravda.com.ua/health/2020/09/3/242198/>

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Очишувач повітря Philips серії 1000i. URL: <https://www.philips.ua/c-e/ho/air-purifier-and-air-humidifier/new-air-purifiers-small-rooms>
12. Діагностика алергії. Macro Array Diagnostics / ALEX². MADx Logo ©. 2019. URL: <http://macroarraydx.com.ua/#alex-description>
13. Аналізатор запиленості повітря DT-9880. CEM Instruments. URL: <https://simvolt.ua/analizator-kachestva-vozduha-dt-9880-ua.html/>
14. Air quality detector. OOTDTY №1060. URL: <https://prom.ua/ua/p1126977172-detektor-kachestva-vozduha.html>
15. Пиломір-логер (PM2.5) SR-516A. Walcom. URL: <https://simvolt.ua/pilomr-logger-pm2.5-walcom-sr-516a.html/>
16. Датчик контролю якості повітря. SIA Joom (Latvia). URL: <https://www.joom.com/ru/products/5c9495f336b54d0101e4ceac>
17. Федорів Я. - Е. М., Філіпюк А.Л., Грицько Е.Ю. Загальна фізіотерапія : Навчальний посібник. – К. : Здоров'я, 2004. – 224с.
18. ArduinoUA.URL: <https://arduino.ua/ru/prod690-akkumulyator-turnigy-2200mah-3s-40c-lipo-pack-xt-90>
19. ArduinoUA.URL: <https://arduino.ua/ru/prod2754-batareika-krona-9v-6lr61>
20. ArduinoUa. URL: <https://arduino.ua/ru/prod2752-batareika-krona-9v-6f22>
21. Що ми знаємо про алергени? Доцент кафедри педіатрії та дитячих інфекційних хвороб, к.мед.н., Ортеменко Є.П. URL: <https://www.bsmu.edu.ua/blog/5792-scho-mi-znaemo-pro-alergeniss/> (дата звернення 10.05.2017).
22. Mary E. Shacklett, Transworld Data, Amy Novotny, Senior Managing Editor, Kate Gerwig, Editorial Director. Transmission Control Protocol/Internet Protocol. URL: <https://www.techtarget.com/searchnetworking/definition/TCP-IP>
23. Екологічний норматив якості атмосферного повітря // Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. — Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2013. — 79 с.

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		59

24. Waveshare MQ-135. Датчик Газа . Евоком. URL:
https://evo.net.ua/waveshare-mq-135-datchik-gaz9528/?gclid=CjwKCAjwqauVBhBGEiwAXOepkdEUCY0oO-EbxudafesXWiNbVKEN4nPWNr3Gm-D6PEMxd1c67aevYxoC7S0QAvD_BwE
25. ArduinoUa. URL: <https://arduino.ua/prod2620-modyl-datchika-pili-gp2y1010au0f-ot-waveshare>
26. UV Light Sensor Breakout. Adarfruit. URL:
<https://www.adafruit.com/product/1918#description>
27. TOM.URL: <https://www.tomexpress.org/modul-gps-neo-m8n-mini-sma-ua>
28. Free delivery. URL: <https://freedelivery.com.ua/elektronika-52/chipy-187/chip-stm32f103c8t6-stm32f103-mikrokontroller-3210.html>
29. HobbyTech.URL: <https://hobbytech.com.ua/знакомимся-с-модулем-esp8266/>
30. Комп'ютерні системи реального часу. Зайцев В.Г., . Цибаєв Є.І. 20 с.
31. Jason Fernando. What Is Corporate Social Responsibility (CSR)? URL:
<https://www.investopedia.com/terms/c/corp-social-responsibility.asp>

					ІА82.031БАК.003 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		60

