

Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра кібербезпеки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр
Освітній рівень


Контролер-аналізатор забрудненості атмосферного повітря
Назва теми


КвРКІ.180234.18.02.07 ПЗ
Шифр


Галузь знань 12 «Інформаційні технології»
Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
Шифр, назва

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія»
Назва

Виконав: студент IV курсу, група КІ-18-2  Ю.П. Камнєв
Підпис Ініціали, прізвище

Керівник  5.06.22 В.М. Чешун
Підпис, дата Ініціали, прізвище

Нормоконтролер  08.06.22 С.В. Мостовий
Підпис, дата Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:
Зав. кафедри кібербезпеки та
комп'ютерних систем і мереж


Підпис

Ю.П. Кльоц
Ініціали, прізвище

« 8 » червня 2022 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра КІБЕРБЕЗПЕКИ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма ОСВІТНЯ ПРОГРАМА «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Ю.П.Кльоц



“ 1 ” 03 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Камневу Юрію Павловичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Контролер-аналізатор забрудненості атмосферного повітря

Керівник проекту (роботи) Чешун Віктор Миколайович,

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

кандидат технічних наук, доцент

Затверджена наказом ректора університету від 1.03.2022 № 18 додаток №8

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 28.05.2022

3. Вихідні дані до проекту (роботи) мікроконтролер ATmega 32, датчики з орієнтацією на виявлення хімічних отруюючих забруднювачів атмосферного повітря, LCD-індикатор 4x16, наявність звукової і світлодіодної сигналізації, комутація з ПК через інтерфейс USB

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Дослідження предметної області та постановка задачі; обґрунтування базових положень щодо проєктування контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря; опис схем електричних (структурної, функційної, принципової) проєктованого пристрою; опис алгоритму роботи пристрою

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



Схема електрична структурна (E1)

Схема електрична функційна (E2)

Схема електрична принципова (E3)

Алгоритм роботи (E8)

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання при
Нормоконтроль	Мостовий С. В., ст. викладач кафедри кібербезпеки	-	
Антиплагіат	Мостовий С. В., ст. викладач кафедри кібербезпеки	-	

7. Дата видачі завдання « 01 » 03 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	При
1.	Підготовка вступного розділу	Березень - 1 декада	
2.	Огляд існуючих методів, засобів	Березень - 2 декада	
3.	Обґрунтування обраних рішень	Березень - 3 декада	
4.	Підготовка опису електричних схем	Квітень - 1 декада	
5.	Виконання розрахункової частини	Квітень - 1 декада	
6.	Підготовка ескізів креслень	Квітень - 2 декада	
7.	Формулювання висновків	Квітень - 3 декада	
8.	Розробка додатків	Травень - 1 декада	
9.	Погодження розділів з консультантом з нормоконтролю	Травень - 1 декада	
10.	Оформлення графічного матеріалу	Травень - 2 декада	
11.	Оформлення пояснювальної записки	Травень - 2 декада	
12.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	Травень - 3 декада	
13.	Доопрацювання кваліфікаційної роботи	Травень - 3 декада	
14.	Подання роботи для перевірки на плагіат	Травень - 3 декада	
15.	Захист кваліфікаційної роботи	Червень - 1 декада	

Студент

Керівник проекту (роботи)


Підпис


Підпис

Ю.П. Камнев
Ініціали, прізвище

В.М. Чешун
Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Контролер-аналізатор забрудненості атмосферного повітря».

Автор роботи: Камнєв Юрій Павлович.

Керівник роботи: Чешун Віктор Миколайович.

Пояснювальна записка: 80 с., 36 рис., 1 табл., 2 дод., 23 джерела.

Графічна частина: 6 плакатів.

МІКРОКОНТРОЛЕР, КОНТРОЛЕР-АНАЛІЗАТОР, ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ, ХІМІЧНЕ ЗАБРУДНЕННЯ

В кваліфікаційній роботі виконано розробку контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря.

Контролер-аналізатор забрудненості атмосферного повітря – електронний блок на основі мікроконтролера ATmega32U4, оснащений двома датчиками для виявлення небезпечних забруднень атмосферного повітря, пам'яттю накопичення результатів вимірювань, засобами світлодіодної та звукової тривожної сигналізації, LCD-індикатором, засобами з'єднання з комп'ютером через USB-порт.

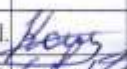

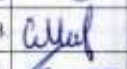

Робота пристрою базується на використанні двох датчиків оцінювання забрудненості атмосферного повітря з виведенням результату на віднімальному принципі, за яким загроза оцінюється на виключенні з числа загальних виявлених забруднювачів таких, що є побутовими забруднювачами і не становлять цільове призначення приладу.


Підпис студента

5.06.22

Дата

№	Формат	Позначення	Найменування	Кількість	№ екз	Примітка
			<u>Текстові документи</u>			
1	A4	КвРКІ.180234.18.02.07 ПЗ	Пояснювальна записка	80		
			<u>Графічні матеріали</u>			
2	A2	КвРКІ.180234.18.02.07 E1	Схема електрична структурна	1		
3	A2	КвРКІ.180234.18.02.07 E2	Схема електрична функціональна	1		
4	A1	КвРКІ.180234.18.02.07 E3	Схема електрична принципова	1		
5	A4	КвРКІ.180234.18.02.07 ПЕЗ	Перелік елементів	1		
6	A1	КвРКІ.180234.18.02.07 E8	Алгоритм роботи	1		
7	A1	КвРКІ.180234.18.02.07	Плата друкована	1		
8	A1	КвРКІ.180234.18.02.07 СК	Складальне креслення	1		

КвРКІ.180234.18.02.07 ВП				
м	Арк	№ докум	Підпис	Дата
розробив		Камінь Ю.П.		5.06.22
перевір.		Чешун В.М.		5.06.22
І.контр.		Мостовий С.В.		01.06.22
Затв.		Кльоні Ю.П.		22.06.22
Контролер-аналізатор забрудненості атмосферного повітря Відомість проекту				
		Літера	Аркуш	Аркушів
		У		1
ХНУ, КІ-18-2				

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	5
1.1 Технології виявлення забрудненості атмосферного повітря.....	5
1.2 Огляд існуючих прототипів і аналогів проєктованого пристрою.....	11
1.3 Дослідження особливостей існуючих схемних рішень	19
1.4 Висновки і постановка задачі	24
2 ОБГРУНТУВАННЯ БАЗОВИХ ПРИНЦИПІВ ПРОЄКТУВАННЯ КОНТРОЛЕРА-АНАЛІЗАТОРА ЗАБРУДНЕНОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ.....	26
2.1 Визначення базових принципів будови і дії контролера-аналізатора	26
2.2 Обґрунтування вибору вимірювальних датчиків.....	33
2.3 Обґрунтування функційних і структурних вимог до пристрою.....	39
2.4 Висновки	42
3 РЕАЛІЗАЦІЯ КОНТРОЛЕРА-АНАЛІЗАТОРА ЗАБРУДНЕНОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ.....	43
3.1 Опис схеми електричної структурної контролера-аналізатора.....	43
3.2 Опис схеми електричної функціональної.....	50
3.3 Опис алгоритму роботи контролера-аналізатора	60
3.4 Опис схеми електричної принципової	65
3.5 Висновки	76
ВИСНОВКИ.....	77
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	78
Додаток А. Лістинг програми прошивки мікроконтролера.....	81
Додаток Б. Копії графічної частини	

					КвРКІ.180234.18.02.07 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Контролер-аналізатор забрудненості атмосферного повітря Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Камінь Ю.П.	<i>Камінь</i>	5.06.22		Н	2	
Перевірив		Чешун В.М.	<i>Чешун</i>	5.06.22				
Н.контр.		Мостовий С.В.	<i>Мостовий</i>	07.06.22				
Затвер.		Кльоц Ю.П.	<i>Кльоц</i>	20.06.22				ХНУ, КІ-18-2

ВСТУП

Атмосферне повітря – життєво важливий людині компонент навколишнього середовища, що постає природною сумішшю газів приземного шару навколишньої атмосфери. Від атмосферного повітря безпосередньо залежить тривалість життя організмів, тому особливий вплив приділяється оцінці чистоти атмосферного повітря та виявленню його забруднювачів.

Забруднення повітря – будь-яка небажана зміна складу навколишньої атмосфери, внаслідок попадання до неї найрізноманітніших речовин внаслідок будь-яких природних процесів або під час діяльності людини.

Нажаль, діяльність людей постає зараз основною причиною забруднення атмосферного повітря. Особливо гостро ця проблема постає в умовах бойових дій, де існує загроза застосування хімічної та інших різновидів зброї.

Міністерство оборони Великої Британії ще на початку війни попередило світову спільноту, що Росія у війні з Україною швидше всього застосує хімічну зброю [1]. При цьому вона підступно може вдатись до виконання операції "під чужим прапором". Злочин з хімічною зброєю може стартувати у формі фейкових інформаційних атак щодо викриття хімічних боєприпасів або українських агентів, які здадуть інформацію про атаку хімічною зброєю з української сторони на москальські війська або ж навіть мирні території.

Застосування хімічної зброї заборонено міжнародною конвенцією [2].

Росія багатократно заявляла, що знищила свої запаси хімічної зброї. Однак використання відмінних нервово-паралітичних речовин російського виробництва «Новічок» під час отруєння Сергія Скрипаля в 2018 році та Олексія Навального в 2020 році свідчить про те, що Росія все ще може мати активну програму хімічної зброї.

Вважається, що Росія використовувала нервово-паралітичні речовини «Новічок» проти ворогів досить часто протягом останніх років, що свідчить, що вона може бути готова використовувати хімічну зброю у війні з нашою

					КвРКІ.180234.18.02.07 ПЗ	Арк.
						3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

державою.

В якості зброї, загалом, можна використовувати будь-яку шкідливу хімічну речовину, яких існує повно. Це різні смертоносні сполуки, розроблені спеціально для використання в бойових умовах агресором, а також це багато сполук, що використовуються в промисловості (хімічні добрива, кислоти та лужні сполуки тощо), які стають шкідливими при неправильному поводженні і витоку в повітря.

Навіть за відсутності хімічної атаки російське вторгнення може створити численні непередбачувані хімічні та радіологічні небезпеки в Україні. Як яскравий приклад, російська діяльність у зоні відчуження Чорнобильської електростанції призвела до порушення радіоактивних відходів і зупинила зусилля з відновлення на місці найгіршої в світі ядерної аварії.

Багато найбільш чутливих промислових об'єктів України розташовані в регіонах інтенсивних бойових дій, де обстріли потенційно можуть забруднювати землю та воду протягом багатьох наступних років і створювати токсичне забруднення повітря.

Відповідно, в умовах наявних ризиків та загроз застосування російськими окупантами хімічної зброї в Україні, виникає потреба оперативного виявлення хімічних забруднювачів і реагування на інцидент навіть за підозри на можливе ураження людей хімічним шкідливим складником зброї. Саме для такого реагування призначений проєктований в роботі контролер-аналізатор забрудненості атмосферного повітря.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці актуального в умовах агресії ворога і можливого застосування хімічної зброї мікроконтролерного пристрою, що ідентифікується як контролер-аналізатор забрудненості атмосферного повітря.

					КВРКІ.180234.18.02.07 ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1 Проблема і технології виявлення забрудненості атмосферного повітря

У перші дні російського вторгнення в Україну з усіх боків звучала риторика щодо застосування хімічної зброї і країни почали формувати свою потенційну відповідь на використання цієї зброї.

Російська пропаганда здавна пропагувала брехливі історії про володіння Україною запасами хімічної та біологічної зброї. Президент США Джо Байден інтерпретував ці історії як «явний знак», що Росія сама прокладає шлях до застосування такої зброї.

Ще на початку війни міністерство оборони Великої Британії попередило світову спільноту, що Росія у війні з Україною швидше всього застосує хімічну зброю. При цьому вона підступно може вдатись до виконання операції "під чужим прапором". Злочин з хімічною зброєю може стартувати у формі фейкових інформаційних атак щодо викриття хімічних боєприпасів або українських агентів, які здадуть інформацію про атаку хімічною зброєю з української сторони на москальські війська або ж навіть мирні території [1].

Вважається, що Росія використовувала нервово-паралітичні речовини «Новічок» проти ворогів досить часто протягом останніх років, що свідчить, що вона може бути готова використовувати хімічну зброю у війні з нашою державою [3].

Яке б виправдання не придумав ворог, ризик хімічних атак на Україну надзвичайно великий. Це може бути як безпосереднє застосування хімічної зброї, так і спричинення екологічної катастрофи через пошкодження місць зберігання шкідливих хімічних речовин мирного призначення.

11 квітня з обложеного Маріуполя вже надійшло перше, поки офіційно

					КВРКІ.180234.18.02.07 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

не підтверджене, повідомлення про застосування російськими окупантами хімічної зброї в Україні [4].

Інший факт [5] – члени підрозділу Національної гвардії Азов надали інформацію, що їх бійці зазнали ураження від білого диму з пристрою, скинутого російським безпілотним апаратом. Бійці повідомили, що ураження від білого диму в результаті інциденту на металургійному заводі Азовсталь включали пошкодження шкіри та легенів бійців та населення, але не загрожували життю.

На думку експертів, цей білий дим міг бути і хімічною зброєю. Багато активних складових хімічної зброї атакують саме шкіру та слизові оболонки тіла людини - очі, ніс і рот. Повідомлені симптоми узгоджуються з впливом парів великої кількості хімічних подразників.

Традиційно, хімічна зброя дуже часто постачається у вигляді скинутих боеприпасів, які розсіюють димові аерозолі або ж випари. З іншої сторони, на заводі Азовсталь було розміщено багато промислових хімікатів, які могли ненавмисно вивільнитися в активній битві.

Звіти очевидців недостатньо конкретні, щоб відкидати ці можливості або віднести інцидент до якогось одного класу бойового хімічного агента.

Повідомлення були сприйняті серйозно світовою спільнотою, оголошено офіційне розслідування, а Організація із заборони хімічної зброї взяла ситуацію на контроль. Однак, на сьогодні немає вагомих доказів на підтримку заяв з Маріуполя і Азовсталі зокрема. Виявлення фактів застосування хімічної зброї і розслідування заяв про використання хімічної зброї часто є складним завданням. Медичні записи та біологічні зразки можуть допомогти у визначенні природи хімічного агента. В ідеалі можна було б отримати зразки цих зазвичай короткочасних хімічних речовин з поля бою, але без міжнародних інспекторів на місцях в Україні така можливість здається мало ймовірною.

І все ж, відсутність підтверджень застосування хімічної зброї не

					КвРКІ.180234.18.02.07 ПЗ	Арк. 6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зменшує наявних ризиків та загроз застосування російськими окупантами такої зброї в Україні.

Відповідно, в умовах наявних ризиків та загроз застосування російськими окупантами хімічної зброї в Україні, виникає потреба оперативного виявлення хімічних забруднювачів і реагування на інцидент навіть за підозри на можливе ураження людей хімічним шкідливим складником зброї. Саме для такого реагування призначений проєктований в роботі контролер-аналізатор забрудненості атмосферного повітря.

Для виконання завдання проєктування контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря першочергово треба уточнити суть загрози від хімічної зброї і технології виявлення забрудненості атмосферного повітря цією зброєю або ж мирною хімією при її витоку в повітря внаслідок збройних влучань або техногенних аварій.

В якості зброї, загалом, можна використовувати будь-яку шкідливу хімічну речовину, яких існує повно. Це різні смертоносні сполуки, розроблені спеціально для використання в бойових умовах агресором, а також це багато сполук, що використовуються в промисловості (хімічні добрива, кислоти та лужні сполуки тощо), які стають шкідливими при неправильному поводженні і витоку в повітря.

Через невибірковий характер дії на людей (не тільки військові підрозділи, але й мирні люди, діти тощо) використання будь-яких хімічних агентів у війні міжнародно заборонене. Однак контролювати виробництво та розповсюдження хімічних речовин подвійного призначення (наприклад, хлору) та засобів боротьби з заворушеннями, таких як сльозогінний газ тощо, набагато важче, ніж регулювання спеціальної хімічної зброї, такої як зарин та інші нервово-паралітичні речовини. Важко продемонструвати, що такий хімікат подвійного призначення був призначений саме для використання як зброї.

Застосування хімічної зброї заборонено міжнародною конвенцією. Російська преса багатократно заявляла, що знищила свої запаси хімічної зброї.

					КВРКІ.180234.18.02.07 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Однак використання відмінних нервово-паралітичних речовин російського виробництва «Новічок» під час отруєння Сергія Скрипаля в 2018 році та Олексія Навального в 2020 році свідчить про те, що Росія все ще може мати активну програму хімічної зброї.

Ці інциденти, а також використання анестезуючого газу, подібного до фентанілу, під час кризи із заручниками в Московському театрі в 2002 році також демонструють нехтування Росією міжнародними наслідками від використання бойових хімічних речовин.

Навіть за відсутності хімічної атаки російське вторгнення може створити численні непередбачувані хімічні та радіологічні небезпеки в Україні. Як яскравий приклад, російська діяльність у зоні відчуження Чорнобильської електростанції призвела до порушення радіоактивних відходів і зупинила зусилля з відновлення на місці найгіршої в світі ядерної аварії.

Багато найбільш чутливих промислових об'єктів України розташовані в регіонах інтенсивних бойових дій, де обстріли потенційно можуть забруднювати землю та воду протягом багатьох наступних років і створювати токсичне забруднення повітря.

Забруднення повітря [6] – будь-яка небажана зміна складу навколишньої атмосфери, внаслідок попадання до неї найрізноманітніших речовин внаслідок будь-яких природних процесів або під час діяльності людини. До різновидів біологічного забруднення атмосферного повітря відноситься забруднення різним мікробним середовищем. Наприклад, до різновидів біологічного забруднення відноситься атмосферного повітря можна віднести забруднення вегетативними формами та спорами бактерій, спорами грибів, вірусами, токсинами та продуктами природньої життєдіяльності живих істот.

До різновидів антропогенного забруднення відноситься забруднення, зумовлене діяльністю людства. До різновидів антропогенного забруднення відноситься робота теплових електростанцій, що викидають в атмосферу величезну кількість різних домішок.

					КВРКІ.180234.18.02.07 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Забруднення класифікуються за джерелом забруднення [6]:

- природні – це виверження вулканів, лісові пожежі тощо;
- штучні – промислові підприємства, транспорт, побутові відходи, результати застосування зброї тощо.

В наш час існує велика кількість різноманітних методів та технологій контролю та визначення забруднення атмосферного повітря:

- біоіндикаційні;
- фізико-хімічні;
- технологія визначення за забрудненням повітрям снігу;
- експрес-технології визначення в повітрі концентрацій вуглекислого та сірчистого газів тощо.

Біоіндикаційні методи – це технології визначення забруднення атмосферного повітря, засновані на спостереженні за складом, чисельністю та станом різноманітних видів-індикаторів. Технології з біоіндикації визначення забруднення атмосферного повітря, більшістю, засновані на спостереженні реакцій рослин, які називають дендроіндикацією (або ж фітоіндикацією). Інколи індикаторами забруднення атмосферного повітря є лишайники (ліхенофлори) та мхи (бріофлори).

Біоіндикація може фіксувати забруднення атмосферного повітря, але не пояснити, чим воно обумовлено.

Найбільш ефективна оцінка і визначення забруднення атмосферного повітря – з використанням фізико-хімічних технік.

Фізико-хімічні способи – технології визначення забруднення атмосферного повітря, засновані на залежності фізичних властивостей речовин від їх природи. Тут аналітичний сигнал є величиною фізичної властивості, яка пов'язана функціонально з концентрацією або масою компонента, що зумовлює забруднення атмосферного повітря.

Найбільш поширені фізико-хімічні способи визначення забруднення атмосферного повітря:

- абсорбційний спектральний аналіз;
- полум'яно-іонізаційний аналіз;
- флуоресцентний аналіз;
- хемілюмінесцентний аналіз;
- електрохімічний аналіз;
- радіометричний аналіз;
- полум'яно-фотометричний аналіз;
- гравіметричний спосіб тощо.

Абсорбційний спосіб спектрального аналізу газів заснований на виборчому поглинанні речовиною частини електромагнітного випромінювання, що проходить через них, використовується для оцінки концентрації чадного газу.

Спосіб ультрафіолетової флуоресценції застосовується у приладах контролю оксиду сірки та сірководню.

Полум'яно-іонізаційний спосіб застосовується для визначення забруднення атмосферного повітря з вимірюванням сумарної концентрації різноманітних вуглеводнів.

Сніговий покрив надає низку властивостей, що роблять його зручним індикатором визначення забруднення атмосферного повітря і подальшого забруднення ґрунту. Що ближче джерело забруднення, тим більше в пробі снігу буде важких металів, пилу тощо.

Способи визначення забруднення атмосферного повітря домішками вуглекислого газу класифікують як об'ємні способи, де вміст вуглекислого газу визначається з допомогою газоаналізаторів Холдена, Кудрявцева і Калмико тощо.

Титрометричні технології виявлення забрудненості атмосферного повітря Суботіна-Нагорського та Гесса працюють наступним чином. Титрованим розчином їдкого барію з певного обсягу досліджуваного повітря поглинається вуглекислий газ. За різницею титрів розчину барію до та після

					КВРКІ.180234.18.02.07 ПЗ	Арк. 10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поглинання визначають кількість вуглекислого газу.

Порівняльний спосіб Прохорова базується на нейтралізації нашатирного спирту вуглекислим газом атмосферного повітря.

Існує спосіб визначення сірчистого газу в атмосферному повітрі на взаємодії цього газу з фуксінформальдегідним реактивом у кислому середовищі. В наслідку з'являється фіолетове забарвлення контролера, за інтенсивністю якого оцінюють вміст сірчистого газу.

Існує ще багато способів, методів і технологій виявлення забрудненості атмосферного повітря, але нас найбільше цікавить технічна реалізація контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря, тому перейдемо до аналізу прототипів і аналогів проєктованого контролера.

1.2 Огляд існуючих прототипів і аналогів проєктованого контролера

Сучасні контролери та аналізатори забруднення атмосферного повітря - багатофункціональні і досить точні прилади. Вони здатні вразити своїм дизайном, зручністю та простотою використання. Вони мають інтелектуальні програмні рішення, індикаторні екрани, якісні датчики, які забезпечують високу точність визначення забруднення атмосферного повітря.

Всі контролери та аналізатори забруднення атмосферного повітря класифікуються за характеристиками:

- конструктивні особливості;
- функціональні можливості (за ними газосигналізатори класифікуються на різновиди: індикатори, сигналізатори, аналізатори);
- кількість вимірюваних параметрів (за ними прилади класифікуються на спеціалізовані, універсальні);
- призначення (одні прилади застосовуються для забезпечення безпеки робіт, інші газосигналізатори - для контролю виробничих процесів, екологічних

					КвРКІ.180234.18.02.07 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

та технологічних нормативів, для виявлення забруднень тощо).

Сучасні електронні газосигналізатори, контролери та аналізатори визначення забруднення атмосферного повітря – інноваційні, надійні, функціональні і прості в експлуатації прилади.

Дослідимо деякі типові прототипи і аналоги проєктованого контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря.

Монітор-аналізатор якості повітря CNV JSM-131 [7] представлено на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Монітор-аналізатор якості повітря CNV JSM-131

Монітор-аналізатор якості повітря CNV JSM-131 оснащено системою вимірювань з п'яти датчиків, екраном, автономним живленням від батарейок (система живлення від літієвої батареї, яка перезаряджається).

Монітор-аналізатор якості повітря CNV JSM-131 виявляє такі забрудненості атмосферного повітря:

- формальдегід (HCHO);

- вуглекислий газ (CO₂);
- летючі органічні речовини (TVOC).

Монітор-аналізатор якості повітря CNV JSM-131 дозволяє з легкістю робити вимірювання на території, щоб отримати аналіз якості повітря в будинку, цеху, на робочому місці, в дитячому садку або на будь яких територіях і в будь-якому місці.

Монітор-аналізатор якості повітря CNV JSM-131 є важливим приладом при проведенні вимірювань випарів хімічних сполук побутових інструментів безпосередньо або при використанні (щоб визначити аномальну кількість вивільнення токсинів).

Монітор-аналізатор якості повітря CNV JSM-131 реалізує інтелектуальне виявлення різноманітних типів газу. Монітором-аналізатором якості повітря CNV JSM-131 можуть бути виявлені більшість побутових газів. Вимірювання відображається CNV JSM-131 на екрані високої чіткості з підсвіткою.

Для більш точного визначення забрудненості атмосферного повітря монітором-аналізатором якості повітря CNV JSM-131 використовується технологія виявлення повітряного потоку.

Прилад CNV JSM-131 виявляє та відстежує проблеми забрудненості атмосферного повітря у будь-який час, CNV JSM-131 має тривалий час економної роботи в режимі очікування.

Контролер-аналізатор якості повітря Vlatn BR-smart-126s [8] (рис. 1.2) – переносний (ручний) детектор, який відразу відображає кілька параметрів: вимірювання частинок PM1.0, PM2.5 та PM10 у повітрі (лазерний датчик), газоаналізатор НСНО (формальдегід), виявлення летючих речовин (ЛОС/VOC), датчик газу CO₂. Є можливість експорту результатів на карту MicroSD. Вбудований акумулятор 2200мАч. Є модифікації 4-в-1 та 6-в-1.

					КВРКІ.180234.18.02.07 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.2 – Контролер-аналізатор якості повітря Vlatn BR-smart-126s

Vlatn BR-smart-126s (серія Smart) – це інструмент моніторингу якості повітря в реальному часі, який використовується для визначення якості повітря.

Vlatn BR-smart-126s використовує високоточний датчик та перетворює концентрацію забруднювачів у повітрі безпосередньо в зрозумілі дані. Помилка дрейфу датчика Vlatn BR-smart-126s є найнижчою в галузі, завдяки запатентованому алгоритму можна в підсумку точно розрізнити тверді частинки на рівні до частинок вірусу.

Vlatn BR-smart-126s може виявляти різноманітні забруднювачі, включаючи пилові частки PM2,5, PM10, формальдегід, VOCS, CO2 тощо.

Vlatn BR-smart-126s забезпечує професійну взаємодію людино-машинного інтерфейсу, точне відображення кривої зміни даних, функцію зовнішньої пам'яті TF, підтримку карти 8G TF, чіткого контролю повітря і

потужніші можливості зберігання даних.

Особливості Характеристики Vlatn BR-smart-126s:

- найбільш чутливий високоточний лазерний датчик, роздільна здатність частинок 0,25 мкг/м³;
- високоточний датчик формальдегіду, точна роздільна здатність 0,01 мг/м³ вільних молекул формальдегіду;
- патентний алгоритм у співпраці з СМА;
- високоефективний датчик ЛОС, імпортований з FIGARO.

Характеристики Vlatn BR-smart-126s:

- 2,4-дюймовий великий екран, низькозернистий, високий піксель, великий візуальний діапазон;
- активна інтерактивна система повітря, безшумний вентилятор, низький рівень шуму, довгий термін служби;
- відбір проб працює більше 10 годин;
- тривалий режим очікування до 30 днів без зарядки;
- формована точна крива даних, що відображує тенденції зміни повітря з першого погляду.
- розширення зовнішньої карти пам'яті TF, може зберігати до 10 000 записів.

Vlatn BR-smart-126s використовує такі методи вимірювання:

- виявлення PM1.0, PM2.5, PM10: автоматичний метод вимірювання світлорозсіювання;
- виявлення формальдегіду: автоматичний метод вимірювання електрохімічним датчиком;
- виявлення CO2: автоматичний метод вимірювання NDIR;
- виявлення ЛОС: автоматичний тест напівпровідникового датчика.

WT8801 [9] – вимірювач концентрації горючих газів, виробництва компанії Wintact, зображено на рисунку 1.3.

					КВРКІ.180234.18.02.07 ПЗ	Арк. 15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

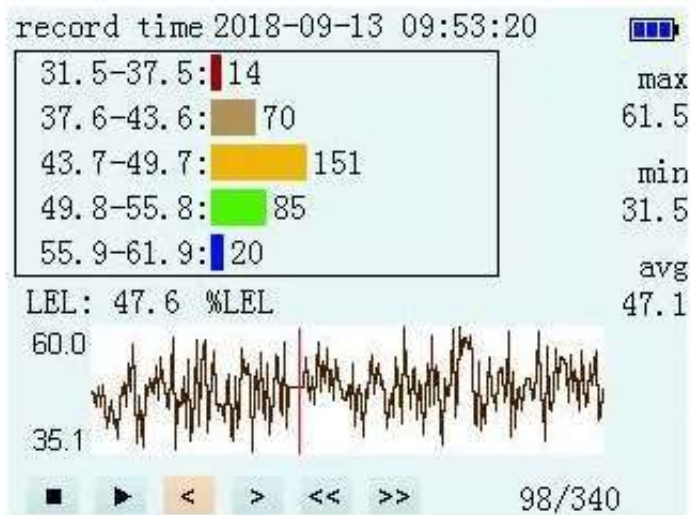


Рисунок 1.3 – Вимірювач концентрації горючих газів WT8801

Вимірювач концентрації горючих газів WT8801 має високоякісний газовий датчик. Цей датчик гарантує високу чутливість, точність та повторюваність вимірювань.

Відповідність стандартам (сертифікованість) WT8801:

– GB3836.1-2010 Вибухонебезпечні середовища. Частина 1. Загальні вимоги до устаткування.

– GB3836.4-2010 Вибухонебезпечні середовища. Частина 4. Устаткування з іскробезпечним захистом.

– GB15322.3-2003 Переносні детектори горючих газів, частина 3: Переносні детектори горючих газів з діапазоном вимірювання (0 ~ 100)% LEL.

– JJG693-2011 Стандарти перевірки для сигналізації виявлення горючих газів.

Особливості детектора горючих газів WT8801:

- кольоровий дисплей, дружній інтерфейс користувача;
- сигналізація небезпечних рівнів: звукова, світлова, вібро;

– обсяг пам'яті 120 тис. записів.

Контролер–тестер повітря JSM-131 [10] (рис. 1.4) – багатотестерний прилад для вимірювання першочергово формальдегіду, але з можливістю інших вимірювань.



Рисунок 1.4 – Багатофункціональний тестер якості повітря JSM-131

Багатофункціональний тестер JSM-131 можна використовувати для вимірювання концентрації PM_{2,5}, формальдегіду та вуглекислого газу. Багатофункціональний тестер JSM-131 виявляти HCHO / TVOC / CO₂ / PM₁₀

Багатофункціональний тестер JSM-131 має великий кольоровий LCD-дисплей з широким кутом огляду. Результати кожного тесту добре видно.

Багатофункціональний тестер JSM-131 забезпечує виявлення забруднювачів в режимі реального часу, а також локальні вимірювання якості атмосферного повітря в режимі реального часу для запобігання респіраторним захворюванням і моніторинг газу. Якщо забруднення перевищує стандарт шкідливих речовин, буде активізована відповідна область відображення.

Багатофункціональний тестер JSM-131 – це висока точність вимірювань і широкий діапазон застосування. Багатофункціональний тестер JSM-131 використовує сучасні мікросхеми для забезпечення високої точності вимірювань. Можна використовувати в багатьох місцях, таких як школа, фабрика, готель, будинок, лабораторія, офіс, конференц-зал, лікарня, ресторан, аеропорт тощо.

Багатофункціональний тестер JSM-131 має акумулятор високої ємності 2000 мА/г, тому прилад можна використовувати протягом тривалого часу. Підтримується заряджання через інтерфейс USB протягом 4 годин і активне використання 6 годин. Крім того, експлуатація багатофункціонального тестера JSM-131 проста для розуміння і зручна для новачків.

Безпроводовий монітор якості повітря JQ-200/JQ-300 [11] (рис. 1.5) – простий та практичний бездротовий монітор якості повітря з вимірюванням параметрів вмісту формальдегіду, летючих речовин) та вуглекислого газу CO₂. Версія JQ-300 відрізняється наявністю додаткового детектора частинок пилу.



Рисунок 1.5 – Безпроводовий монітор якості повітря JQ-200/JQ-300

Безпроводовий монітор якості повітря JQ-200/JQ-300 анонсується як дуже точний, ефективний і практичний детектор забруднень атмосферного повітря.

Джерело живлення – інтерфейс USB, розглядається як безпечне та надійне, що забезпечує тривалий моніторинг без перерв. Іншого живлення прилад не має – це недолік.

Підходить для автомобіля, дому, офісу та інших застосувань з відповідними джерелами живлення (може бути зарядний пристрій з інтерфейсом USB).

1.3 Дослідження особливостей існуючих схемних рішень

Оскільки розгляд описів прототипів і аналогів проєктованого контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря не дозволяє створити достатнього представлення про їх схемотехнічну реалізацію, в роботі потрібно провести дослідження особливостей існуючих схемних рішень прототипів і аналогів проєктованого контролера-аналізатора забрудненості атмосферного.

В [12] описується схема сигналізатора витоку горючих газів на мікроконтролері ATmega168PA (рис. 1.6).

Основа сигналізатора на мікроконтролері ATmega168PA –процесорний модуль ProMini ATmega168PA [13], що є копією модуля Arduino ProMini.

Мікроконтролер сигналізатора витоку горючих газів отримує інформацію про загазованість приміщення з модуля датчика MQ-2. MQ-2 чутливий до газів (метан, пропан, бутан, водень, дим тощо) і дозволяє приблизно оцінити концентрацію цих речовин в атмосферному повітрі. Модуль датчика MQ-2 споживає струм 150 мА при напрузі живлення 5В. Майже весь струм йде на нагрівач, що розігріває датчик до робочої температури. Вона

більше 45 °С, тому розігрів датчика займає кілька десятків секунд. Довіряти показанням датчика можна лише після того, як температура стабілізується. Якщо датчик MQ-2 тривалий час був в неробочому стані, то для відновлення його чутливості доведеться прогрівати його цілу добу.

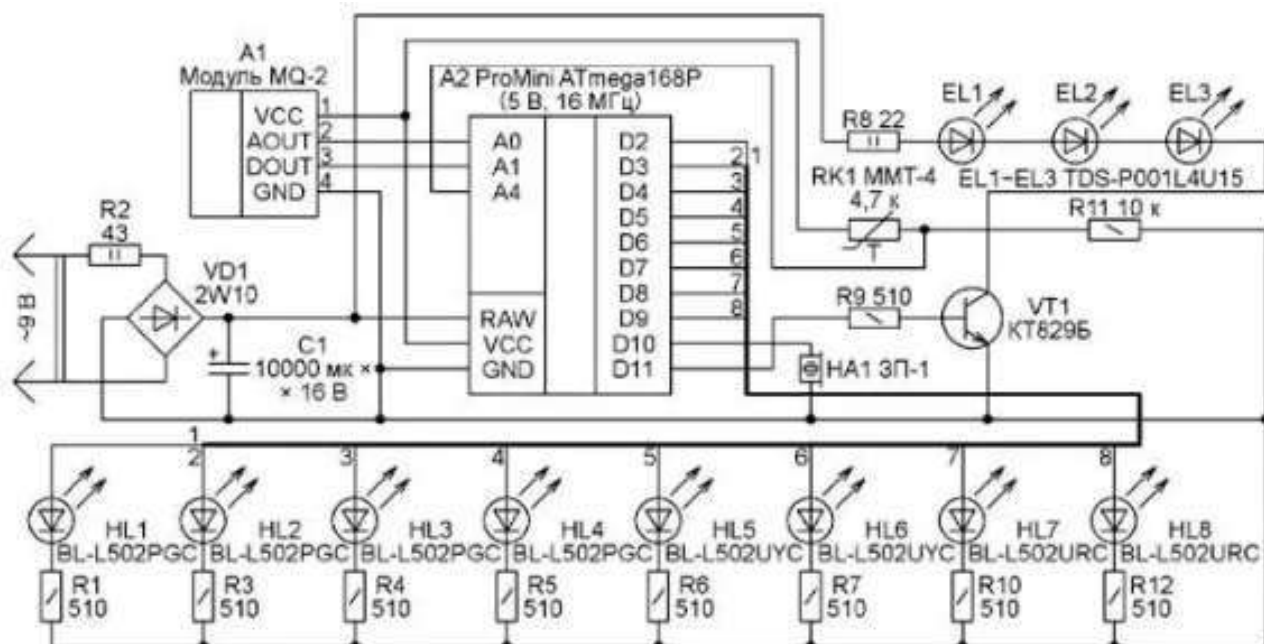


Рисунок 1.6 – Електрична принципова схема сигналізатора витoku горючих газів на мікроконтролері ATmega168PA

Щоб підвищити якість роботи сигналізатора витoku горючих газів на мікроконтролері ATmega168PA, ним аналізується стан аналогового і цифрового виходів модуля датчика. Аналоговий вихід модуля датчика підключений до аналогового входу мікроконтролера ATmega168PA, цифровий вихід модуля датчика підключений до входу A1 мікроконтролера ATmega168PA – контакт номер 15.

Крім датчика забрудненості атмосферного повітря, сигналізатор витoku горючих газів на мікроконтролері ATmega168PA оснащено датчиком температури – це дільник напруги, утворений резисторами RK1 (терморезистор) і R11. Вихід цього датчика температури підключений до аналогового входу мікроконтролера ATmega168PA. Це дозволяє формувати

сигнал тривоги не лише за забрудненості атмосферного повітря, але й у разі надмірного нагріву повітря. Це відбувається за температури вище 60-70 градусів, що свідчить про наявність потужного джерела тепла близько пристрою.

Сигнал тривоги видає п'єзовипромінювач звуку HA1, підключений до виходу D10 ATmega168PA.

У сигналізатора витоку горючих газів на мікроконтролері ATmega168PA є індикатор загазованості з світлодіодів HL2-HL8 і послідовно включених резисторів:

- світлодіод HL1 служить індикатором наявності напруги живлення;
- світлодіоди HL2-HL4 зелені – свідчать, що небезпеки немає;
- світлодіоди HL5–HL6 жовті – свідчать, що рівень небезпеки низький;
- світлодіоди HL7–HL8 червоні – свідчать, що рівень небезпеки високий.

Кожен наступний світлодіод сигналізатор витоку горючих газів на мікроконтролері ATmega168PA включає після підвищення напруги на виході аналогового датчика загазованості приблизно 0,5В. Оскільки у темний час неможливо побачити, на що зреагував датчик сигналізатора витоку горючих газів на мікроконтролері ATmega168PA, це вирішує вбудований освітлювач на яскравих світлодіодах на 1 Вт EL1-EL3, струм світлодіодів EL1-EL3 обмежується резистором R8. керує світлодіодами EL1-EL3 транзистор VT1, база якого через резистор R9 з'єднана з виходом мікроконтролера ATmega168PA.

В [14] описується схема і робота сигналізатора диму на Arduino та датчику газу MQ2 (рис. 1.7).

У схемі сигналізатора диму на Arduino використано датчик газу MQ2. Датчик газу MQ2 орієнтований на контроль диму в повітрі. Вихід цього датчика детектора диму приєднано до аналогового входу A0 плати Arduino.

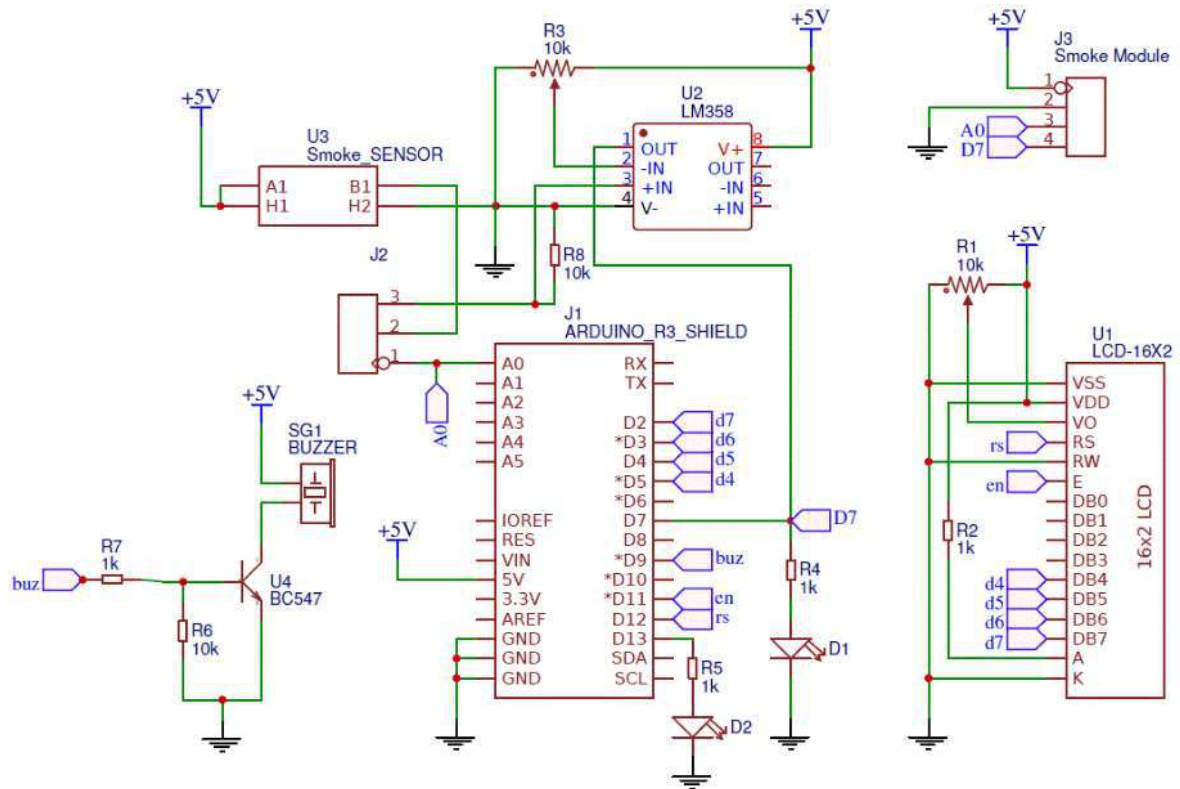


Рисунок 1.7 – Електрична принципова схема сигналізатора диму на Arduino

LCD-дисплей (16x2) використовується для відображення в одиницях PPM результатів вимірювання кількості диму в повітрі

Мікросхема LM358 забезпечує перетворення аналогового значення з виходу датчика газу в цифрове.

Зумер – це сигналізація сигналізатора диму на Arduino, яка спрацьовує за умов, що вміст диму в повітрі більше 10^3 PPM.

У схемі є компаратор порівняння вихідної напруги датчика диму з пороговим значенням напруги (наперед визначеним і встановленим), вихід компаратора сигналізатора диму на Arduino детектора диму на Arduino та датчику газу MQ2 приєднаний до контакту D7 плати Arduino. Зуммер сигналізації детектора диму на Arduino підключено до контакту D9 плати Arduino.

В [15] описується схема вимірювача забрудненості атмосферного повітря на DHT22, BMP180 та MG135. (рис. 1.8).

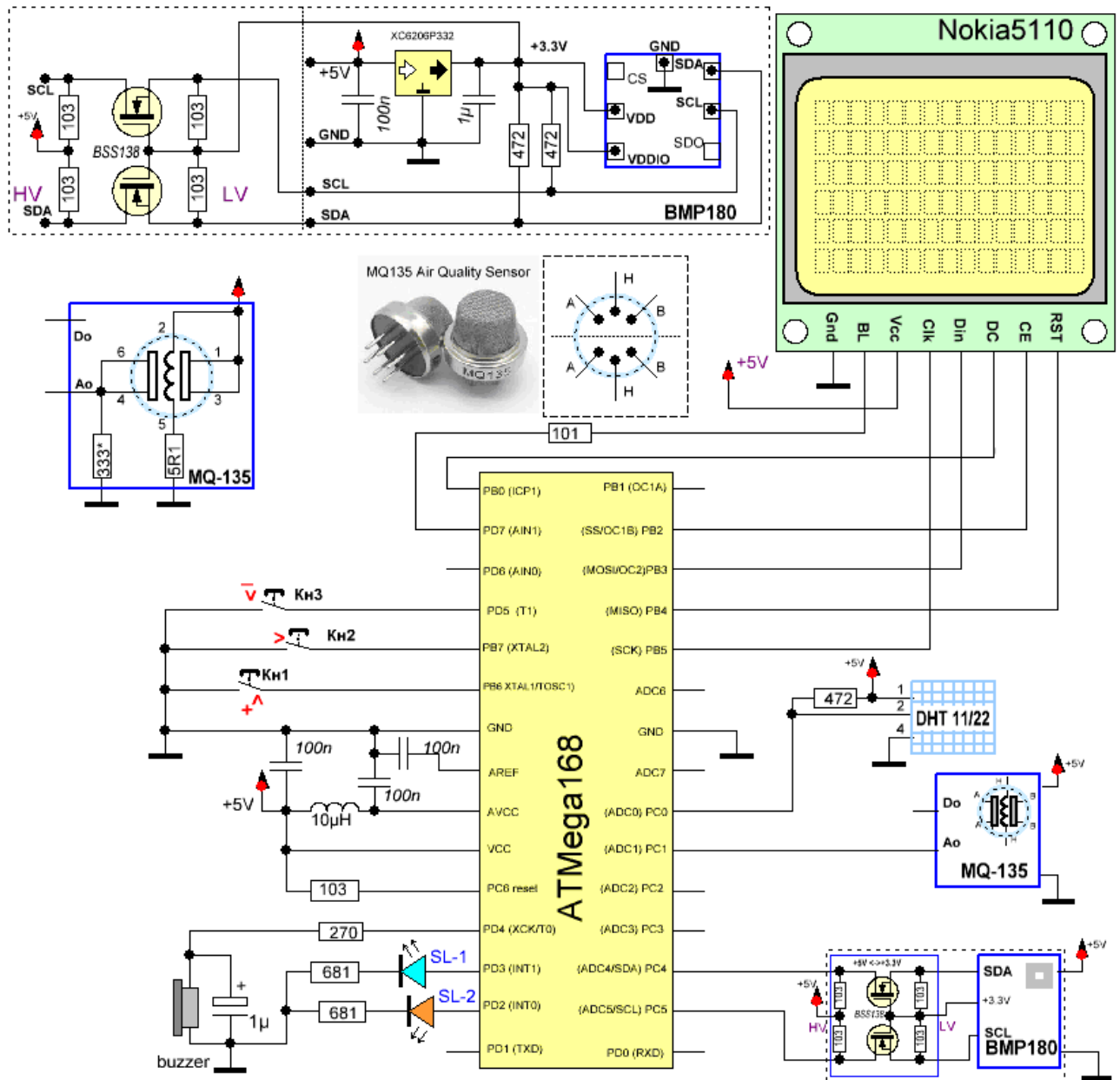


Рисунок 1.8 – Електрична принципова схема вимірювача забрудненості атмосферного повітря на DHT22, BMP180 та MG135

Схема вимірювача забрудненості атмосферного повітря на DHT22, BMP180 та MG135 призначена для оцінки температурного режиму та оцінки якості атмосферного повітря в приміщенні.

Датчик DHT22 – цифровий датчик температури та вологості підвищеної точності. Датчик DHT22 має заводське калібрування, характеризується низьким енергоспоживанням.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

Датчик BMP180 – це барометр, датчик атмосферного тиску з функцією вимірювання температури.

Датчик MQ-135 реагує на наявність у атмосферному повітрі окису вуглецю, вуглекислого газу, аміаку, випарів спирту та бензину, метану та інших горючих газів, реагує і на дим. MQ-135 не з недорогих, він призначений для систем контролю якості повітря, для систем керування вентиляцією. Датчик MQ-135 поширено випускається також як модуль для Ардуїно.

В завершення відзначу, що в даному розділі описані далеко не всі розглянуто схемні рішення аналогів і асоційованих пристроїв щодо контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря. Оскільки подібних рішень є багато, мною для деталізованого розгляду були обрані лише ті, що мають цінність для прийняття рішень і постановки задачі проектування контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря.

1.5 Висновки і постановка задачі

В першому розділі кваліфікаційної роботи проведено дослідження контролерів-аналізаторів забрудненості атмосферного повітря як цільового об'єкта проектування і предметної області даної роботи, в ході якого виконані етапи:

- здійснено аналіз технологій виявлення забрудненості атмосферного повітря;
- виконано огляд існуючих прототипів і аналогів проєктованого пристрою;
- реалізоване дослідження особливостей існуючих схемних рішень контролерів-аналізаторів забрудненості атмосферного повітря та асоційованих за призначенням систем.

Одержані в ході дослідження контролерів-аналізаторів забрудненості

атмосферного повітря результати свідчать, що проєктований пристрій має бути ефективним засобом локалізації забруднювачів атмосферного повітря навіть у відносно невеликих концентраціях, щоб завчасно визначити і спрогнозувати виникнення загрози здоров'ю людини.

Виходячи з основного призначення та передумов, пристрій повинен бути орієнтований на розрізнення умовно нешкідливих побутових забруднювачів повітря і надзвичайно небезпечних речовин хімічного походження, що можуть бути ознакою застосування ворогом хімічної зброї або ураження сховищ хімічних речовин мирного призначення, які при вивільненні мають дію ураження на здоров'я людини, аналогічну або подібну застосуванню хімічної зброї.

					КВРКІ.180234.18.02.07 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

2 ОБГРУНТУВАННЯ БАЗОВИХ ПРИНЦИПІВ ПРОЄКТУВАННЯ КОНТРОЛЕРА-АНАЛІЗАТОРА ЗАБРУДНЕНОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

2.1 Визначення базових принципів будови і дії контролера-аналізатора

Проведене в попередньому розділі дослідження контролерів-аналізаторів забрудненості атмосферного повітря як цільового об'єкта проєктування і предметної області даної кваліфікаційної роботи дозволило виконати постановку задачі даної роботи, що передбачає розробку технічної документації на пристрій, який має бути ефективним засобом локалізації забруднювачів атмосферного повітря навіть у відносно невеликих концентраціях, щоб завчасно визначити і спрогнозувати виникнення загрози здоров'ю людини.

Аналіз технологій виявлення забрудненості атмосферного повітря, огляд існуючих прототипів і аналогів проєктованого пристрою, а також дослідження особливостей існуючих схемних рішень дозволили визначити їх недоліки та переваги, що є основою для визначення базових принципів будови і дії контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря з подальшим вибором і обґрунтуванням проєктних рішень.

Першочергово з проведеного в попередньому розділі аналізу відзначимо, що контролер-аналізатор забрудненості атмосферного повітря відноситься до класу контрольно-вимірювальних пристроїв, робота яких базується на застосуванні датчиків.

З огляду існуючих прототипів і аналогів проєктованого пристрою та дослідження особливостей існуючих схемних рішень слідує висновок, що подібні до контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря системи, залежно від призначення і ідеології використовують один або декілька датчиків.

					КвРКІ.180234.18.02.07 ПЗ	Арк. 26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Один датчик використовують системи обмеженого застосування або ж системи, які використовують більш функціональні датчики на виявлення, а не на розрізнення забруднювачів повітря.

Декілька датчиків використовують системи, які є більш функціональними в напрямку виявлення і розрізнення забруднювачів атмосферного повітря. Такі системи працюють більш точно, дають кращі результати за аналізованими забруднювачами атмосферного повітря, але не призначені для виявлення альтернативних забруднювачів. Загальну ефективність системи з множиною датчиків можна охарактеризувати як сумарну ефективність сукупності використаних датчиків.

Стосовно проєктованого контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря слід відзначити, що для його призначення доцільно виявляти і реагувати саме на найбільшу кількість забруднювачів атмосферного повітря, що можуть загрожувати здоров'ю людини. Як правило, класифікацією виявлених внаслідок застосування хімічної зброї забруднювачів і виявленням степені зараження займаються фахові лабораторії з множиною спеціалізованого обладнання, при чому тривалість дослідів подібного призначення може затягуватись на місяці і навіть на роки. Тому власти подібний функціонал до портативного контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря неможливо, а також і недоцільно. Пристрою потрібно виявити оперативно забруднювач атмосферного повітря, що може бути принципово небезпечний для живих істот, та надати сигнали тривоги користувачу. А детальніший аналіз має проводитись вже апостеріорно на основі взятих проб лабораторіями з колективами експертів, як це було після повідомлень про застосування хімічної зброї в Сирії, Маріуполі і на заводі Азовсталь.

Нажаль, доступу до спеціалізованих датчиків військового призначення та до інформації про них при проєктуванні контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря немає, тому проєктні рішення будемо приймати на основі доступних датчиків.

					КВРКІ.180234.18.02.07 ПЗ	Арк. 27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виходячи з цього, застосований датчик або датчики повинні бути орієнтовані на виявлення максимальної кількості небезпечних забруднювачів атмосферного повітря.

З іншої сторони, як показує огляд багатофункціональних датчиків, вони реагують на найрізноманітніші забруднювачі, включно із звичайними побутовими: випари різновидів алкоголю (спирту), дим (від цигарок тощо), випари порчених продуктів (харчові відходи тощо) та інше. Зрозуміло, що піднімати тривогу з приводу підозри на ураження хімічною зброєю за наявності подібних забруднювачів недоцільно, а тому проєктований контролер-аналізатор забрудненості атмосферного повітря повинен, по можливості, розрізняти умовно нешкідливих побутових забруднювачів атмосферного повітря побутового походження і надзвичайно небезпечних речовин хімічного походження (наслідку застосування ворогом хімічної зброї або ураження сховищ хімічних речовин мирного призначення, які при вивільненні діють аналогічно або подібно застосуванню хімічної зброї).

Для вирішення останнього завдання в складі контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря доцільно реалізувати підсистему виявлення забруднень повітря побутовими забруднювачами, що не становлять цільове призначення приладу.

Таким чином, робота контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря має базуватися не на традиційному накопичувальному принципі роботи датчиків, а на своєрідному віднімальному принципі, за яким загроза буде оцінюватись на виключенні з числа загальних виявлених забруднювачів таких, що є побутовими забруднювачами і не становлять цільове призначення приладу.

З попереднього розділу можна зробити висновки, що до позитивних сторін, які відзначають виробники як перевагу своїх пристроїв, слід віднести ряд функцій та схемних рішень, які доцільно врахувати на етапі визначення базових принципів будови і дії контролера-аналізатора забрудненості

атмосферного повітря:

- наявність пам'яті накопичення результатів вимірювань для подальшого аналізу або статистичної обробки;

- можливість підключення до комп'ютера (ноутбука тощо) для зчитування і статистичної обробки накопичених результатів вимірювань, збільшення функціональності контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря, оперативної взаємодії та більш ефективного системного спрацьовування (ресурси комп'ютера та його доступ до комп'ютерних мереж та інших систем зробить наш контролер-аналізатор забрудненості атмосферного повітря частиною глобальної всесвітньої системи електронних засобів);

- наявність засобів індикації цифрових і текстових повідомлень користувачу контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря;

- наявність засобів світлової сигналізації для привернення уваги користувача світловими сигналами;

- наявність засобів звукової сигналізації для привернення уваги користувача тривожними звуковими сигналами;

- наявність можливості живлення від мережі або від засобів автономного живлення.

Оскільки опрацювання показників датчиків та функція розрізнення за їх результатами є досить складною процедурою, а також в роботі контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря має бути реалізовано виконання цілого ряду специфічних функцій керування іншими блоками, в складі контролера має бути певне ядро (процесор), здатне виконувати зняття показників датчиків і їх порівняння, а також керування іншими вузлами пристрою.

Згідно із завданням, таким ядром пропонується обрати мікроконтролер ATmega32U4.

З технічної документації [16] фірми-виробника можна отримати функціональну схему пристрою мікроконтролера ATmega32U4 (рис. 2.1)

					КВРКІ.180234.18.02.07 ПЗ	Арк. 29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

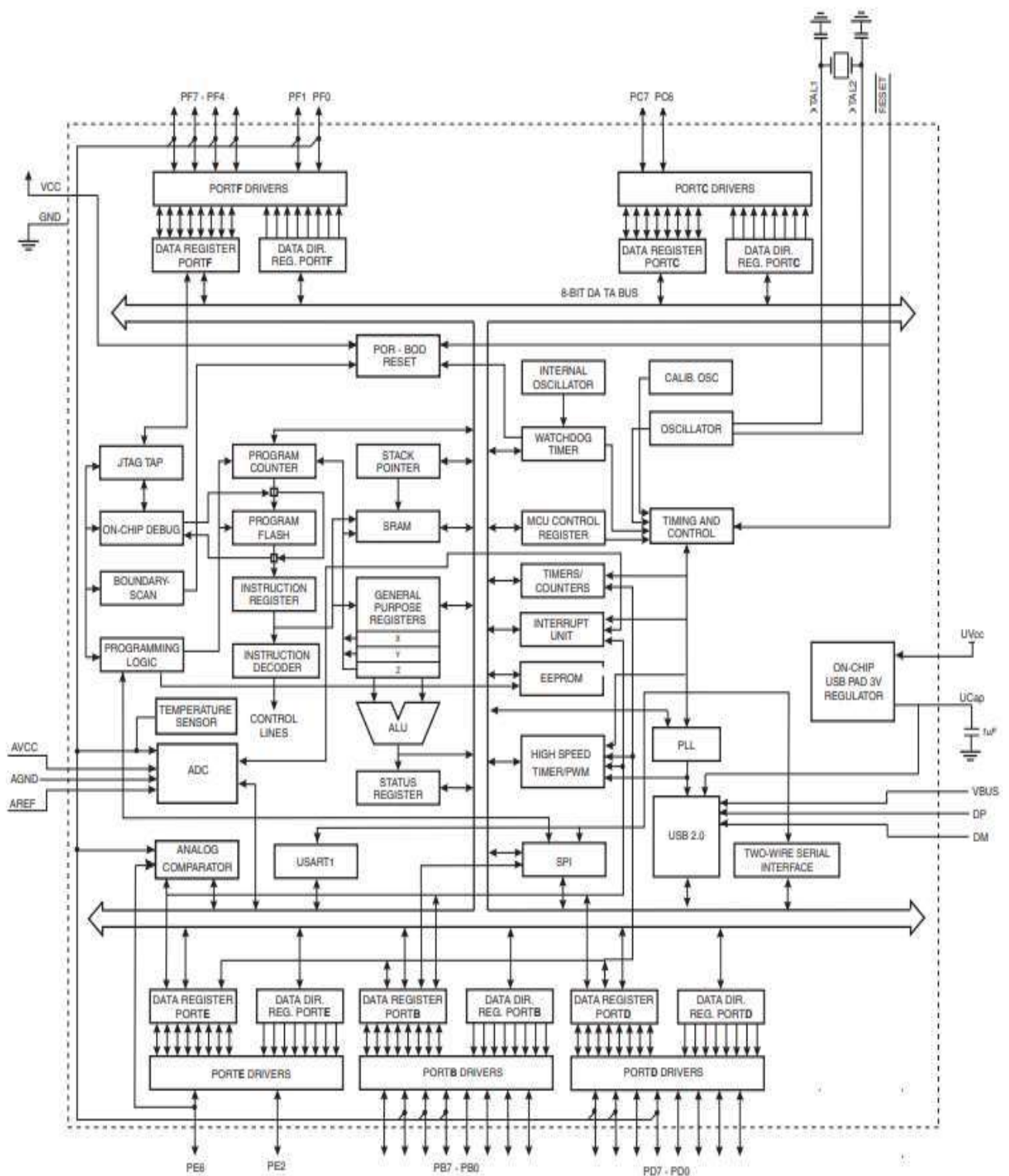


Рисунок 2.1 – Функціональна схема устрою мікроконтролера ATmega32U4

ATmega32U4 – 8-розрядний CMOS мікроконтролер на основі вдосконаленої RISC AVR архітектури. ATmega32U4 характеризується низьким енергоспоживанням. Виконує потужні інструкції за 1 тактовий цикл, досягає

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

операційної потужності до 1 MIPS на МГц, що дозволяє мікроконтролерним пристроям оптимізувати споживання енергії за швидкістю обробки.

Ядро AVR має набір інструкцій з 32 регістрами загального призначення. Ці регістри безпосередньо підключені до арифметичного логічного пристрою (ALU) мікроконтролера – це дає доступ до 2 незалежних регістрів в команді за один такт. Отримана архітектура сягає пропускну здатності більше в 10 разів, ніж звичайні CISC мікроконтролери.

Основні характеристики ATmega32U4:

- 32 Кбайт внутрішнього системного перепрограмованого Flash ОЗП функцією Read-WhileWrite;

- 1 Кбайт електрично стираемого ПЗП EEPROM;

- 2,5 Кбайт статичної ОЗП SRAM;

- 26 ліній введення-виведення;

- 32 вже описаних регістра загального призначення;

- 4 функціонально-гнучкі таймери/лічильники, що мають режими порівняння та широтно-імпульсної модуляції.

- 1 високошвидкісний таймер/лічильник, що має режим порівняння й джерело, що регулюється PLL;

- 1 схему інтерфейсу USART (2-провідний послідовний інтерфейс;

- 10-розрядний аналого-цифровий перетворювач (АЦП) з актуальним в його роботі режимом шумозаглушення;

- 12-канальний доступ на АЦП;

- додатковий диференціальний вхідний каскад АЦП з програмованим посиленням;

- інтегрований калібрований датчик температури;

- програмований сторожовий таймер з інтегрованим осцилятором;

- послідовний порт SPI;

- інтерфейс USB 2.0;

- інтерфейс двопроводової шини Serial-I2C;

- інтерфейс стандарту IEEE.
- тестовий інтерфейс JTAG, сумісний зі стандартом 1149.1.

До переваг мікроконтролера ATmega32U4 в нашому проєкті слід віднести можливість підключення до комп'ютера (ноутбука тощо) через найбільш поширений інтерфейс USB для зчитування і статистичної обробки накопичених результатів вимірювань, збільшення функціональності контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря, оперативної взаємодії та більш ефективного системного спрацьовування.

ATmega32U4 AVR підтримується набором програм та інструментів розробки систем: компілятори мови C, асемблери макросів, налагоджувачі-симулятори програм, внутрішньосхемні процесорні емулятори та інтегровані набори оцінки.

Пам'ять мікроконтролера не є достатньою для накопичення результатів вимірювань достатніх для подальшого аналізу або статистичної обробки. Для цієї задачі використаємо пам'ять електрично стираемого ПЗП EEPROM з інтерфейсом двопроводової шини Serial-I2C, який є у обраного мікроконтролера.

Це мікросхема пам'яті 24LC1025 (Microchip Technology Inc.) – 1024 Кб (128 Кб x 8) послідовний електрично стираний ПЗП (EEPROM), здатний працювати в широкому діапазоні напруг живлення (2,5 В до 5,5 В). 24LC1025 розроблено для просунутих застосувань з низьким енергоспоживанням, серед як особистий зв'язок та накопичення даних. 24LC1025 має ємність запису до 1024 Кбіт або 128 Кбайт даних.

Наявність засобів індикації цифрових і текстових повідомлень користувачу контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря забезпечимо застосуванням LCD-індикатора з організацією 4 рядки по 16 символів, чого достатньо для поставлених задач. Таким індикатором може бути WH1604A-YGH-CT (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – LCD-індикатор WH1604A-YGH-CT

Інші функції і засоби їх реалізації розглянемо в наступних описах

2.2 Обґрунтування вибору вимірювальних датчиків

Датчики якості повітря або, інакше кажучи, датчики виявлення забруднювачів повітря є основою контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря, вони будуть визначати ефективність і загальну придатність приладу до роботи за призначенням, тому до їх вибору слід підійти з особливою відповідальністю.

Як зазначалося при визначенні базових принципів будови і дії контролера-аналізатора, доступу до спеціалізованих датчиків військового призначення та до інформації про них при проектуванні контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря немає, тому проєктні рішення мають прийматись на основі доступних датчиків.

За прийнятими рішеннями, робота контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря має базуватися не на традиційному накопичувальному принципі роботи датчиків, а на своєрідному віднімальному

принципі, за яким загроза буде оцінюватись на виключенні з числа загальних виявлених забруднювачів таких, що є побутовими забруднювачами і не становлять цільове призначення приладу.

Для вирішення останнього завдання в складі контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря потрібно реалізувати підсистему виявлення забруднень повітря побутовими забруднювачами, що не становлять цільове призначення приладу, а це вимагає вибору відповідного датчика.

На підставі огляду існуючих пропозицій було обрано датчик SGP30 [17] (рис. 2.3) – це цифровий багатопіксельний датчик якості повітря, створений для легкої інтеграції в побутові очисники повітря, вентиляцію тощо.

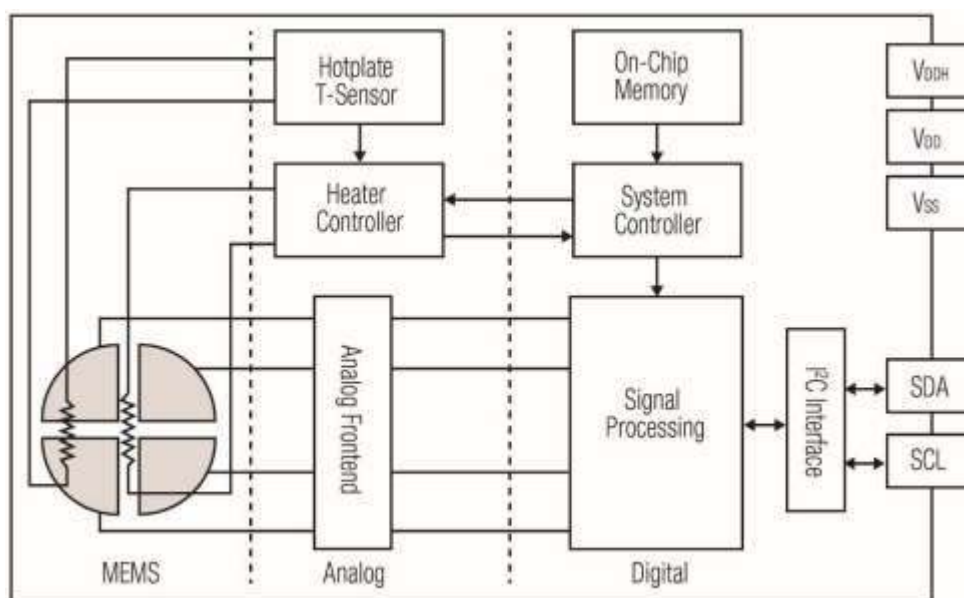


Рисунок 2.3 - Датчик SGP30 – функціональна будова

SGP30 – це датчик газу з оксидом металу та з кількома чутливими елементами в одному датчику, тому SGP30 детальну інформацію про якість повітря. Технологія CMOSens Sensirion пропонує повноцінну сенсорну систему на одному чіпі з двопроводовим цифровим інтерфейсом I2C (цей інтерфейс є в обраному мікроконтролері, що стало перевагою на користь цього датчика), мікропідгрівачем з контрольованою температурою та двома сигналами якості повітря в приміщенні.

Це датчик газу з оксидом металу, який має стійкість до забруднюючих газів, що зустрічаються у реальному світі – це дає довгострокову стабільність і низький дрейф датчика. Маленький корпус DFN дає змогу застосовувати датчик в малих просторах.

SGP30 виловлює наступні забруднювачі повітря:

- вуглекислий газ (дим тощо);
- етанол (алкогольні випари тощо);
- водень;
- летючі шкідливі речовини (побутовий газ, аміак тощо).

Перелік забруднювачі повітря, на які орієнтовано датчик SGP30, відповідає вимогам щодо необхідного нам датчика для виявлення забруднювачів, які є побутовими забруднювачами.

Таким чином, з допомогою датчика SGP30 ми, очікувано, зможемо виявляти і відокремлювати від інших забруднювачів побутові забруднювачами, які не становлять цільове призначення приладу як реагенти хімічної зброї.

Тепер нам потрібно здійснити вибір максимально багатофункціонального датчика для виявлення максимальної кількості небезпечних забруднювачів атмосферного повітря. Аналіз ринку датчиків якості повітря засвідчив, що за даними критеріями пропозицій є небагато. Найбільш повно задовольняє вимогам датчик MQ-135.

Датчик MQ-135 [] (рис. 2.3) детектор газів (датчик загальної оцінки якості повітря).

Датчик MQ-135 з недорогих, що призначений для систем постійного контролю якості повітря у промислових чи побутових приміщеннях та систем керування вентиляцією. Датчик MQ-135 поширено випускається також у вигляді готового модуля Ардуїно.

Датчик MQ-135 реагує на наявність у повітрі вуглекислого газу, окису вуглецю, чадного газу, аміаку, бензолу, оксидів азоту, парів спирту та бензину, метану та горючих газів, так само реагує на дим [15].

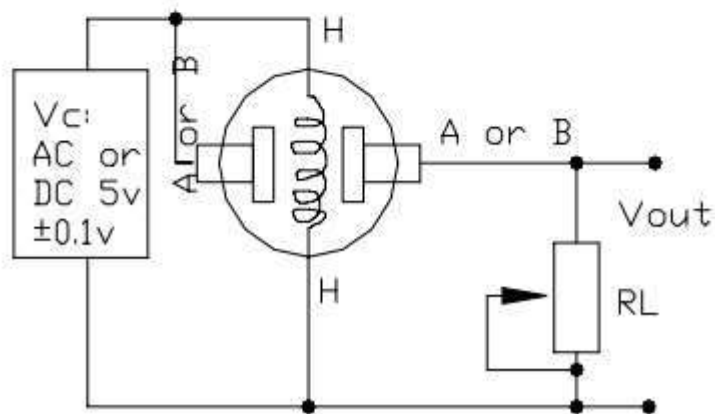
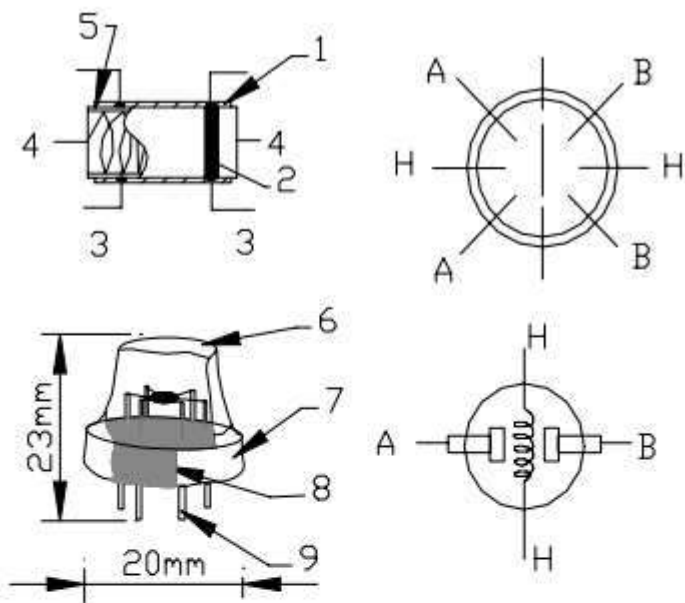


Рисунок 2.3 – Датчик MQ-135

Детальна інформація про контролюючі якості датчика MQ-135 наведена в таблиці 2.1.

Окрім перелічених в таблиці небезпечних забруднювачів атмосферного повітря датчик MQ-135 має виловлювати їх комбінації і модифікації. До них відносяться різноманітні випари кислот, з'єднання хлору та інші токсичні і небезпечні хімічні сполуки.

Таким чином, датчик MQ-135 відповідає вимогам максимально багатofункціонального датчика для виявлення максимальної кількості небезпечних забруднювачів атмосферного повітря.

Таблиця 2.1 – Перелік речовин, на які реагує датчик якості повітря MQ-135

Формула, найменування і характерні особливості речовини-забруднювача	Мінімально детектована датчиком концентрація забруднювача, ppm					
	1	10	20	50	500	1000
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7
(CH ₃) ₃ CH ізобутан (хладагент, безбарвний газ без запаху, вуглеводень класу алканів).	-	-	-	+	+	+
CH ₄ – метан (природний безбарвний газ без смаку та запаху, вживаний як паливо)	-	-	-	+	+	+
C ₂ H ₆ – етан (газ без кольору та запаху, має наркотичну дію)	-	-	-	+	+	+
C ₃ H ₈ – пропан (природний безбарвний газ без запаху, вживаний як паливо, отруйний)	-	-	-	+	+	+
C ₂ H ₄ – етилен (безбарвний горючий газ зі слабким солодкуватим запахом, легший за повітря, раніше використовувався для наркозу)	-	-	-	+	+	+
H ₂ – водень (двоатомний безбарвний газ без запаху та смаку, з повітрям утворює "гримучий газ")	-	-	-	+	+	+
CO – моноокис вуглецю (чадний газ без запаху та смаку)	-	-	-	+	+	+
C ₂ H ₆ O – метиловий ефір (слабкий наркотик, розчинник)	-	-	-	+	+	+
CH ₂ =CHCl – вінілхлорид (безбарвний газ, хлоропохідна етилену, канцероген)	+	+	+	+	+	+
CH ₃ Cl – хлорметан, метилхлорид (органічна речовина з групи галогеналканів. гербіцид та канцероген)	+	+	+	+	+	+

Завершення таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7
CH_2Cl_2 – метиленхлорид (дихлорметан, токсичний клей для пластиків, хладагент)	-	-	-	+	+	+
$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ – етиленокис (канцероген, мутаген, вибухонебезпечний)	-	-	-	-	+	+
$\text{C}_3\text{H}_3\text{N}$ – акрилонітрил (отрута, вибухонебезпечний)	-	+	+	+	+	+
H_2S – сульфід водню (сірководень, дуже токсичний)	-	+	+	+	+	+
$\text{C}_{20}\text{H}_{16}\text{N}_4$ – хлорин	+	+	+	+	+	+
NH_3 – аміак (нашатирний спирт, легко летюча рідина, що дає токсичний газ)	-	-	+	+	+	+
$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ – ацетон (розчинник, легко летюча рідина, має наркотичну дію)	-	-	+	+	+	+
CH_3OH – метанол (деревний спирт, отрута)	-	-	+	+	+	+
C_5H_{12} – пентан (легко летюча рідина, має наркотичну дію - клас небезпеки четвертий)	-	-	+	+	+	+
C_6H_{14} – гексан (розчинник, легко летюча рідина, що дає токсичний газ з наркотичною дією)	-	-	+	+	+	+
C_6H_6 – бензол (легко летюча рідина, токсичний канцероген)	-	-	+	+	+	+
$\text{R}_1\text{-CO-R}_2$ – кетони (легко летюча рідина, токсична)	-	-	+	+	+	+
$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ – діметиламін (безбарвний газ з різким специфічним «рибним» запахом, горючий, дуже отруйний)	-	-	+	+	+	+
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ – етанол (алкоголь)	-	-	+	+	+	+
$\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ – метилацетат (подразник кислотного типу)	-	-	-	+	+	+

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

КВРКІ.180234.18.02.07 ПЗ

Арк.

38

На цьому етапі завдання вибору датчиків контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря можна вважати виконаним.

2.3 Обґрунтування функційних і структурних вимог до пристрою

Пройдення етапів визначення базових принципів будови і дії контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря та обґрунтування вибору вимірювальних датчиків для його реалізації надає змогу перейти до обґрунтування загальних функційних і структурних вимог до пристрою з подальшим переходом на синтез схемних рішень.

Отже, основним вузлом контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря стає мікроконтролер АТmega32U4. Мікроконтролер має забезпечувати реалізацію основних функцій контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря: при підключенні контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря до стаціонарного комп'ютера або до ноутбука забезпечувати взаємодію з відповідним пристроєм в процесі обміну даними; реалізовувати контроль і аналіз забрудненості повітря на підставі даних з застосовуваних датчиків; перетворювати отримувані з аналогового датчика сигнали у більш зручний для обробки цифровий формат; виконувати збереження результатів вимірювань у пам'яті накопичення результатів вимірювань; оповіщувати людей про виявлення забруднювачів повітря через звукові та світлові сигнали, а також текстовими повідомленнями із застосуванням відповідних блоків контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря.

З урахуванням наявної у мікроконтролера АТmega32U4 підтримки послідовного інтерфейсу за стандартом двопровідної шини I2C його теж доцільно використати, що надасть змогу експлуатації контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря в системі спеціалізованого з відповідним

інтерфейсом або ж нарощувати обсяги пам'яті пристрою підключенням додаткового модуля пам'яті. За потреби сюди можуть підключатися і додаткові датчики з інтерфейсом двопровідної шини I2C, яких зараз є досить багато.

Виходячи з перелічених функцій мікроконтролера перейдемо до аналізу інших функційних і структурних вимог до пристрою.

При запуску і в роботі контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря мікроконтролеру потрібні певні допоміжні сигнали, що потребує додавання в структуру контролера-аналізатора додаткових сервісних схем згідно з рекомендаціями виробника мікроконтролера: схеми ініціалізації і схеми синхронізації.

Для надання можливості підключення контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря до стаціонарного комп'ютера або до ноутбука тощо для програмування, налаштування, скачування накопичених даних тощо будемо використовувати інтерфейс USB 2.0, підтримуваний мікроконтролером.

Вимірювання, які є основним призначенням контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря, будуть проводитися із застосуванням двох раніше детально описаних датчиків, тому повторювати їх опис не будемо. Для забезпечення швидкого і ефективного спрацьовування датчиків потрібно реалізувати притік повітря в тіло датчика і швидкий його нагрів. Датчики мають власні нагрівальні елементи, але час їх виходу на робочий режим сягає хвилин, а це в критичних умовах ворожих атак є неприпустимим.

Тому додатково до нагрівачів датчиків використаємо термонагрівальний резистор – типовий елемент систем прискореного аналізу якості повітря, призначений для створення умов більшої агресивності агресивних складових повітря в датчику і оперативніше та якісніше спрацьовування останнього навіть при менших концентраціях отруйних речовин.

Ще один елемент, орієнтований на оперативніше та якісніше спрацьовування датчиків контролера-аналізатора забрудненості атмосферного

					КВРКІ.180234.18.02.07 ПЗ	Арк. 40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повітря, який потрібно передбачити в структурі пристрою – кулер нагнітання повітря. Кулер нагнітання повітря – типовий елемент систем аналізу якості повітря, призначений для створення примусової циркуляції повітря в корпусі датчика, а особливо в аналоговому датчику наявності хімічних забруднювачів, що забезпечує швидший притік агресивних складових повітря в датчик і оперативніше спрацьовування останнього.

Результати вимірювань, які є основною цінністю в роботі контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря і можуть знадобитися для статистичного аналізу отримуваних показників і для аналізу коректності роботи самого контролера-аналізатора, потрібно накопичувати, для чого в створюваному пристрої потрібен блок пам'яті, реалізацію якого ми вже обґрунтували на мікросхемі Flash-ЗП 24LC1025 EEPROM Serial-I2C.

Засоби світлової сигналізації для привернення уваги користувача світловими сигналами реалізуються, як правило, світлодіодами. Цю функцію реалізуємо з чотирьох світлодіодів, що сигналізуватимуть про режим роботи пристрою:

- знаходження контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря в робочому режимі;
- виявлення забруднювачів повітря;
- наявність підключення до комп'ютера через інтерфейс USB;
- наявність зв'язку з іншим обладнанням через інтерфейс за стандартом двопровідної шини I2C.

Вузол генератора звукових сигналів контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря утворимо на магнітному генераторі звуку, який видає сигнали звукового сповіщення людей про загрози, і резистор обмеження струму на магнітний генератор звуку. Тут використана типова схема підключення магнітного генератора звуку до виводів мікроконтролера.

Генератор звукових сигналів видає звукові тривожні сигнали, формовані імпульсами з мікроконтролера, призначені для привернення уваги і сповіщення

людей про виявлення забруднювачів атмосферного повітря і виникнення загрози життю. Звукові сигналами можуть мати різну тональність для різних рівнів та видів забруднень, що задається при програмуванні мікроконтролера.

Наявність можливості живлення від мережі або від засобів автономного живлення має бути забезпечена включенням до складу контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря блоку живлення з відповідними властивостями, деталізацію чого приведемо в описі схемних рішень контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря.

2.4 Висновки

В другому розділі кваліфікаційної роботи проведене визначення базових принципів будови і дії контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря, обґрунтування вибору вимірювальних датчиків для його реалізації, обґрунтування функційних і структурних вимог до пристрою, що надає змогу перейти до синтезу і опису схемних рішень контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря

					КВРКІ.180234.18.02.07 ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 РЕАЛІЗАЦІЯ КОНТРОЛЕРА-АНАЛІЗАТОРА ЗАБРУДНЕНОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

3.1 Опис схеми електричної структурної контролера-аналізатора

Схема електрична структурна проєктованого контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря на рівні базових підсистем і блоків є на рисунку 3.1.

Схема електрична структурна контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря демонструє наявність в пристрої семи складових підсистем:

- мікроконтролер;
- сервісні схеми мікроконтролера;
- інтерфейси зовнішніх з'єднань;
- блок датчиків і їх сервісних засобів;
- пам'ять накопичення результатів вимірювань;
- засоби індикації та сигналізації;
- блок живлення.

Мікроконтролер є головним елементом контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря і керує роботою всіх його підсистем, обробляє і зберігає накопичені дані, взаємодіє через інтерфейси зовнішніх з'єднань з зовнішніми пристроями, а через засоби індикації та сигналізації – з людьми.

При запуску і в роботі контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря мікроконтролеру потрібні певні допоміжні сигнали, що формують сервісні схеми мікроконтролера.

					КВРКІ.180234.18.02.07 ПЗ	Арк. 43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.1 – Схема електрична структурна контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Підсистема сервісних схем мікроконтролера утворюється з двох типових для мікроконтролерних пристроїв блоків (рис. 3.2) :

– схема ініціалізації (формує пусковий сигнал ініціалізації мікроконтролера);

– схема синхронізації – схема з декількох елементів, що містить кварцовий генератор синхронізаційної частоти контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря.

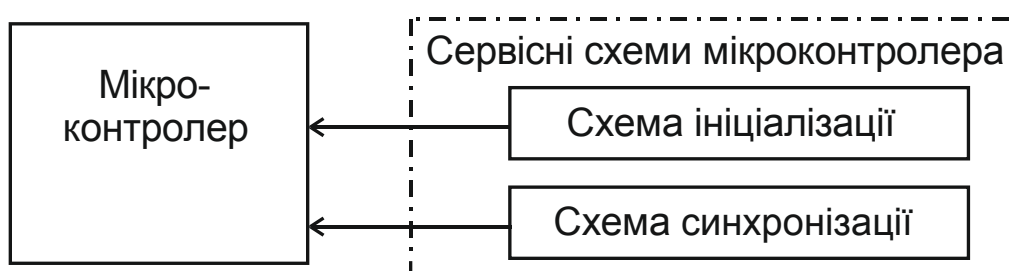


Рисунок 3.2 – Реалізація підсистеми сервісних схем мікроконтролера на схемі електричній структурній контролера-аналізатора

В своїй роботі контролер-аналізатор забрудненості атмосферного повітря передбачає взаємодію із зовнішніми пристроями або системами, що реалізується через інтерфейси зовнішніх з'єднань.

Підсистема інтерфейсів зовнішніх з'єднань утворюється з двох спеціалізованих інтерфейсних блоків (рис. 3.3) :

– інтерфейс USB – призначений для надання можливості підключення контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря до стаціонарного комп'ютера або до ноутбука тощо для програмування, налаштування, скачування накопичених даних тощо;

– інтерфейс I2C – двопроводовий інтерфейс шини I2C для забезпечення можливості підключення додаткової пам'яті накопичення результатів вимірювань (за наявної потреби в цьому) та для надання можливості підключення контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря до інших вузлів або підсистем подібного призначення у випадку створення великої

системи моніторингу атмосферного повітря та управління пристроями на основі отримуваних результатів.

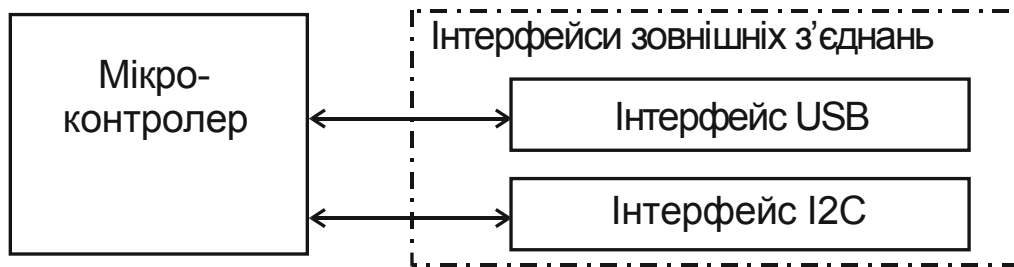


Рисунок 3.3 – Реалізація підсистеми інтерфейсів зовнішніх з'єднань на схемі електричній структурній контролера-аналізатора

Вимірювання, які є основним призначенням контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря, проводяться із застосуванням спеціальних датчиків якості повітря. Для забезпечення ефективного спрацьовування датчиків до відповідної підсистеми введено ряд сервісних засобів датчиків.

Структурну організацію підсистеми датчиків і сервісних засобів контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря представлено на рисунку 3.4.

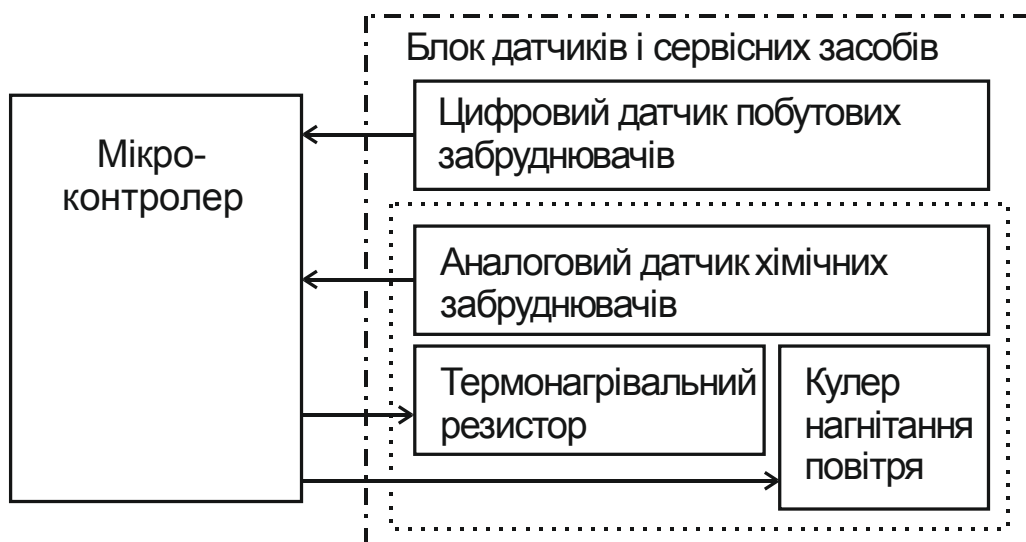


Рисунок 3.4 – Реалізація підсистеми датчиків і сервісних засобів на схемі електричній структурній контролера-аналізатора

Як видно з схеми на рисунку 3.4, підсистема датчиків і сервісних засобів контролера-аналізатора утворюється з двох спеціалізованих датчиків і двох блоків сервісних засобів:

– цифровий датчик побутових забруднювачів – призначений для виявлення забруднювачів атмосферного повітря, характерних для побутових умов, що дозволить відрізнити подібні забруднення від результатів застосування хімічної зброї потенційним ворогом;

– аналоговий датчик хімічних забруднювачів – призначений для виявлення максимально широкого спектру забруднювачів атмосферного повітря, характерних не лише для побутових умов, що дозволить виявляти найрізноманітніші забруднювачі атмосферного повітря, а мікроконтролеру на основі показників цифрового датчика побутових забруднювачів і їх порівняння з показниками аналогового датчика хімічних забруднювачів відрізнити побутові забруднення від результатів застосування хімічної зброї потенційним ворогом;

– кулер нагнітання повітря – типовий елемент систем аналізу якості повітря, призначений для створення примусової циркуляції повітря в корпусі контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря, а особливо в аналоговому датчику наявності хімічних забруднювачів, що забезпечує швидший притік агресивних складових повітря в датчик і оперативніше спрацьовування останнього;

– термонагрівальний резистор – типовий елемент систем аналізу якості повітря, призначений для створення умов більшої агресивності агресивних складових повітря в датчику і оперативніше та якісніше спрацьовування останнього навіть при менших концентраціях отруйних речовин.

Результати вимірювань, які є основною цінністю в роботі контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря і можуть знадобитися для статистичного аналізу отримуваних показників і для аналізу коректності роботи самого контролера-аналізатора, накопичуються і зберігаються в блоці пам'яті

пристрою.

Пам'ять накопичення результатів вимірювань підключається до мікроконтролера і працює під його управлінням (рис. 3.5).

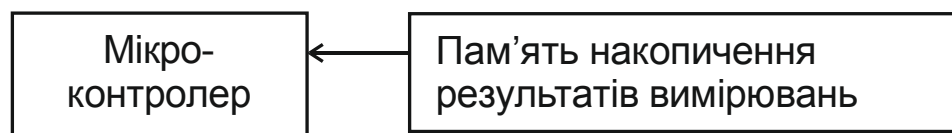


Рисунок 3.5 – Пам'ять накопичення результатів вимірювань на схемі електричній структурній контролера-аналізатора

У випадку виявлення забруднювачів атмосферного повітря, особливо за підозри на виявлення хімічних забруднювачів, характерних для застосування різних видів хімічної зброї, виникає потреба оперативного сповіщення людей про виникнення загрози і про необхідність прийняття рішень та дії згідно протоколу.

Для сповіщення людей про виявлення забруднювачів атмосферного повітря і виникнення загрози життю та здоров'ю в схемі контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря передбачено засоби індикації та сигналізації, що утворюють відповідну підсистему.

Структурна організація підсистеми засобів індикації та сигналізації контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря є на рисунку 3.6.



Рисунок 3.6 – Реалізація підсистеми засобів індикації та сигналізації на схемі електричній структурній контролера-аналізатора

Ця підсистема утворюється з трьох блоків:

– генератор звукових сигналів – для привернення уваги і сповіщення людей про виявлення забруднювачів атмосферного повітря і виникнення загрози життю та здоров'ю звуковими тривожними сигналами, що можуть мати різну тональність для різних рівнів та видів забруднень;

– світлодіоди індикації режиму для привернення уваги і сповіщення людей про режим роботи контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря (номінальний режим, виявлення збоїв в роботі або при підозрі на несправність складових пристрою), а також у випадку виявлення забруднювачів атмосферного повітря і виникнення загрози життю та здоров'ю світловими тривожними сигналами, що можуть мати різну частоту миготіння різних світлодіодів;

– LCD-індикатор – для виведення цифрових та текстових повідомлень супроводу роботи контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря (наприклад, про виявлення збоїв в роботі або при підозрі на несправність складових пристрою тощо).

Контролер-аналізатор забрудненості атмосферного повітря має власний блок живлення (рис. 3.7), який призначено для забезпечення роботи пристрою від мережі живлення 220В в стаціонарних умовах або від акумулятора за відсутності доступу до мережі живлення 220В.

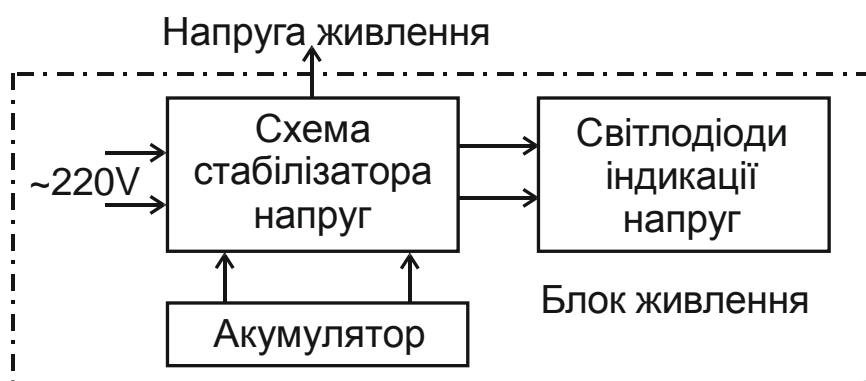


Рисунок 3.7 – Реалізація блоку живлення на схемі електричній структурній контролера-аналізатора

Як видно з схеми на рисунку 3.7, блок живлення контролера-аналізатора утворюється з таких частин:

- схема стабілізатора напруг – реалізує основне призначення блоку живлення з стабілізації напруг від джерел живлення і формування напруги живлення +5В, необхідної елементам контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря;

- світлодіоди індикації напруг – для індикації режиму роботи пристрою за джерелом напруги, від мережі живлення 220В в стаціонарних умовах або від акумулятора за відсутності доступу до мережі живлення 220В;

- акумулятор.

Зазначимо, що пропонуваній блок живлення контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря може бути замінений блоком живлення серійного випуску.

4.2 Опис схеми електричної функціональної

Схема електрична функціональна контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря є відображеною на рисунку 3.8.

Схема вузла мікроконтролера контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря представлена мікроконтролером та лінійкою резисторів, яка підключена до контактів порту В мікроконтролера для забезпечення утримання рівнів сигналів на контактах порту. Це зроблено відповідно до рекомендацій з технічної документації виробника мікроконтролера.

Для реалізації своїх функцій мікроконтролер початково програмується. Виконувати зазначені функції мікроконтролеру дозволяють його внутрішні ресурси, що описувалися раніше.

					КВРКІ.180234.18.02.07 ПЗ	Арк. 50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

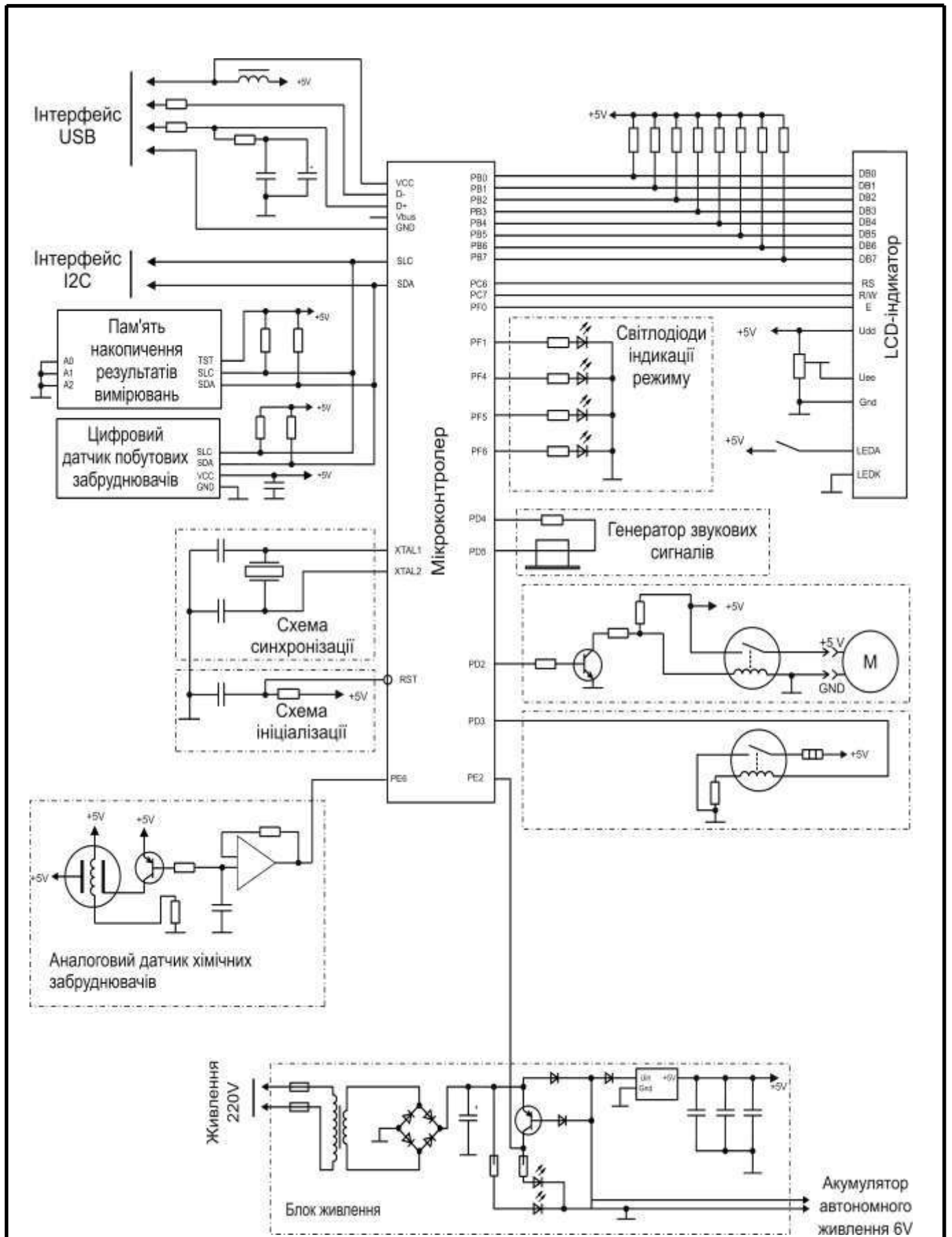


Рисунок 3.8 – Схема електрична функціональна контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

Мікроконтролер забезпечує реалізацію основних функцій контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря:

- зберігає коди програм і забезпечує виконання цих програм (працює за зашитою в його пам'ять при програмуванні програмою);

- при підключенні контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря до стаціонарного комп'ютера або до ноутбука реалізує взаємодію з відповідним пристроєм в процесі обміну даними;

- в системі спеціалізованого обладнання має реалізовувати взаємодію з іншими вузлами цієї системи за стандартним інтерфейсом шини I2C;

- реалізує контроль і аналіз забрудненості повітря на підставі даних з застосовуваних датчиків;

- перетворює отримувані з аналогового датчика сигнали у більш зручний для обробки цифровий формат;

- виконує збереження результатів вимірювань у пам'яті накопичення результатів вимірювань;

- реалізує оповіщення людей про виявлення забруднювачів повітря через звукові та світлові сигнали, а також текстовими повідомленнями із застосуванням відповідних блоків контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря;

- забезпечує надання результатів роботи для аналізу і обробки з допомогою стаціонарного комп'ютера або ноутбука.

Таким чином, мікроконтролер є головним елементом контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря і керує роботою всіх його вузлів та підсистем, обробляє і зберігає показники датчиків, взаємодіє через інтерфейси зовнішніх з'єднань з зовнішніми пристроями, а через засоби індикації та сигналізації – з людьми.

При запуску і в роботі контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря мікроконтролер використовує допоміжні сигнали, що формують сервісні схеми мікроконтролера.

Підсистема сервісних схем мікроконтролера (рис. 3.9) утворюється з схеми ініціалізації та схеми синхронізації - це типові для мікроконтролерних пристроїв схеми.

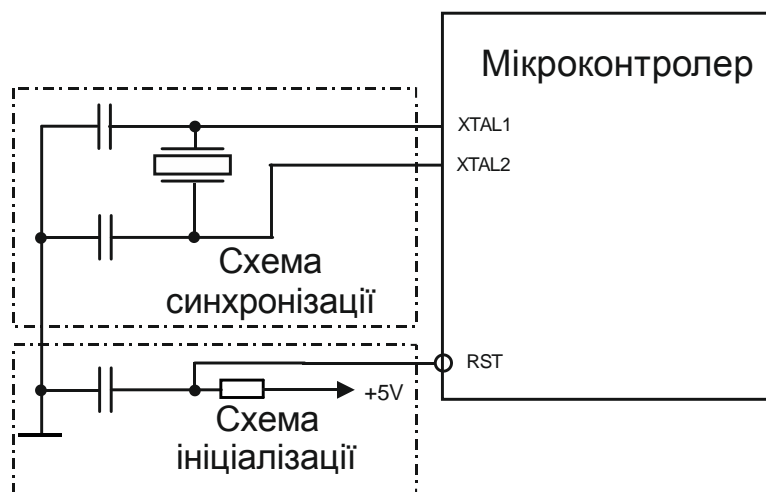


Рисунок 3.9 – Реалізація підсистеми сервісних схем мікроконтролера на схемі електричній функціональній контролера-аналізатора

Схема ініціалізації (генерації імпульсу ініціалізації) мікроконтролера контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря зібрана з резистора і конденсатора, які утворюють звичний RC-ланцюг. Ця схема приєднується до входу ініціалізації мікроконтролера RST і забезпечує початковий запуск мікроконтролера. RC-ланцюг після появи напруги живлення забезпечує генерацію сигналу початкової ініціалізації затримкою рівня нуля на вході ініціалізації мікроконтролера RST. Утримуваний короткочасно нульовий сигнал забезпечує переведення програмованого лічильника на вектор скидання для блоків мікроконтролера (адреса 0x00). Мікроконтролер переходить в початковий стан – стан запуску процедури налаштування режимів роботи внутрішніх блоків за прошитою до його внутрішньої постійної пам'яті програми.

Схема синхронізації (генерації синхронізаційної частоти) контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря утворена з двох конденсаторів

і кварцового генератора, що під'єднані до входів синхронізації мікроконтролера XTAL1 та XTAL2. Ці елементи забезпечують генерацію базової частоти, яка є основою для синхронізації роботи самого мікроконтролера і, як наслідок, інших блоків контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря.

Далі опишемо схеми зовнішньої комутації – підсистему інтерфейсів зовнішніх з'єднань контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря (рис. 3.10).

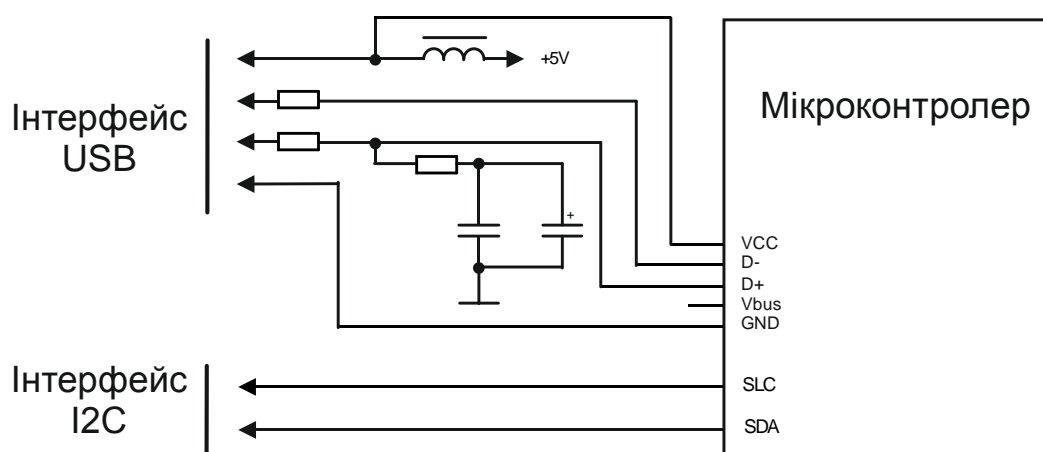


Рисунок 3.10 – Реалізація підсистеми інтерфейсів зовнішніх з'єднань на схемі електричній функціональній контролера-аналізатора

Підсистема інтерфейсів зовнішніх з'єднань утворюється з двох спеціалізованих інтерфейсних блоків – інтерфейсу USB та інтерфейсу I2C. Самі ці інтерфейси реалізуються і підтримуються внутрішніми вузлами мікроконтролера.

Оскільки інтерфейс USB 2.0 повністю реалізований в застосовуваному мікроконтролері, додаткових мікросхем для його підтримки не потрібно. Для покращення стійкості роботи інтерфейсу проти можливих завад і для захисту інтерфейсної схеми USB мікроконтролера між мікроконтролером і з'єднувачем інтерфейсу розміщено два конденсатори придушення стрибків напруги, три резистори і чип-індуктивність.

Через інтерфейс USB 2.0 у випадку підключення контролера-аналізатора

забрудненості атмосферного повітря до USB-порту персонального комп'ютера або ноутбука може зчитуватись інформація з пам'яті накопичення показників датчиків. Історія зміни показників датчиків може бути використана для статистичного аналізу зазначених показників і для аналізу коректності роботи контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря.

Інтерфейс за стандартом двопровідної шини I2C призначений для підключення контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря складу багатомодульної системи, якщо така система буде утворюватись. Це збільшує функціональність контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря без суттєвого удорожчання його собівартості. За потреби інтерфейс I2C може бути використаний для нарощування ємності блоку пам'яті накопичення показників датчиків, для чого до цього з'єднувача має бути підключений блок мікросхем пам'яті постійного запам'ятовуючого пристрою з електричним стиранням flash-типу зі з'єднанням за стандартним інтерфейсом двопровідної шини I2C, прикладом якого блок пам'яті накопичення показників датчиків контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря.

Основним призначенням контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря є вимірювання, які проводяться із застосуванням спеціальних датчиків якості повітря та сервісних засобів датчиків (рис. 3.11).

На рисунку 3.11 відображено чотири блоки, що складають досліджувану підсистему датчиків і сервісних засобів контролера-аналізатора:

- цифровий датчик побутових забруднювачів;
- аналоговий датчик хімічних забруднювачів;
- кулер нагнітання повітря;
- термонагрівальний резистор.

Цифровий датчик якості повітря – інтегральна мікросхема, яка підключається до мікроконтролера за стандартним інтерфейсом двопровідної шини I2C. Датчик оснащений двома резисторами, які призначені для підтримки рівню сигналів на контактах датчика у відповідності до рекомендацій фірми-

виробника при використанні обміну даними шиною I2C. Цифровий датчик якості повітря також оснащено конденсатором придушення стрибків напруги живлення, що також зроблено у відповідності до рекомендацій фірми-виробника датчика.

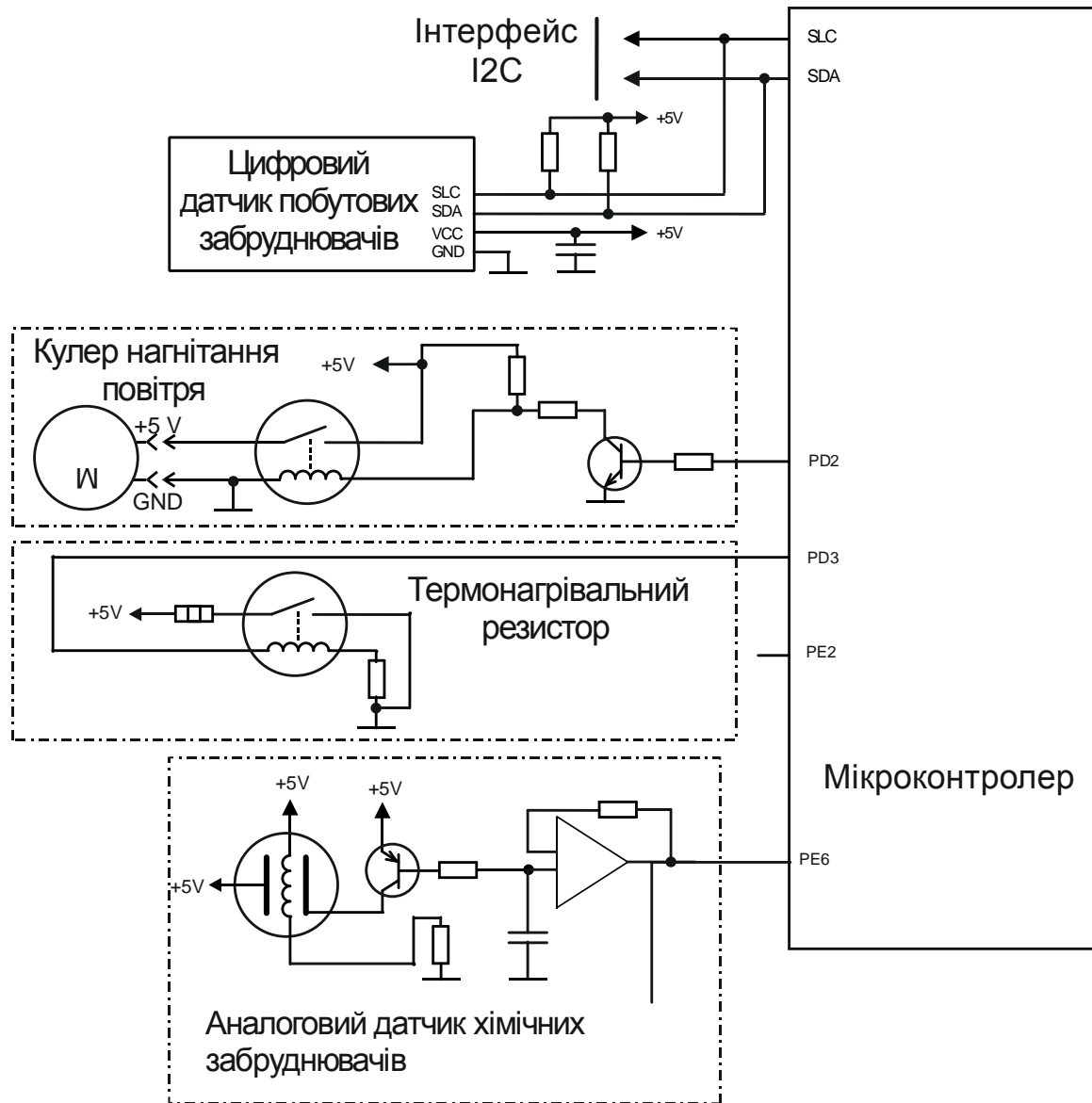


Рисунок 3.11 – Реалізація підсистеми датчиків і сервісних засобів на схемі електричній функціональній контролера-аналізатора

Цифровий датчик якості повітря обрано таким, що є орієнтованим фірмою-виробником на виявлення забруднювачів атмосферного повітря, характерних для побутових умов, що дозволить відрізнити подібні забруднення

від результатів застосування хімічної зброї потенційним ворогом.

Для виявлення більш широкого спектру забруднювачів атмосферного повітря в складі проєктованого контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря застосовується аналоговий датчик домішок. Аналоговий датчик якості повітря забезпечує фіксацію максимально широкого спектру забруднювачів атмосферного повітря, в тому числі отруючих речовин різного утворення (хімічних отруючих речовин тощо), що дозволить виявляти найрізноманітніші забруднювачі атмосферного повітря, а мікроконтролеру на основі показників цифрового датчика побутових забруднювачів і їх порівняння з показниками аналогового датчика хімічних забруднювачів відрізнити побутові забруднення від результатів застосування хімічної зброї потенційним ворогом.

Блок аналогового датчика забруднювачів атмосферного повітря (рис. 3.11) реалізовано датчиком, підсилюючим транзистором і операційним підсилювачем. Транзистор і операційний підсилювач забезпечують пропорційне підсилення вихідної напруги датчика, необхідне для якісного сприйняття і оцифрування її рівня внутрішніми схемами аналого-цифрового перетворення мікроконтролера. Схему аналогового датчика забруднювачів атмосферного повітря оснащено трьома допоміжними резисторами і конденсатором (така схема включення датчика і його підключення до мікроконтролера обрана відповідно до рекомендацій фірми-виробника датчика).

Оскільки сам по собі аналоговий датчик якості повітря в «холодному пасивному режимі» є малоефективним через низьку циркуляцію повітря в корпусі контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря і малу активність хімічних речовин, для підвищення ефективності роботи цього датчика підсистема датчиків контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря оснащена кулером нагнітання повітря для створення примусової циркуляції повітря в датчику і термонагрівальним резистором для

нагрівання цього повітря.

Блок керування кулером створення примусової циркуляції повітря в датчику утворено підсилювачем керуючого сигналу мікроконтролера на транзисторі і двох резисторах, реле комутації напруги запуску кулера і безпосередньо самим міні-кулером створення примусової циркуляції повітря в датчику.

Кулер нагнітання повітря – типовий елемент систем аналізу якості повітря, що забезпечує швидший притік агресивних складових повітря в датчик і оперативніше спрацьовування останнього.

Кулер включається і виключається мікроконтролером, з якого сигнал надходить на транзистор для підсилення, далі сигнал йде на реле, реле замикається і подає напругу живлення +5В з блоку живлення на кулер – кулер починає видувати повітря з копусу приладу “всмоктуючи” його в датчик ззовні. Після заданого періоду створення примусової циркуляції повітря в датчику мікроконтролер знімає сигнал активізації кулера, реле розмикає свої контакти і не подає напругу живлення +5В з блоку живлення на кулер – кулер припиняє роботу.

Далі спрацьовує блок керування нагрівом повітря в датчику (рис. 3.11).

Після короткострокового закачування повітря в датчик його корпус нагрівається термонагрівальним резистором разом з закачаним повітрям. Термонагрівальний резистор – типовий елемент систем аналізу якості повітря, призначений для створення умов більшої агресивності агресивних складових повітря в датчику і оперативнішого та якіснішого спрацьовування останнього навіть при менших концентраціях отруйних речовин. Термонагрівальний резистор включається в роботу з допомогою реле, що також замикається і розмикається за сигналом з мікроконтролера і подає напругу живлення +5В з блоку живлення на термонагрівальний резистор. Відповідно, за зазначеним сигналом мікроконтролера термонагрівальний резистор з допомогою реле включається в роботу або виключається, що забезпечує періодичність роботи

нагріву повітря в датчику і закачки повітря до нього під управлінням мікроконтролера.

Ще одна особливість роботи приладу – при відключенні термонагрівального резистора і включенні міні-кулера забезпечується примусове повітряне охолодження термонагрівального резистора, аналогового датчика забруднювачів атмосферного повітря та інших електричних елементів контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря.

Як вже зазначалося, два різновиди датчиків використано для порівняльного аналізу виявлених забруднювачів мікроконтролером і прийняття рішення щодо небезпеки забруднювачів. Порівняння результатів спрацьовування аналогового датчика забруднювачів атмосферного повітря і цифрового датчика якості повітря мікроконтролером є базою для відокремлення побутових забруднень атмосферного повітря і забуднень атмосферного повітря внаслідок застосування або витоку хімічних отруючих речовин. Зрозуміло, що калібрування приладу потребує використання статистичних даних щодо відмінностей реакції використаних датчиків на різні забруднювачі і лабораторних хімічних досліджень, що не є предметом цієї кваліфікаційної роботи.

Для накопичення статистичних даних про результати вимірювань в складі передбачено блок пам'яті накопичення показників датчиків контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря (рис. 3.12). Пам'ять накопичення результатів вимірювань підключається до мікроконтролера і працює під його управлінням за стандартом інтерфейсу I2C. Блок пам'яті накопичення показників датчиків реалізовано мікросхемою постійного запам'ятовуючого пристрою з електричним стиранням flash-типу (зі з'єднанням за стандартним інтерфейсом двопровідної шини I2C) і двома резисторами, які призначені для підтримки рівню сигналів на контактах ПЗП у відповідності до рекомендацій фірми-виробника при використанні обміну даними шиною I2C.

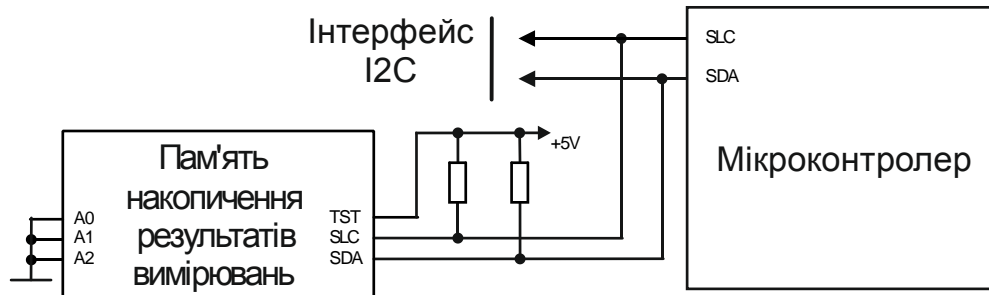


Рисунок 3.12 – Пам'ять накопичення результатів вимірювань на схемі електричній функціональній контролера-аналізатора

В блоці пам'яті пристрою накопичуються і зберігаються результати вимірювань, які є основною цінністю в роботі контролера-аналізатора і можуть знадобитися для статистичного аналізу отримуваних показників і для аналізу коректності роботи самого контролера-аналізатора.

Для сповіщення людей про виявлення забруднювачів атмосферного повітря і виникнення загрози життю та здоров'ю в схемі контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря передбачено засоби індикації та сигналізації, що утворюють відповідну підсистему.

Функціональну організацію підсистеми засобів індикації та сигналізації контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря представлено на рисунку 3.13.

Підсистема засобів індикації та сигналізації контролера-аналізатора утворюється з трьох спеціалізованих блоків:

- генератор звукових сигналів;
- світлодіоди індикації режиму;
- LCD-індикатор.

Вузол генератора звукових сигналів контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря утворюють магнітний генератор звуку, який видає сигнали звукового сповіщення людей про загрози, і резистор обмеження струму на магнітний генератор звуку. Тут використана типова схема підключення магнітного генератора звуку до виводів мікроконтролера.

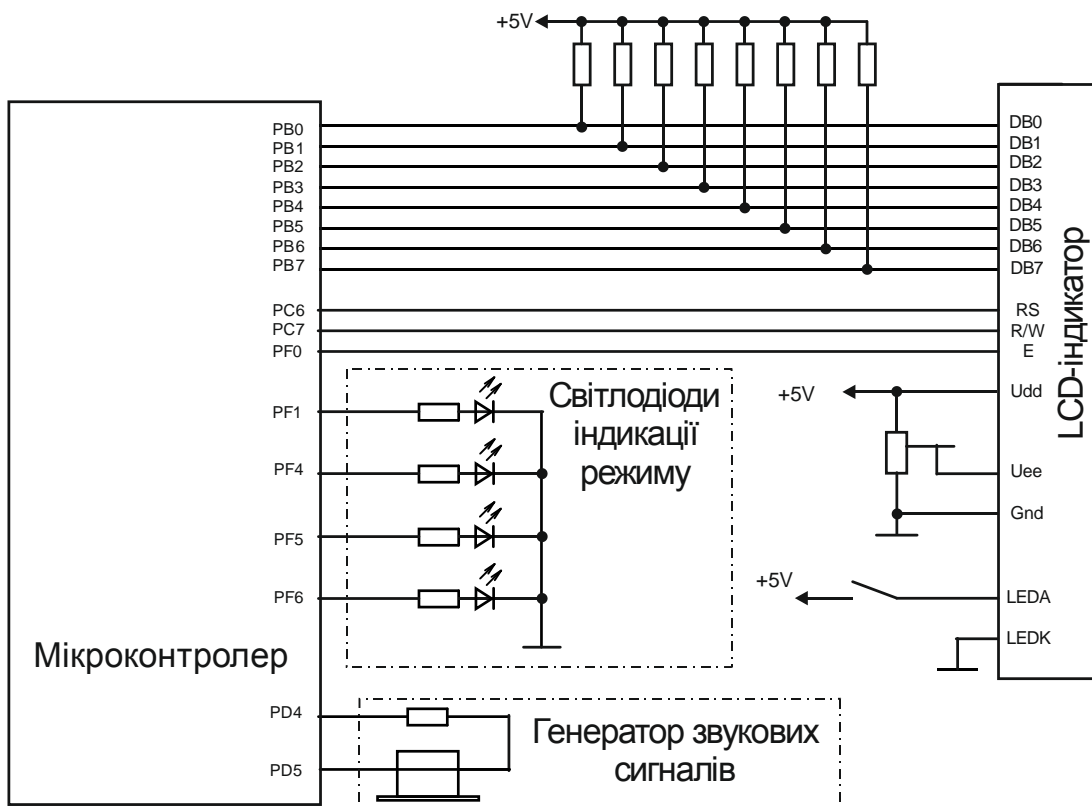


Рисунок 3.13 – Реалізація підсистеми засобів індикації та сигналізації на схемі електричній функціональній контролера-аналізатора

Генератор звукових сигналів видає звукові тривожні сигнали, формовані імпульсами з мікроконтролера, призначені для привернення уваги і сповіщення людей про виявлення забруднювачів атмосферного повітря і виникнення загрози життю. Звукові сигналами можуть мати різну тональність для різних рівнів та видів забруднень, що задається при програмуванні мікроконтролера.

Вузол світлодіодних індикаторів контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря утворено з чотирьох світлодіодів і чотирьох резисторів (резистори для обмеження струму через світлодіоди – стандартна схема підключення світлодіодів до виводів мікроконтролера). Елементи світлодіодної індикації контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря сигналізують про режим роботи пристрою:

– знаходження контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря в робочому режимі;

- виявлення забруднювачів повітря;
- наявність підключення до комп'ютера через інтерфейс USB;
- наявність зв'язку з іншим обладнанням через інтерфейс за стандартом двопровідної шини I2C.

У випадку виявлення забруднювачів атмосферного повітря і виникнення загрози життю та здоров'ю світлові тривожні сигнали можуть мати різну частоту миготіння світлодіодів. Разом зі звуковими сигналами ці сигнали мають привертати увагу людей.

Вузол LCD-індикатора утворюють безпосередньо сам алфавітно-цифровий LCD-індикатор (призначений для індикації текстових повідомлень про стан контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря та результати його роботи), кнопка для включення режиму підсвічування екрану LCD-індикатора, резистор для регулювання, за потреби, яскравості символів на екрані LCD-індикатора. LCD-індикатор призначений для виведення цифрових та текстових повідомлень супроводу роботи контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря (наприклад, про виявлення збоїв в роботі або при підозрі на несправність складових пристрою тощо). Керує роботою LCD-індикатора мікроконтролер, з якого на індикатор подаються заздалегідь запрограмовані тексти для виведення у різних передбачуваних ситуаціях.

Контролер-аналізатор забрудненості атмосферного повітря має власний блок живлення (рис. 3.14), який призначено для забезпечення роботи пристрою від мережі живлення 220В в стаціонарних умовах або від акумулятора за відсутності доступу до мережі живлення 220В.

Як видно з схеми на рисунку 3.14, блок живлення контролера-аналізатора утворюється з плавких вставок, понижуючого напругу трансформатора і діодного містка випрямлення змінної напруги, мікросхеми стабілізатора напруг (реалізує основне призначення блоку живлення з стабілізації напруг від джерел живлення і формування напруги живлення +5В, необхідної елементам контролера-аналізатора забрудненості атмосферного

повітря), а також світлодіодів індикації напруг (для індикації режиму роботи пристрою за джерелом напруги, від мережі живлення 220В в стаціонарних умовах або від акумулятора за відсутності доступу до мережі живлення 220В) і акумулятор автономного живлення. Використана схема блоку живлення забезпечує зарядку акумулятора автономного живлення за наявності живлення від мережі живлення 220В і живлення від акумулятора за відсутності доступу до мережі живлення 220В. Рівень формованої блоком напруги контролюється мікроконтролером, що забезпечує можливість зафіксувати зниження заряду акумулятора та сигналізувати про це через елементи підсистеми засобів індикації та сигналізації.

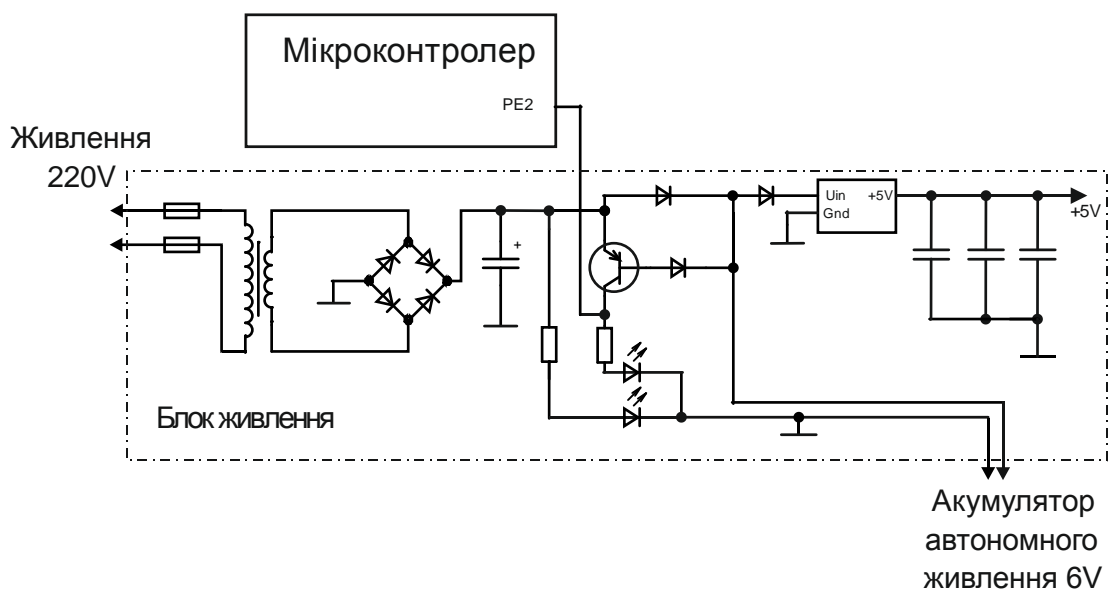


Рисунок 3.14 – Реалізація блоку живлення на схемі електричній функціональній контролера-аналізатора

3.3 Опис алгоритму роботи контролера-аналізатора

Відповідно до описаних правил функціонування контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря розроблена блокова схема алгоритму його роботи (рис.3.15)

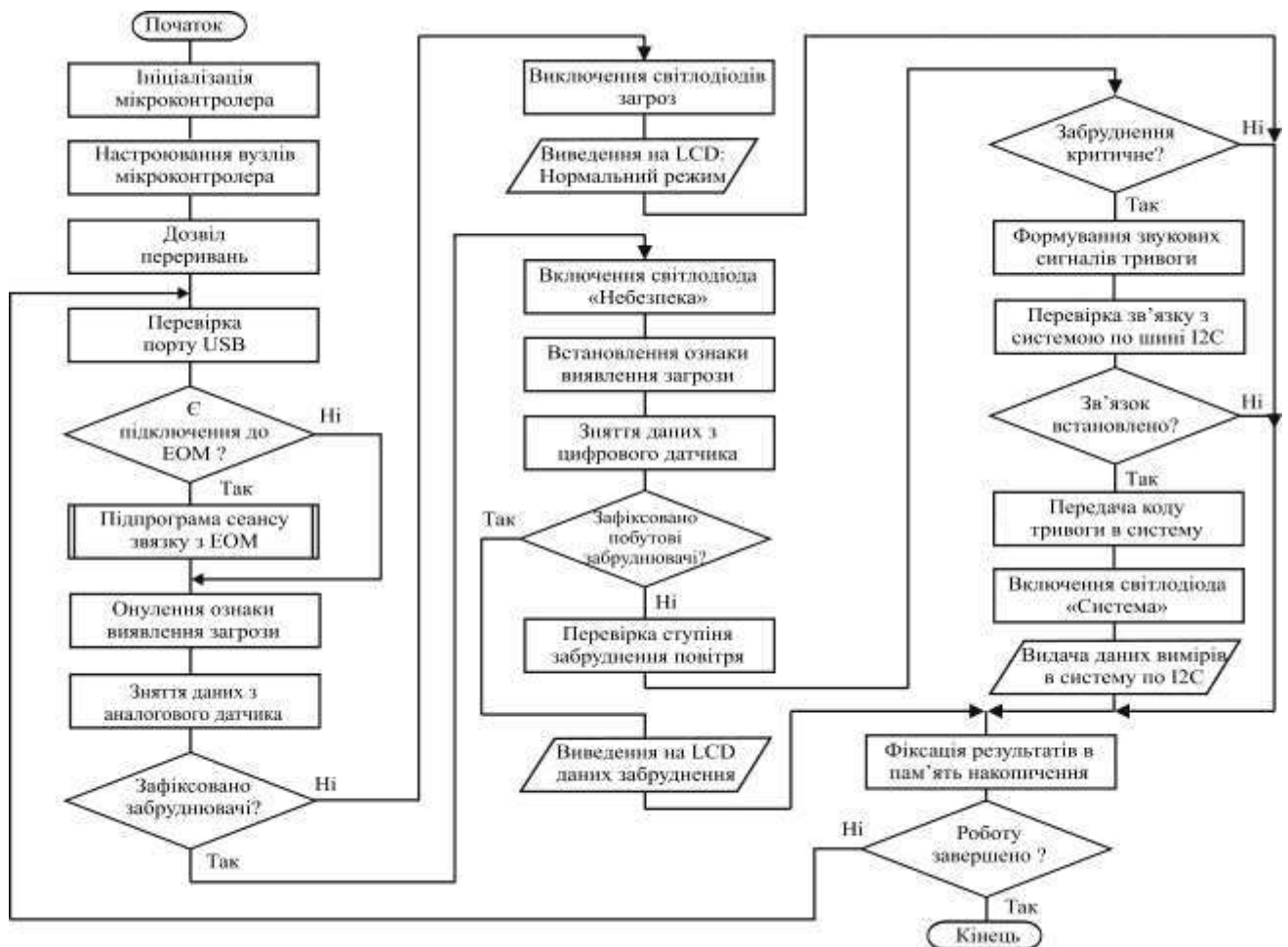


Рисунок 3.15 – Блок-сема алгоритму роботи контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря

В схемі алгоритму відображено основні етапи роботи контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря, що обговорювалися в при наданні принципів утворення і дії його схемних рішень:

- ініціалізація і настроювання мікроконтролера;
- ініціалізація і реалізація зв'язку з EOM через USB-інтерфейс;
- опитування аналогового датчика, який орієнтований на виявлення максимальної кількості забруднювачів;
- опитування цифрового датчика, який орієнтований на виявлення побітових забруднювачів для їх відокремлення;
- перевірка наявності підключення до розширеної системи через інтерфейс I2C;

- фіксація результатів в пам'ять накопичення;
- виведення повідомлень на LCD-індикатор;
- робота з світлодіодними сигналізаторами;
- робота зі звуковим сигналізатором тривоги.

3.4 Опис схеми електричної принципової

Спроектована відповідно до завдання кваліфікаційної роботи схема електрична принципова контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря наведена на рис. 3.16.

В схему блоку живлення спроектованого контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря (рис. 3.17) входять дві плавких вставки VF1-VF2, трансформатор T1, діоди VD1-VD7, транзистор VT1, пара резисторів R9-R10, мікросхема стабілізатора напруги на 5В DA4, світлодіоди індикації активного джерела живлення HL1-HL2, електролітичний конденсатор С9.

Через з'єднувач Х3 блок живлення підключається до мережі з напругою 220В, а через з'єднувач Х4 до акумуляторної батареї з напругою 6В.

Наступний блок, що являє собою ядро контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря – схема вузла мікроконтролера з сервісними підсхемами запуску, синхронізації та підтримки (рис. 3.18).

Схема вузла мікроконтролера представлена мікроконтролером DD2 та лінійкою резисторів RR1. Лінійка резисторів RR1 підключена до контактів порту В мікроконтролера для забезпечення утримання рівнів сигналів на контактах порту. Це зроблено відповідно до рекомендацій з технічної документації виробника мікроконтролера. Конденсатор С5 також підключено до незадіяного в роботі контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря виводу Uсар мікроконтролера DD2 відповідно до рекомендацій з технічної документації виробника мікроконтролера.

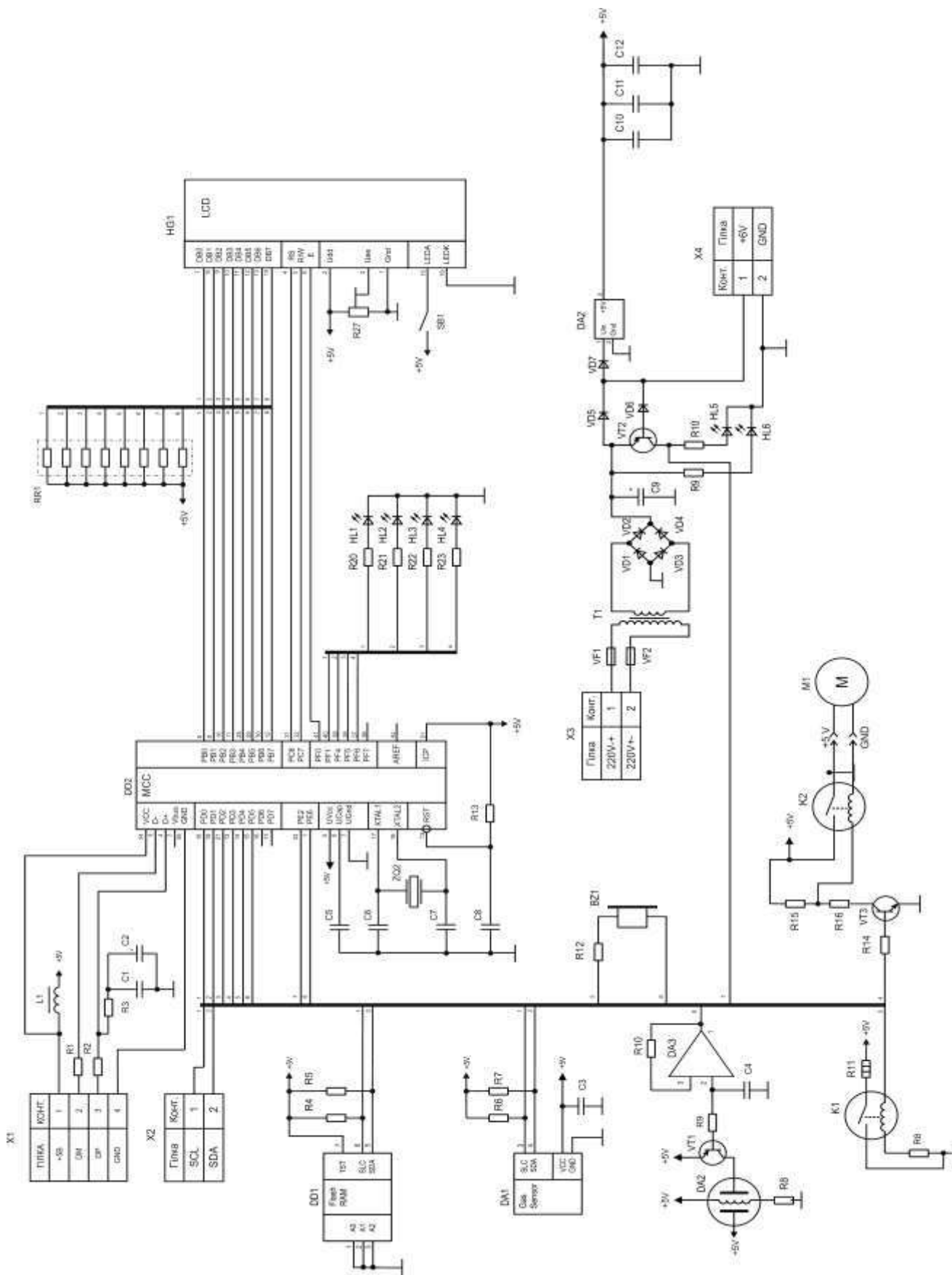


Рисунок 3.16 – Схема електрична принципова контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

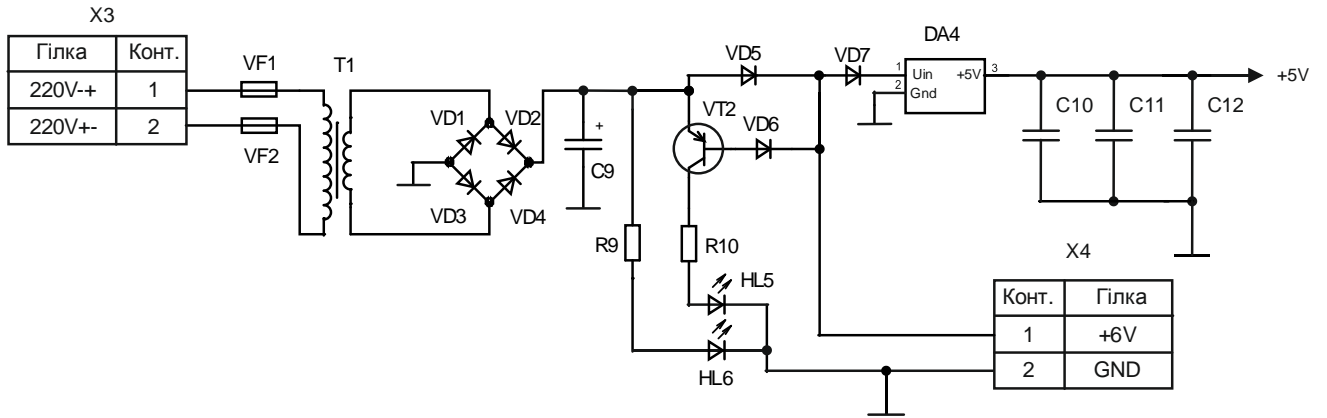


Рисунок 3.17 – Реалізація блоку живлення на схемі електричній принциповій контролера-аналізатора

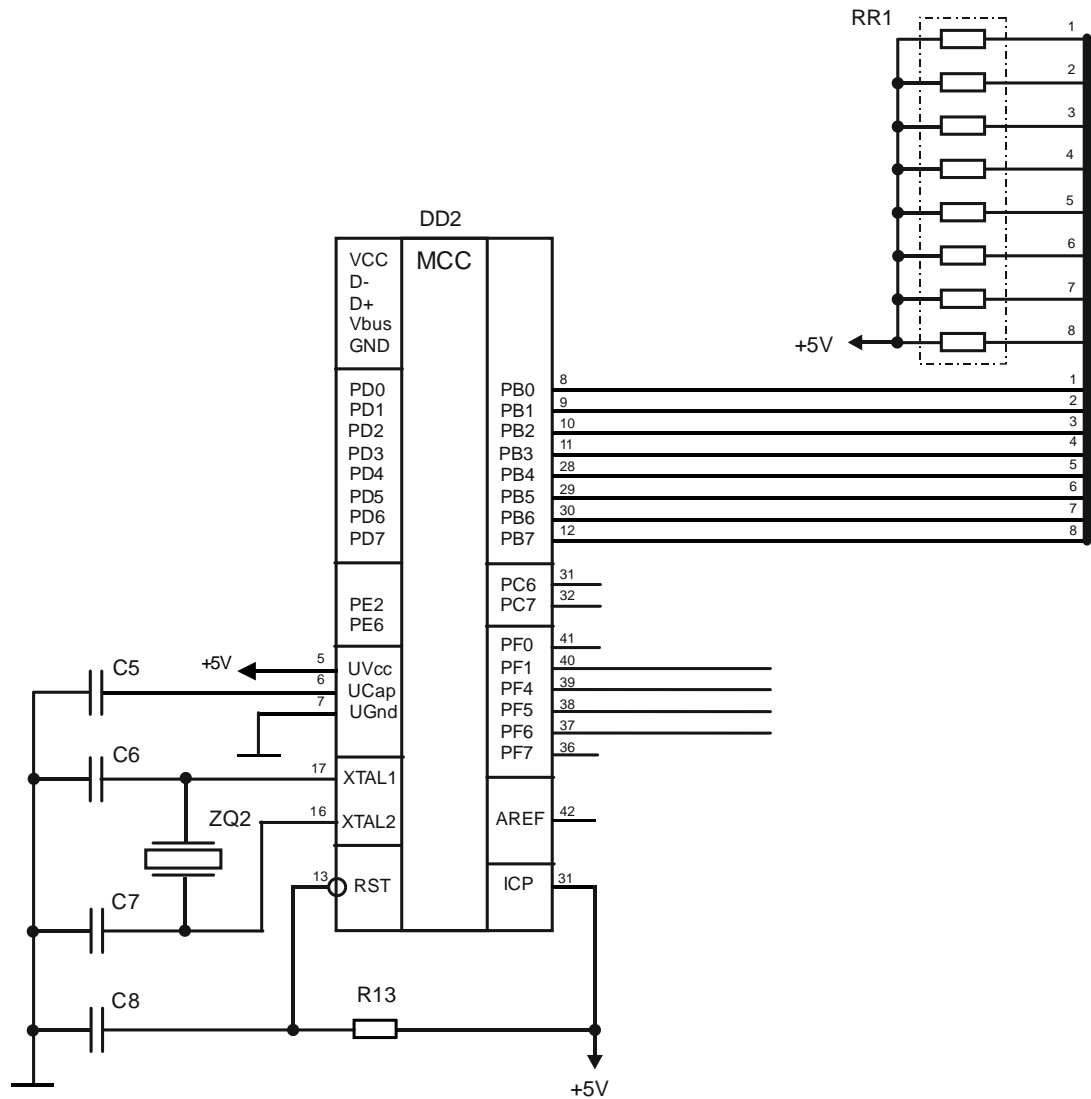


Рисунок 3.18 – Реалізація підсистеми сервісних схем мікроконтролера на схемі електричній принциповій контролера-аналізатора

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

Схема ініціалізації (генерації імпульсу ініціалізації) мікроконтролера контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря зібрана з резистора R13 і конденсатора C8.

Схема синхронізації (генерації синхронізаційної частоти) контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря утворена з пари конденсаторів C6-C7 і кварцового генератора ZQ1.

Далі розглянемо схеми зовнішньої комутації контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря (рисунок 3.19). Окрім вже описаних з'єднувачів X3 і X4 блоку живлення контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря, до складу нашого пристрою входять з'єднувачі X1 і X2.

З'єднувач X1 призначений для підключення контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря до USB-порту персонального комп'ютера або ноутбука для роботи в системі з комп'ютерною обробкою і аналізом отримуваних даних. Сам інтерфейс USB 2.0 повністю реалізований в застосовуваному мікроконтролері, але для покращення стійкості роботи інтерфейсу проти можливих завад і для захисту інтерфейсної схеми USB мікроконтролера між мікроконтролером DD2 і з'єднувачем X1 розміщено конденсатори придушення стрибків напруги C1 і C2, резистори R1-R3 і чип-індуктивність L1.

Через з'єднувач X1 у випадку підключення контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря до USB-порту персонального комп'ютера або ноутбука може зчитуватись інформація з пам'яті накопичення показників датчиків. Історія зміни показників датчиків може бути використана для статистичного аналізу зазначених показників і для аналізу коректності роботи контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря.

З'єднувач X2 призначений для підключення контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря складу багатомодульної системи за стандартом двопровідної шини I2C, якщо така система буде утворюватися. Це не було передбачено завданням кваліфікаційної роботи, але збільшує

функціональність контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря без суттєвого удорожчання його собівартості. За потреби з'єднувач X2 може бути використаний для нарощування ємності блоку пам'яті накопичення показників датчиків, для чого до цього з'єднувача має бути підключений блок мікросхем пам'яті постійного запам'ятовуючого пристрою з електричним стиранням flash-типу зі з'єднанням за стандартним інтерфейсом двопровідної шини I2C, прикладом якого є мікросхема DD1 блоку пам'яті накопичення показників датчиків контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря.

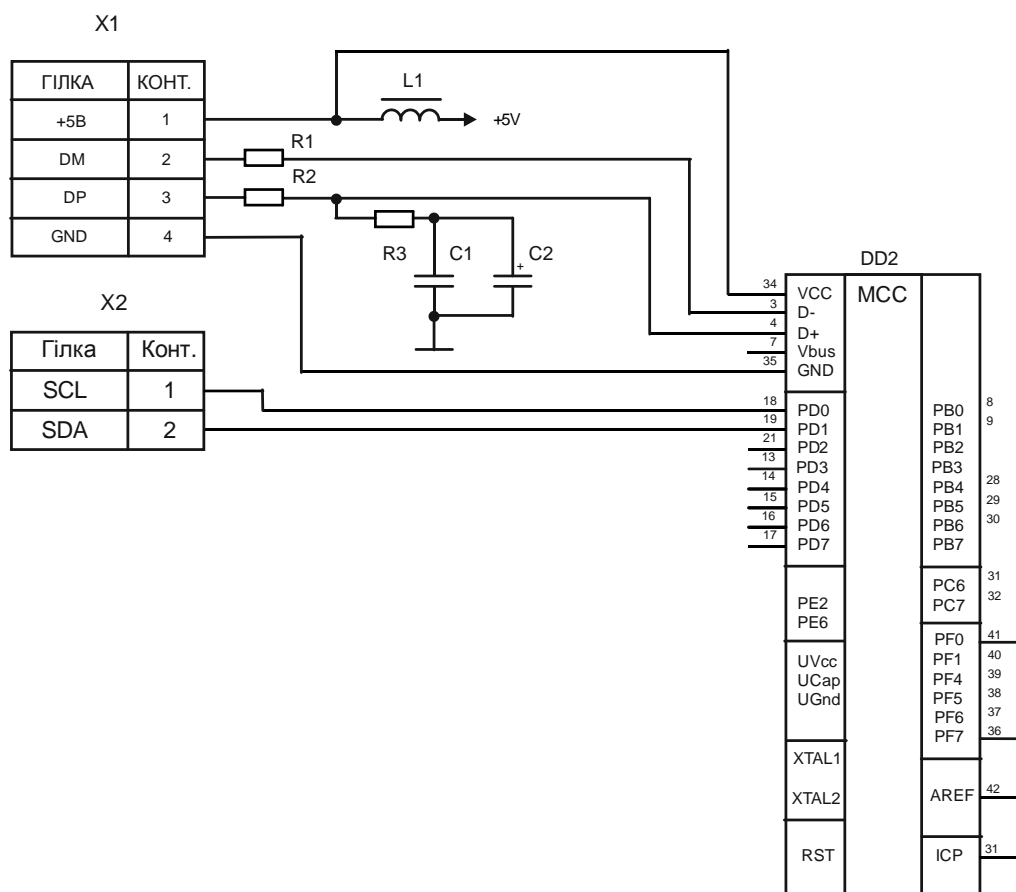


Рисунок 3.19 – Реалізація підсистеми інтерфейсів зовнішніх з'єднань на схемі електричній принциповій контролера-аналізатора

Розглянемо схемотехнічну організацію блоку пам'яті накопичення показників датчиків контролера-аналізатора забрудненості атмосферного

повітря (рис. 3.20).

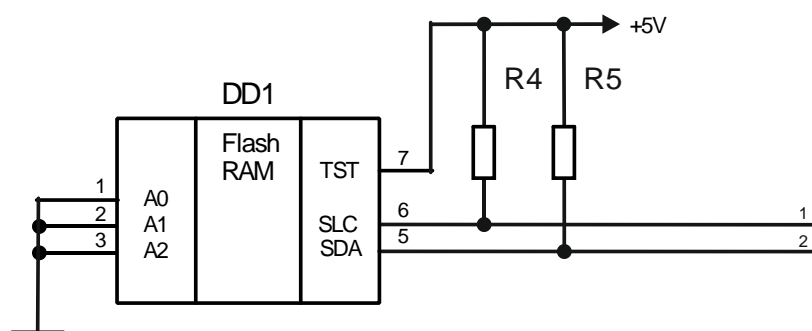


Рисунок 3.20 – Пам'яті накопичення результатів вимірювань на схемі електричній принциповій контролера-аналізатора

Блок пам'яті накопичення показників датчиків реалізовано мікросхемою DD1 постійного запам'ятовуючого пристрою з електричним стиранням flash-типу зі з'єднанням за стандартним інтерфейсом двопровідної шини I2C і резисторами R4-R5 (призначені для підтримки рівню сигналів на контактах ПЗП у відповідності до рекомендацій фірми-виробника при використанні обміну даними шиною I2C).

Основною за функціональним призначенням контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря є його підсистема датчиків забрудненості атмосферного повітря. В складі контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря підсистема датчиків забрудненості реалізована двома типами датчиків і сервісними вузлами.

Схема включення цифрового датчика якості повітря DA1 представлена на рисунку 3.21. Цифровий датчик якості повітря DA1 підключається до мікроконтролера за стандартним інтерфейсом двопровідної шини I2C, оснащений резисторами R6-R7 (призначені для підтримки рівню сигналів на контактах датчика у відповідності до рекомендацій фірми-виробника при використанні обміну даними шиною I2C). Цифровий датчик якості повітря DA1 оснащено конденсатором придушення стрибків напруги живлення C3, що також зроблено у відповідності до рекомендацій фірми-виробника датчика.

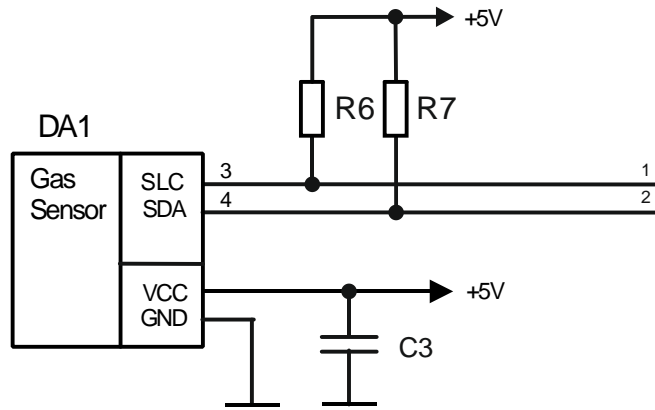


Рисунок 3.21 – Блок цифрового датчика якості повітря

Цифровий датчик якості повітря DA1 орієнтований фірмою-виробником на виявлення побутових забруднень повітря.

Для виявлення більш широкого спектру забруднювачів атмосферного повітря в складі проектного контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря застосовується аналоговий датчик домішок, схема включення якого представлена на рисунку 3.22.

Блок аналогового датчика забруднювачів атмосферного повітря реалізовано датчиком DA2, підсилюючим транзистором VT1 і операційним підсилювачем DA3. Схему оснащено допоміжними резисторами R8-R10 і конденсатором C3. Схема включення датчика і його підключення до мікроконтролера обрана відповідно до рекомендацій фірми-виробника датчика.

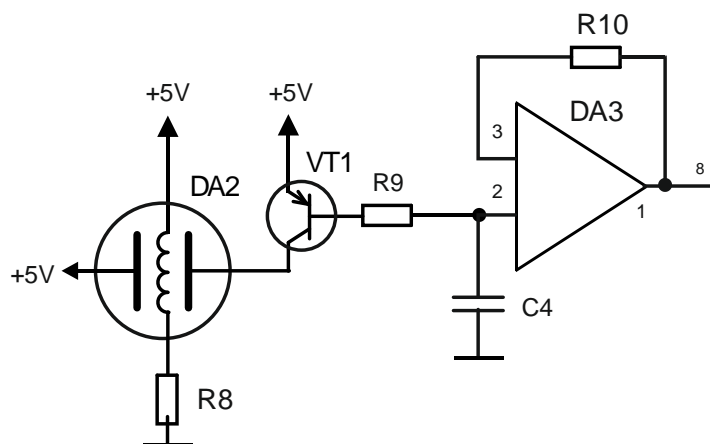


Рисунок 3.22 – Блок аналогового датчика забруднювачів атмосферного повітря

Аналоговий датчик якості повітря забезпечує фіксацію широкого спектру забруднювачів атмосферного повітря, в тому числі отруючих речовин різного утворення (хімічних отруючих речовин тощо). Порівняння результатів спрацьовування аналогового датчика забруднювачів атмосферного повітря DA2 і цифрового датчика якості повітря DA1 є базою для відокремлення побутових забруднень атмосферного повітря і забруднень атмосферного повітря внаслідок застосування або витоку хімічних отруючих речовин.

Сам по собі аналоговий датчик якості повітря в «холодному пасивному режимі» є малоефективним через низьку циркуляцію повітря в корпусі контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря і малу активність хімічних речовин.

Для підвищення ефективності роботи аналогового датчика якості повітря підсистема датчиків контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря оснащена двома сервісними вузлами.

Першим сервісним вузлом підсистеми датчиків контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря є блок керування кулером створення примусової циркуляції повітря в датчику (рис. 3.23).

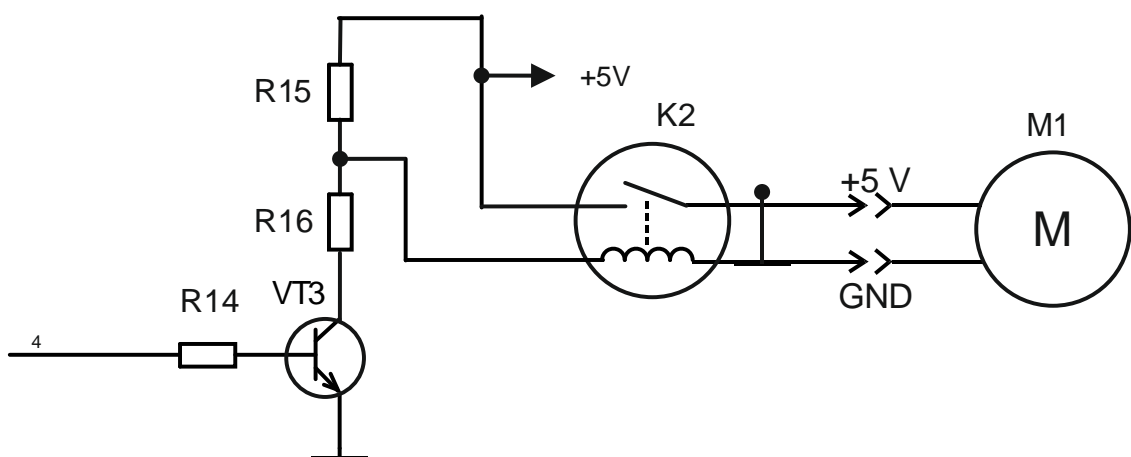


Рисунок 3.23 – Блок керування кулером створення примусової циркуляції повітря в датчику на схемі електричній принциповій контролера-аналізатора

Блок керування кулером створення примусової циркуляції повітря в

датчику утворено підсилювачем керуючого сигналу мікроконтролера на транзисторі VT2 і резисторах R15-R16, реле комутації напруги запуску кулера K2 і безпосередньо самим міні-кулером M1 створення примусової циркуляції повітря в датчику.

Другим сервісним вузлом підсистеми датчиків контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря є блок керування нагрівом повітря в датчику (рис. 3.24).

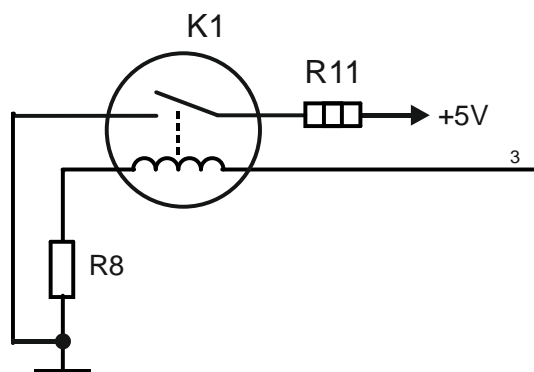


Рисунок 3.24 – Блок керування нагрівом повітря на схемі електричній принциповій контролера-аналізатора

Після короткострокового закачування повітря в датчик його корпус нагрівається разом з оточуючим повітрям термонагрівальним резистором R11, який включається в роботу з допомогою реле K1, що замикається і розмикається за сигналом з мікроконтролера DD2. Відповідно, за зазначеним сигналом включається в роботу або виключається термонагрівальний резистор R11, що забезпечує періодичність роботи нагріву повітря в датчику і закачки повітря до нього під управлінням мікроконтролера DD2. При відключенні резистора R11 і включенні міні-кулера M1 забезпечується примусове повітряне охолодження резистора R11, аналогового датчика забруднювачів атмосферного повітря DA2 та інших електричних елементів контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря.

І на останок розглянемо організацію підсистеми сигналізації та

візуального сповіщення контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря (рисунок 3. 25).

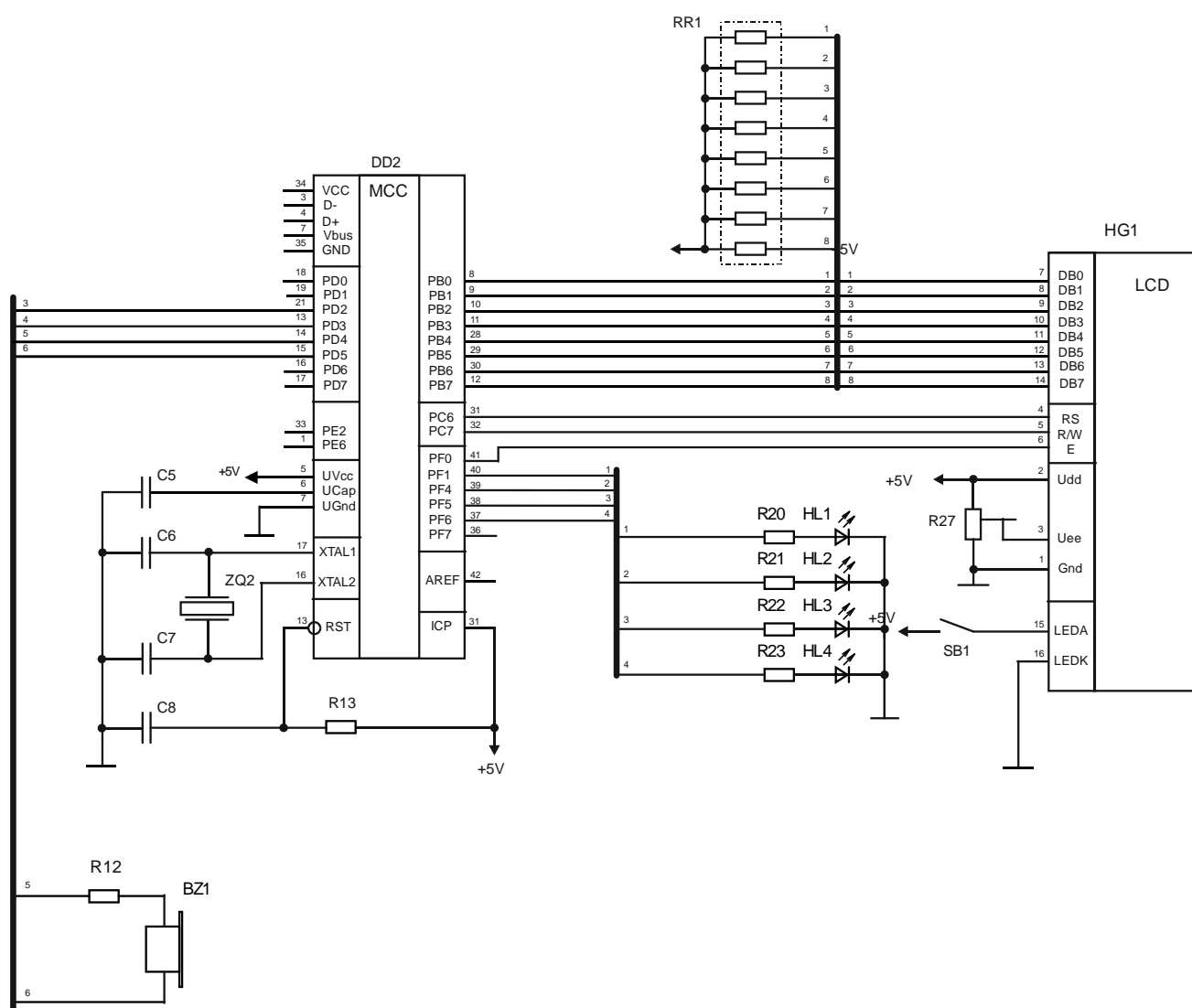


Рисунок 3.25 – Блок керування нагрівом повітря на схемі електричній функціональній контролера-аналізатора

Вузол сигналізатора звукових сигналів контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря утворюють магнітний генератор звуку BZ1 (видає сигнали звукового сповіщення людей про загрози), резистор R12 (для обмеження струму на магнітний генератор звуку – типова схема підключення магнітного генератора звуку до виводів мікроконтролера).

Вузол світлодіодних індикаторів контролера-аналізатора забрудненості

атмосферного повітря утворено з світлодіодів HL3-HL6 і резисторів R20-R23 (для обмеження струму через світлодіоди – стандартна схема підключення світлодіодів до виводів мікроконтролера).

Вузол LCD-індикатора контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря утворюють безпосередньо сам алфавітно-цифровий LCD-індикатор HG1 (призначений для індикації текстових повідомлень про стан контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря та результати його роботи), кнопка SB1 (для включення режиму підсвічування екрану LCD-індикатора HG1), резистор R19 (для регулювання, за потреби, яскравості символів на екрані LCD-індикатора HG1).

В схемі електричній принциповій контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря (рис. 3.15) застосовано конденсатори C10-C12 для придушення стрибків напруги на входах мікросхеми постійного запам'ятовуючого пристрою з електричним стиранням flash-типу DD1, мікросхеми мікроконтролера DD2, алфавітно-цифрового LCD-індикатора HG1.

					КВРКІ.180234.18.02.07 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

3.5 Висновки

В третьому розділі кваліфікаційної роботи наведено комплект описової документації щодо реалізації контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря, а саме:

- опис схеми електричної структурної контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря;
- опис схеми електричної функціональної контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря;
- опис алгоритму роботи контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря;
- опис схеми електричної принципової контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря.

Наведені схемні рішення є основою для виготовлення експериментального зразка контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря.

					КВРКІ.180234.18.02.07 ПЗ	Арк.
						76
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи здійснено розробку контролера-аналізатора забрудненості атмосферного повітря.

Контролер-аналізатор забрудненості атмосферного повітря – електронний блок на основі мікроконтролера ATmega32U4, оснащений допоміжними підсистемами:

- двома датчиками для виявлення небезпечних забруднень атмосферного повітря;
- пам'яттю накопичення результатів вимірювань;
- засобами світлодіодної тривожної сигналізації;
- засобами звукової тривожної сигналізації;
- LCD-індикатором;
- засобами з'єднання з комп'ютером через USB-порт;
- блоком живлення з джерелом автономного живлення (акумулятором).

Робота пристрою базується на використанні двох датчиків оцінювання забрудненості атмосферного повітря з виведенням результату на віднімальному принципі, за яким загроза оцінюється на виключенні з числа загальних виявлених забруднювачів таких, що є побутовими забруднювачами і не становлять цільове призначення приладу.

					КвРКІ.180234.18.02.07 ПЗ	Арк. 77
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Від Сирії до "Новічка". Що ми знаємо про застосування РФ хімічної зброї та наскільки це ефективно. *Суспільне новини*. URL: <https://suspilne.media/219046-vid-litvinenka-do-sirii-so-mi-znaemo-pro-zastosuvanna-rf-himicnoi-zbroi-ta-naskilki-ce-efektivno/> (дата звернення: 20.03.2022).
2. Хімічна зброя: чи використає її росія проти України? *Армія-інформ*. URL: <https://armyinform.com.ua/2022/04/30/himichna-zbroya-chy-vykorystaye-yiyi-rosiya-proty-ukrayiny/> (дата звернення: 30.04.2022).
3. Все, що вам потрібно знати про «Новачок». *Радіо Свобода*. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/vse-shcho-vam-potribno-znaty-pro-novachok/30970191.html> . (дата звернення: 6.04.2022)
4. Хімічна зброя у Маріуполі: все, що відомо натепер. *Радіо Свобода*. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/khimichna-mariupol/31800035.html> (дата звернення: 30.04.2022).
5. Проти людей на "Азовсталі" можуть застосувати хімічну зброю, щоб не дати можливості нікому вийти живим. *ГУР Міноборони*. URL: https://lb.ua/society/2022/04/25/514641_prot_i_lyudey_azovstali_mozhut.html (дата звернення: 5.05.2022).
6. Актуальні питання забруднення атмосферного повітря. *Платформа рішень для менеджерів природоохоронної діяльності*. URL: <https://ecolog-ua.com/news/aktualni-pytannya-zabrudnennya-atmosfernogo-povitrya> (дата звернення: 20.03.2022)
7. Аналізатор якості повітря з екраном CNV JSM-131 5 датчиків, детектор CO₂, TVOC, HCHO. *Rozetka ua*. URL: <https://rozetka.com.ua/ua/331347550/p331347550/> (дата звернення: 6.04.2022) .
8. Blatn BR-smart-126s: PM1.0 PM10 PM2.5 Air Monitor VOCs Formaldehyde Detector. *CE Group lb*. <https://cegroup-lb.com/product/blatn-br-smart->

					КВРКІ.180234.18.02.07 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

126s-pm1-0-pm10-pm2-5-air-monitor-vocs-formaldehyde-detector/ (дата звернення: 6.04.2022)

9. Combustible Gas Detector WT8801. *Wintact company website*. URL: http://www.wintact.net/en/products/product_202002261548533900.html (дата звернення: 6.04.2022).

10. Air Quality Monitor Indoor, Accurate Air Tester Detector for Formaldehyde(HCHO) CO2 TVOC PM2.5/PM10, Home Air Test Kits with Colorful LCD Screen, Suitable for Home Office and Various Occasion. *Amazon company website*. URL: <https://www.amazon.in/Accurate-Detector-Formaldehyde-Colorful-Suitable/dp/B081X63K3B> (дата звернення: 6.04.2022).

11. Fdit JQ-200 Luftdetektor, USB, WLAN, Luftqualitätstester, intelligenter Monitor, Detektor PM2.5, HCHO & TVOC & CO2 Analyzer. *Amazon company website*. URL: <https://www.amazon.de/Fdit-Luftdetektor-Intelligent-Detector-Analyzer/dp/B07M9JVV LH> (дата звернення: 6.04.2022)

12. Сигналізатор витоку горючих газів. *Radioradar net website*. URL: https://www.radioradar.net/radiofan/miscellaneous/warning_device_flammable_gas_leakage.html (дата звернення: 6.04.2022)

13. ProMini ATmega168PA. *Findchips*. URL: https://www.findchips.com/search/ATMEGA168PA-MUR?gclid=CjwKCAjwv-GUBhAzEiwASUMm4IGPTBKleOTvb-mGIvm3qJLUlpEsxBwlyM1yID9RvagOdCVnOd7iYxoCBFwQAvD_BwE (дата звернення: 6.04.2022)

14. Make Your Own Smoke Detector Circuit Using Arduino. URL: <https://www.instructables.com/Make-Your-Own-Smoke-Detector-Circuit-Using-Arduino/> (дата звернення: 6.04.2022)

15. Схема вимірювача на DHT22, BMP180 та MG135. *Sxem org website* URL: <https://sxem.org/2-vse-stati/24-izmereniya/191-dht22-bmp180-mg135> (дата звернення: 8.04.2022)

					КВРКІ.180234.18.02.07 ПЗ	Арк. 79
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

16. ATmega16U4/32U4 Datasheet. *Microchip company website*. URL: https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7766-8-bit-AVR-ATmega16U4-32U4_Datasheet.pdf (дата звернення: 12.04.2022)

17. SGP30 (SGP30-2.5k) sensirion. *SOS Supplier of Solutions*. URL: https://www.soselectronic.com/products/sensirion/sgp30-sgp30-2-5k-260028?vat=1&gclid=Cj0KCQjw1tGUBhDXARIsAIJx01kytMJc6tQpnLkOoBerHN4EarpJFz2ismFJA_KBGmRiW1X6zEIYyYgaAvCHEALw_wcB (дата звернення: 12.04.2022)

18. MQ135 Datasheet PDF – Gas Sensor. *Datasheetcafe*. URL: <http://www.datasheetcafe.com/mq135-datasheet-pdf/> (дата звернення: 12.04.2022)

19. Лорія М. Г., Єлісеєв П. Й., Целіщев О. Б. Цифрова схемотехніка : навчальний посібник. Сєверодонецьк: Вид-во Східноукр. НУ ім. Володимира Даля, 2016. 280 с.

20. Колонтаєвський Ю. П. Комп'ютерна електроніка: навч. Посібник. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 156 с.

21. Квітка С. О. Електроніка та мікросхемотехніка: підручник. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. 223 с.

22. Моделювання та аналіз цифрових схем: підручник / Маланчук Є.З. та ін. Рівне: НУВГП, 2018. 463 с.

23. Рябенський В. М., Жуйков В. Я., Ямненко Ю. С., Борисов О. В. Схемотехніка: пристрої цифрової електроніки: підруч. в 2 т. Т. 1. Київ : КПІ ім. І. Сікорського, 2016. 399 с.

ДОДАТОК А (обов'язковий)

Лістинг програми прошивки мікроконтролера

; Програма для прошивки мікроконтролера (модуль ініціалізації пристрою та обслуговування аналогового датчика)

```
.include "32U4def.inc"  
.device ATMega-32U4
```

```
.cseg  
.org $0000 ;Початкова ініціалізація вузлів мікроконтролера  
    rjmp reset  
.org $000b  
    rjmp recieve  
.org $000d  
    rjmp transmitt  
.org ADCCaddr  
    rjmp convert
```

reset: ;Початкова ініціалізація індикатора

```
    ldi r16,high(ramend)  
    out sph,r16  
    ldi r16,low(ramend)  
    out spl,r16
```

```
    ldi r16, 0b00000010  
    out ddrd,r16
```

```
    ldi r16,0b10011000    ;
```

interrupt enable: Дозвіл переривань

```
    out ucr,r16  
        ldi r16,25  
    out ubrr, r16
```

```
sei
```

```
    ldi r16,0b00000000
```

```
    out admux,r16        ; Порт 0 на видачу даних
```

```
    ldi r16, 0b10001101    ; Налаштування аналогово-цифрового
```

; перетворювача для вимірювань

```
    out adcsr,r16  
    ;sbi adcsr,adsc
```

```
;in r15,adcl  
;in r14,adch
```

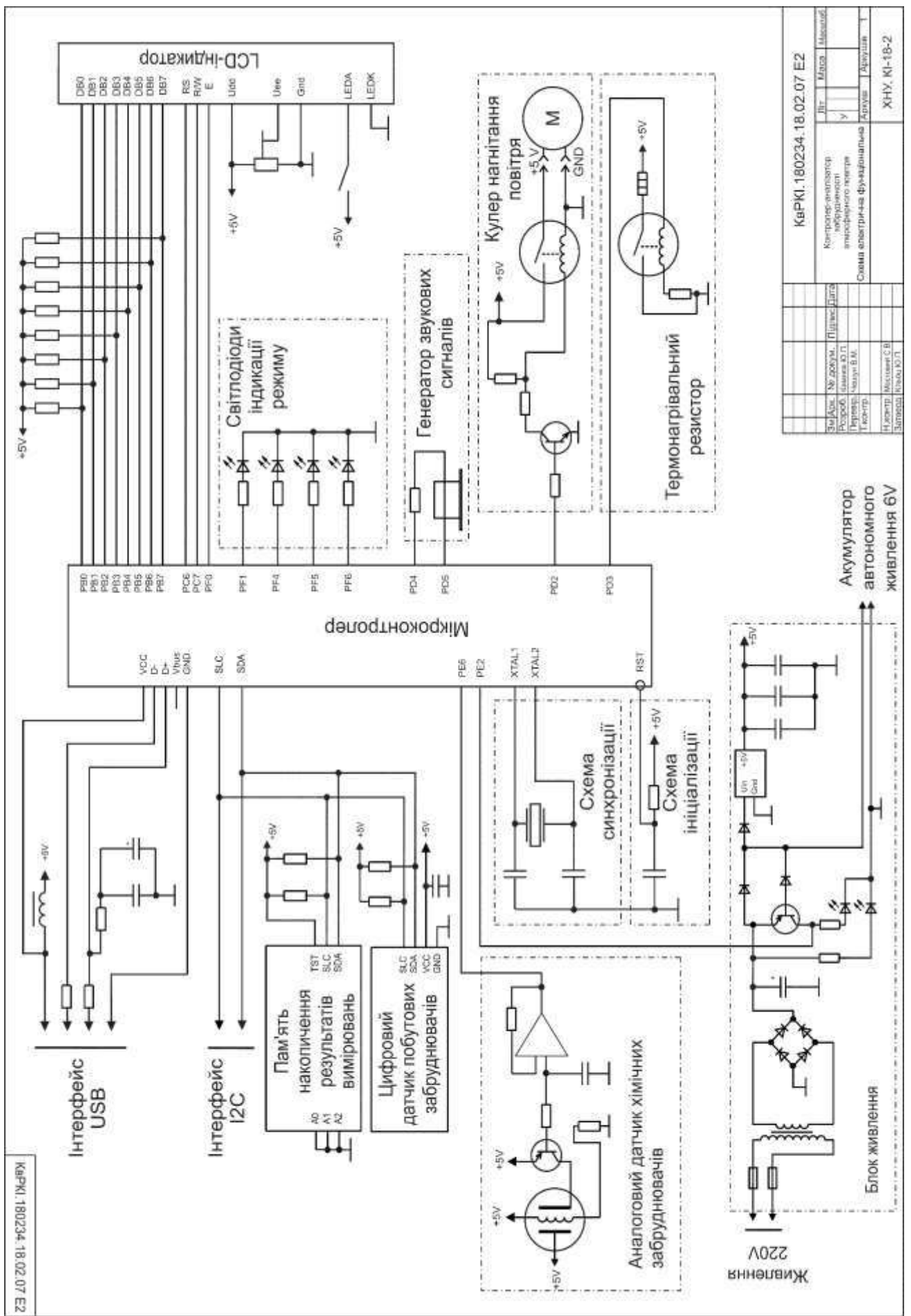
```
main: ; головний модуль – ініціалізація циклу вимірювань  
nop  
;sbic pinb,1  
;sbi ucr,5  
;sbis pinb,1  
;cbi ucr,5  
;rcall delay  
rjmp main
```

```
convert: ; перетворення результатів вимірювань в числа  
in r17, adcl  
in r18, adch  
bst r18,1  
bld r18,7  
bst r18,0  
bld r18,6  
andi r18,0b11000000  
lsr r17  
lsr r17  
or r18,r17  
;out udr,r18  
cpi r19,0  
breq n0  
cpi r19,1  
breq n1  
cpi r19,2  
breq n2  
cpi r19,3  
breq n3  
cpi r19,4  
breq n4  
cpi r19,5  
breq n5  
cpi r19,6  
breq n6  
cpi r19,7  
breq n7  
;reti  
n0:  
mov r5,r18
```

```
inc r19
out ADMUX, r19
sbi ADCSR, ADSC
reti
n1:
mov r6,r18
inc r19
out ADMUX, r19
sbi ADCSR, ADSC
reti
n2:
mov r7,r18
inc r19
out ADMUX, r19
sbi ADCSR, ADSC
reti
n3:
mov r8,r18
inc r19
out ADMUX, r19
sbi ADCSR, ADSC
reti
n4:
mov r9,r18
inc r19
out ADMUX, r19
sbi ADCSR, ADSC
reti
n5:
mov r10,r18
inc r19
out ADMUX, r19
sbi ADCSR, ADSC
reti
n6:
mov r11,r18
inc r19
out ADMUX, r19
sbi ADCSR, ADSC
reti
n7:
mov r12,r18
clr r19
```

```
out ADMUX, r19
ldi r16,0b00101000 ;UDRIE enable & Tx enable
out ucr,r16
;out udr,r19
reti
```

```
recieve: ; Процедура вимірювань
in r23, udr
ldi r16,0b00001000
out ucr,r16
cpi r23, 'a'
breq sc
reti
sc:
clr r19
out ADMUX, r19
sbi ADCSR, ADSC
reti
```

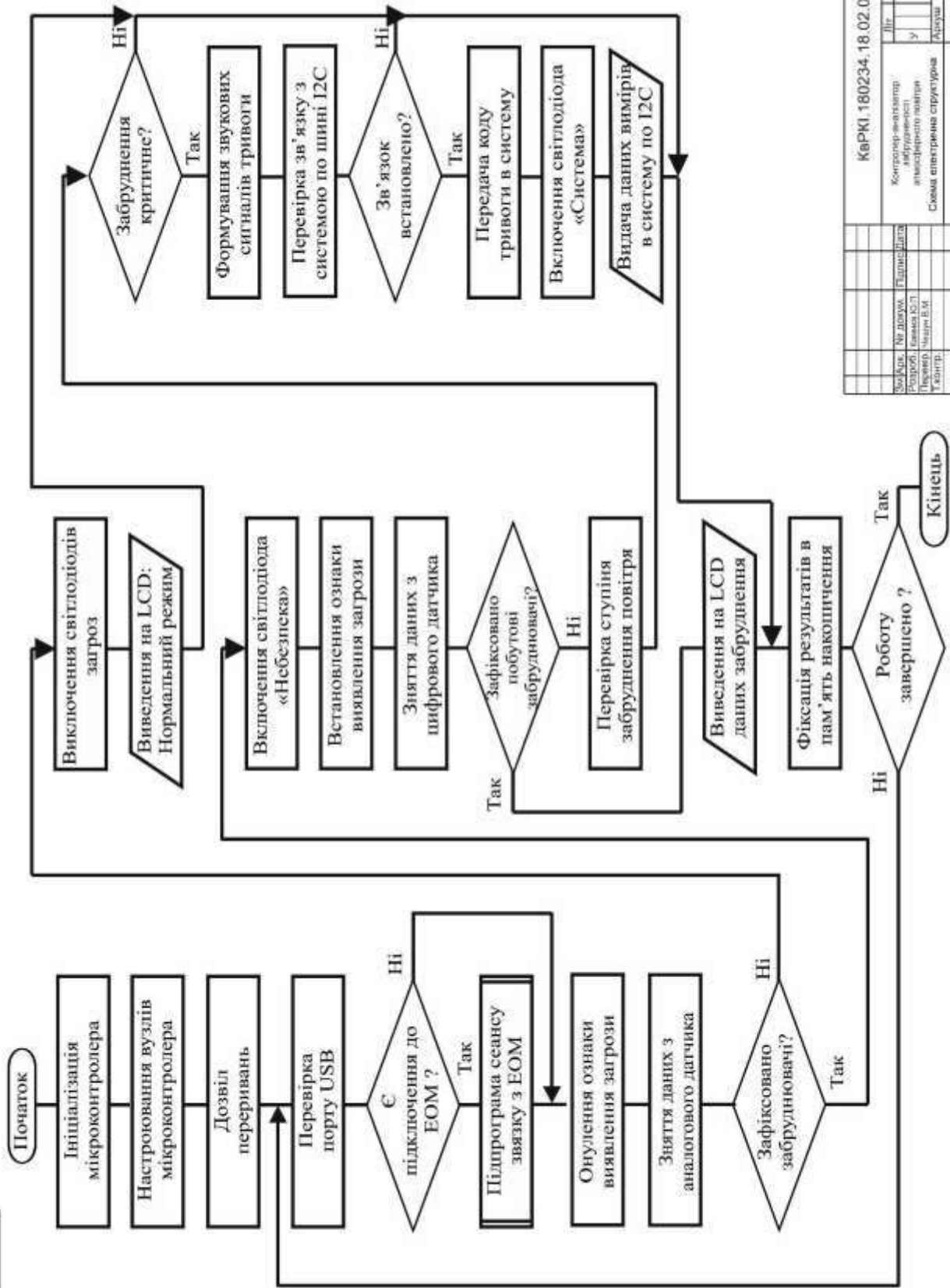
КвРКІ.180234.18.02.07.E2

КвРКІ.180234.18.02.07.E2		Лист	Матра	Масштаб
Зм.Док. № док.м.	Підпис	Дата	у	
Розроб: Ірина Ю.П.				
Ілюстр: Ірина В.В.				
Начальн. проекту				
Затверд.	Місцева С.В.			
	Ірина Ю.П.			
			Архив	Друкує
			ХНУ. КІ-18-2	

Акумулятор автономного живлення 6V

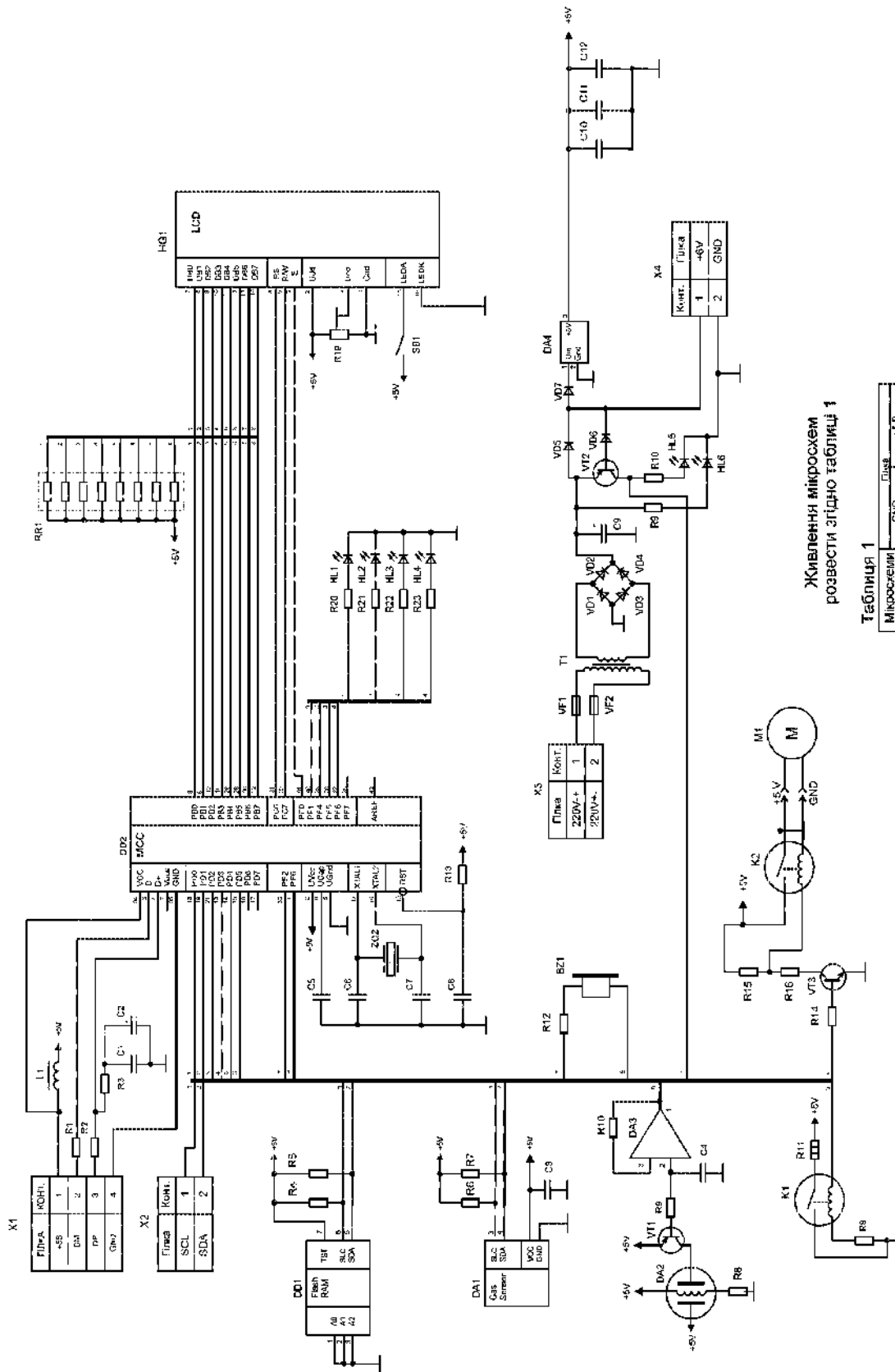
Блок живлення

Живлення 220V



КерПКІ.180234.18.02.07.E8

Забуд.	№ докум.	Підпис/Дата	Ілр	Маса	Масштаб
Розроб.	Листової С.П.		у		
Перевір.	Матвій В.М.				
Техніч.					
Н.контр.	Міхалюк С.В.				
Затверд.	Козак Ю.П.				
Система електрична структура			ХНУ, КІ-18-2		

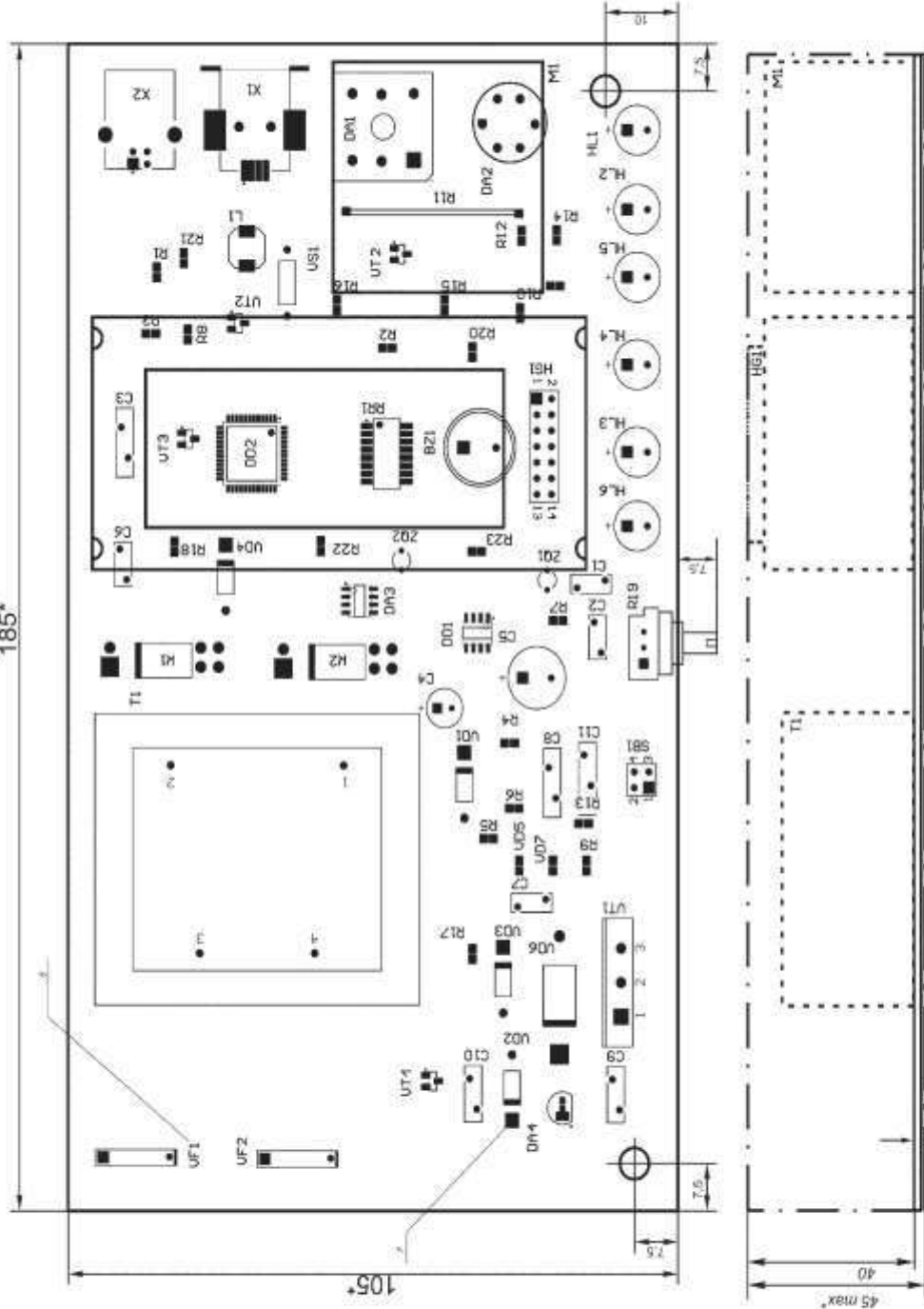


Живлення мікросхеми розв'язати згідно таблиці 1

Таблиця 1

Мікросхема	ГND	Питання	Відповідь
DD1	4	78L05	8
DD2	15, 23, 36, 43	7805	14, 24, 34, 44

ББК1.180234.18.02.10.E3	
Конт.	Питання
1	78L05
2	7805



1. * Розміри для довідок
2. Встановлення елементів виконувати за ОСТ 4.010.031-89. Крок координатної сітки 2,5мм
3. Приліп ПОС 61
4. Клей ЛН ОСТ 4ГО.029.205
5. Позначення елементів відповідають схемі електричній принципів КвРКІ.180234.18.02.07 Е3
6. Довжина виступаючих виводів за плату 0,5... 1,5мм
7. Маркування плюса конденсаторів та діодів показано умовно
8. Плату з обох боків покривають лаком УФ-231. Т1.5 поладання лаку в зону отворів не допускається. Замінник лаку: ЕП-730. Т1.4.

КвРКІ.180234.18.02.07 СК		Лт	Маса	Макс. шк.
Зад. Ак.	М.р. Друк.	Підпис	Датум	У
Розроб.	Викон.	Перев.	Затв.	У
Узгод.	Узгод.	Узгод.	Узгод.	У
Н. Катрич		М. Степан		ХНУ, КІ-18-2
Затв. 012		01.04.10		
Нормативні документи		Складові креслення		
Масштаб		2:1		

Позиц. познач.	Найменування	Кільк.	Примітка
	<u>Магнітний генератор звуку</u>		
BZ1	KPX-G1205B (KEPO)	1	
	<u>Конденсатори</u>		
C1	C-0805 100 nF 10 % 50 V X7R	1	
C2	CD-110 10 mkF 20 % 50 V 5x11mm	1	
C3,C4	C-0805 10 pF 10 % 50 V X7R	2	
C5	C-0805 100 nF 10 % 50 V X7R	1	
C6-C7	C-0805 18 pF 10 % 50 V X7R	2	
C8	C-0805 100 nF 10 % 50 V X7R	1	
C9	CT-100±20%-010-A 2200 mk *25V	1	
C10-C12	C-0805 1 mkF 10 % 16 V X7R	3	
	<u>Мікросхеми</u>		
DA1	SGP30	1	Датчик цифровий
DA2	MQ-135	1	Датчик аналоговий
DA3	LM393	1	Операц. підсилювач
DA4	78L05	1	Стабілізатор 5В
DD1	24LC1025 EEPROM Serial-I2C	1	Flash-3П
DD2	ATmega32U4	1	Мікроконтролер
	<u>LCD-індикатор</u>		
HG1	WH1604A-YGH-CT	1	

				КвРКІ.180234.18.02.07 ПЕЗ				
Зм.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата	Контролер-аналізатор забрудненості повітря хімічної лабораторії Перелік елементів	Літера	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Камінев Ю.П.		<i>[Signature]</i>	5.06.22		у		3
Перевір.	Чешун В.М.		<i>[Signature]</i>	5.06.22			1	
Н.контр.	Мостовий С.В.		<i>[Signature]</i>	08.06.22				
Затверд.	Кльон Ю.П.		<i>[Signature]</i>	08.06.22				
						ХНУ, КІ-18-2		

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальное совпадение с одним документом 0.0%

Словари проверки: en_US, ru_RU, ua_UA. Ошибок в документах: 11%

ID: 104456 Название: Контролер-аналізатор забрудненості атмосферного повітря Добавлено в БД: 2022-06-04 Авторы: Камнев Юрій Павлович Руководители: Чешун В.М. Консультанты: Опоненты:	Документ		Суммарное совпадение по Базе Данных	
	Символы	Лексемы	Символы	Лексемы
	89478	1230	1304 (1%)	17 (1%)

Источник плагиата

ID	Описание	Наличие плагиата в документе	
		Символы	Лексемы

Ім'я користувача:
Кафедра кібербезпеки

Дата перевірки:
04.06.2022 19:15:13 EEST

Дата звіту:
04.06.2022 19:17:14 EEST

ID перевірки:
1011462122

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

ID користувача:
100008300

Назва документа: Камнев

Кількість сторінок: 81 Кількість слів: 14485 Кількість символів: 113009 Розмір файлу: 1.80 MB ID файлу: 1011340404

4.68% Схожість

Найбільша схожість: 1.17% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1008278827)

2.82% Джерела з Інтернету

216

Сторінка 83

2.86% Джерела з Бібліотеки

137

Сторінка 84

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

11

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ

КАФЕДРИ КІБЕРБЕЗПЕКИ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Контролер-аналізатор забрудненості атмосферного повітря

Автор: Камнєв Юрій Павлович

Спеціальність: 123 – Компютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Чешун Віктор Миколайович, к.т.н. доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи.	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	

Підтвердження:

Оригінальність тексту роботи за результатами перевірки системою Unicheck складає 95,32%, оригінальність тексту роботи за результатами перевірки системою Anti-Plagiarism v-15.257 складає 100%.

Згідно з Положенням про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті (<http://www.khnu.km.ua/root/files/01/10/03/0005.pdf>) така авторська робота, обсяг оригінального тексту у відсотках до загального обсягу матеріалу в якій складає 90-100 %, визнається роботою з високою унікальністю тексту.

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

1. Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 4,68%, з яких 1,17% є збігами з одним джерелом, зумовленими наявністю типових полів з стандартизованим текстом на титульній сторінці і в рамках пояснювальної записки.

2. В тексті пояснювальної записки на 81 сторінку тексту виявлено лише 4 збіги у фрагментах речень довжиною до 10 слів в описах технічних характеристик елементної бази (посилання на джерело при цьому вказується), та 3 збіги, які утворюють загальноживані фрази.

3. Інші збіги є збігами в назвах використаних друкованих видань, розміщених в переліку джерел посилань.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри кібербезпеки

7.06.2022р.

В. М. Чешун

С. М. Лисенко

Ю. П. Кльоц

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

освітнього ступеня «бакалавр»

Студент Камнєв Юрій Павлович

Тема Контролер-аналізатор забрудненості атмосферного повітря

Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія

Обсяг кваліфікаційної роботи освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»:

кількість листів креслень 6; кількість сторінок записки 79.

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень У кваліфікаційній роботі розроблено контролер-аналізатор забрудненості атмосферного повітря – електронний блок на основі мікроконтролера ATmega32U4. Робота пристрою базується на використанні двох датчиків оцінювання забрудненості атмосферного повітря з виведенням результату на віднімальному принципі, за яким загроза оцінюється на виключенні з числа загальних виявлених забруднювачів таких, що є побутовими забруднювачами і не становлять цільове призначення приладу.

2. Висновок про відповідність кваліфікаційної роботи завданню Кваліфікаційна робота у повній мірі відповідає поставленому завданню як в теоретичній, так і в практичній частині

3. Характеристика виконання кожного розділу роботи, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: В кваліфікаційній роботі якісно та в повній мірі проведено аналіз існуючих систем-аналогів проєктованого пристрою, досліджено їх переваги для наслідування та недоліки, яких слід уникати. На підставі огляду існуючих аналогів визначено і обґрунтовано базові принципи будови проєктованого пристрою, розглянуті питання, які мають відношення до теми дипломного проєкту.

Робота пристрою детально описана в пояснювальній записці, де також приведені розрахунки та обґрунтування, представлений детальний алгоритм роботи модуля. Графічний матеріал містить схеми електричні структурну, функціональну і принципову пристрою, блок-схему алгоритму його роботи та допоміжні матеріали.

В загальному усі розділи відповідають завданню та містять сучасні методи вирішення поставлених задач.

4. Позитивні сторони роботи Оригінальний принцип роботи пристрою, що базується на використанні двох датчиків оцінювання забрудненості атмосферного повітря з формуванням результату на віднімальному принципі, за яким загроза оцінюється на виключенні з числа загальних виявлених забруднювачів таких, що є побутовими забруднювачами і не становлять цільове призначення приладу

5. Негативні сторони роботи роботи Відсутність результатів експериментальної апробації роботи пристрою на різних видах і концентраціях забруднювачів атмосферного повітря

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи Комплекс технічної документації на розробку виконано відповідно до теми кваліфікаційної роботи з дотриманням вимог діючих державних стандартів. В пояснювальній записці докладно описана робота розробленого пристрою, приведені необхідні розрахунки та обґрунтування, представлений алгоритм роботи. Розроблено електричну структурну, функціональну і принципову схеми проєктованого пристрою, виконаний розрахунок показників надійності, обчислені собівартість і ціна модуля. Для схеми електричної принципової приведені перелік елементів.

7. Відгук про роботу в цілому В загальному кваліфікаційна робота заслуговує позитивної оцінки. Весь матеріал кваліфікаційної роботи структурований, чіткий та послідовний. Усі розділи роботи послідовні та логічні, що дозволяє чітко розуміти викладений матеріал в рамках тематики кваліфікаційної роботи. Графічний матеріал дозволяє наочно побачити доцільність та ефективність рішень, які були прийняті за основу для досягнення поставленої мети.

8. Інші зауваження Окремі описи в пояснювальній записці подано занадто деталізовано, в описах схем пристрою зустрічається дублювання окремих пояснень різними словами, що ускладнює сприйняття матеріалу фахівцями в обраній предметній галузі і робить пояснювальну записку занадто великою за обсягом як для кваліфікаційної роботи бакалавра

9. Оцінка кваліфікаційної роботи Враховуючи всі позитивні та негативні сторони представленої кваліфікаційної роботи, можна зробити висновок, що вона заслуговує оцінку «добре».

РЕЦЕНЗЕНТ (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи)

Огнєвий Олександр Вікторович, к.т.н., доцент кафедри ТМІТ

« 10 » 06 2022.

 (підпис)