

Галицький коледж імені В'ячеслава Чорновола
відділення комп'ютерних та видавничих технологій
циклова комісія інформатики та комп'ютерних дисциплін

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач відділенням
комп'ютерних та видавничих
технологій

Чубей О.О. / _____ /
підпис

«___» _____ 2020 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проєкту

освітньо-кваліфікаційного рівня «молодший спеціаліст»

зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології»

на тему: «Портативний вимірювач забруднення повітря»

Студент групи К-47

Осадчук О.Я.

(підпис)

Керівник проєкту

Павлюс В.П.

(підпис)

Консультанти:

з техніко-економічного
обґрунтування

Меленчук Л.І.

(підпис)

нормоконтролер

Гавришків Н.Г.

(підпис)

Галицький коледж імені В'ячеслава Чорновола
відділення комп'ютерних та видавничих технологій
циклова комісія інформатики та комп'ютерних дисциплін

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач відділенням
комп'ютерних та видавничих
технологій

Чубей О.О. / _____ /
підпис

« ____ » _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломне проектування
на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «молодший спеціаліст»
студенту _____
(прізвище, ім'я та по-батькові студента)

1. Тема проекту _____

затверджена наказом по коледжу від “ ____ ” _____ 2019 р., № _____

2. Термін здачі студентом завершеного проекту “ ____ ” _____ 2020 р.

3. Вихідні дані до проекту _____

4. Перелік питань, які повинні бути розроблені в проекті:

а) основна частина _____

б) техніко-економічне обґрунтування _____

5. Перелік графічного матеріалу _____

6. Консультанти проекту: _____

Розділ	Консультанти	Підпис, дата	
		Завдання видано	Завдання прийнято
з техніко-економічного обґрунтування	_____ (вчена ступень, звання П.І.Б. консультанта)		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН дипломного проектування

№ п/п	Найменування етапу	Терміни	
		початку	завершення
1.	Вибір теми, ознайомлення з вимогами до дипломного проектування.	20.11.2019 р.	04.12.2019 р.
2.	Огляд типових рішень та написання відповідного розділу ПЗ	05.12.2019 р.	06.12.2019 р.
3.	Дослідження технологій реалізації та написання відповідного розділу ПЗ	30.01.2020 р.	30.01.2020 р.
4.	Розробка функціональних вимог до проекту та робота над структурою програмного продукту. Написання відповідного розділу ПЗ	10.02.2020 р.	25.02.2020 р.
5.	Встановлення на налаштування середовища реалізації	15.03.2020 р.	25.03.2020 р.
6.	Проектування програмного засобу (функціоналу, інтерфейсу, бази даних продукту)	26.03.2020 р.	08.04.2020 р.
7.	Реалізація та налаштування програмного засобу	09.04.2020 р.	28.05.2020 р.
8.	Доопрацювання модулів	29.05.2020 р.	05.06.2020 р.
9.	Тестування на налагодження продукту	10.06.2020 р.	11.06.2020 р.
10.	Опрацювання економічного розділу	11.06.2020 р.	13.06.2020 р.
11.	Робота над оформленням пояснювальної записки	13.06.2020 р.	17.06.2020 р.
12.	Попередній захист дипломного проекту, доопрацювання	18.06.2020 р.	
13.	Підготовка до захисту дипломного проекту	18.06.2020 р.	25.06.2020 р.
14.	Захист дипломного проекту	26.06.2020 р.	26.06.2020 р.

7. Дата видачі завдання “___” _____ 2019 р.

Керівник _____ /

Завдання прийняв до виконання _____ /

Реферат

Дипломний проєкт. Тема: «Портативний вимірювач забруднення повітря» містить сторінок – 64, рисунків - 31, таблиць - 3, джерел - 11, додатків - 2, блок-схеми - 1.

Метою проєкту є дослідження теоретичних та практичних основ систем аналізування забруднення навколишнього середовища.

Об'єктом дослідження для подальшої розробки є автономні системи оцінювання стану забруднення повітря.

Головним завданням є побудова портативного пристрою для вимірювання забруднення повітря.

Результатом дипломного проєктування став портативний прилад для розрахунку та визначення контролю якості забруднення повітря.

Під час реалізації проєкту використовувалась мікроконтролерна плата Arduino UNO, побудована на основі апаратно-обчислювальної платформи для аматорського конструювання. Середовищем розробки було обрано Arduino IDE, яке складається з вбудованого текстового редактора програмного коду, консолі, панелі інструментів тощо. Для завантаження програми та типового зв'язку між компонентами й технологією виконується підключення системної частини до апаратної. Сам процес кодування відбувався за допомогою мови програмування Wiring, яка є доволі схожа до C/C++.

ARDUINO UNO, ARDUINO IDE, АНАЛІЗУВАННЯ, СИСТЕМА, ПОРТАТИВНИЙ ВИМІРЮВАЧ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ, АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА, КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ, РІВЕНЬ ЗАБРУДНЕННЯ.

Abstract

Diploma project. Topic: "Portable air pollution meter" contains 64 pages, 31 figures, 3 tables, 11 sources, 2 applications, 1 flowcharts.

The purpose of the project is to research the theoretical and practical foundations of pollution analysis systems.

The object of research for further development are autonomous systems for assessing the state of the atmosphere.

The main task is to build a portable device for measuring air pollution.

The result of the diploma designing became a portable device for calculating and determining the quality of air pollution.

During the project implementation the Arduino UNO microcontroller board was used, built on the basis of a hardware and computer platform for amateur's design. The development environment was Arduino IDE, which consists of a built-in text editor code, console, toolbar and more. To download the program and the typical connection between components and technology, the system part is connected to the hardware. The encoding process itself took place using a programming language Wiring which is quite similar to C / C++.

ARDUINO UNO, ARDUINO IDE, ANALYSIS, SYSTEM, PORTABLE AIR POLLUTION METER, AUTOMATED SYSTEM, QUALITY CONTROL, QUALITY CONTROL.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Аналіз існуючих рішень та постановка завдання.....	8
1.1 Обґрунтування доцільності створення системи	8
1.2 Огляд існуючих рішень.....	10
1.3 Постановка задачі.....	13
2 Проєктування системи	15
2.1 Формалізація вимог до системи.....	15
2.2 Проєктування структури системи	16
2.3 Проєктування алгоритму роботи системи	18
3 Реалізація та тестування системи.....	19
3.1 Вибір засобів реалізації.....	19
3.2 Реалізація механічної структури	33
3.3 Реалізація електричної схеми	40
3.4 Реалізація програмного забезпечення	41
3.5 Тестування роботи пристрою	48
4 Техніко-економічне обґрунтування	51
4.1 Аналіз ринку	51
4.2 Розрахунок витрат на проєктування.....	52
4.3 Обґрунтування необхідності розробки	55
Висновки.....	56
Перелік джерел посилань	57
Додатки.....	58

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Осадчук О.Я.			Портативний вимірювач забруднення повітря	Лім.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Павлюс В.П.					5	64
Реценз.		Чубей О.О.				ГК. КВТ. К - 47		
Н.контр.		Гавришків Н.Г.						
Зав. відділ.		Чубей О.О.						

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ІС – інформаційна система

РК – рідкокристалічний

ОС – операційна система

ПЗ – програмне забезпечення

ПК – персональний комп'ютер

USB – Universal Serial Bus

LCD – Liquid Crystal Display

UART – Universal Asynchronous Receiver-Transmitter

RST – Reset

CS – Chip Select

DC – Data Command

DIN – Data In

CLK – Clock

VCC – Voltage Common Collector

BL – Backlight

GND – Ground

DIY – Do it yourself

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		6

ВСТУП

Портативні прилади є дуже популярними та оточують сучасну людину з усіх боків. Вони використовуються в найрізноманітніших сферах діяльності, таких як: ігрова індустрія, наукові експедиції, розвідка, кулінарія, в побуті тощо.

Портативний пристрій – це персональний гаджет, який може бути зручно транспортований однією людиною і має здатність до увімкнення в робочий стан, найчастіше з автономним живленням, з опціональною можливістю підключення до мережі електроживлення.

Протягом останніх кількох років ми спостерігали підвищене розповсюдження мобільних пристроїв по всьому світу. Збільшилась не тільки кількість користувачів мобільних пристроїв, але й посилилась взаємодія споживачів з їхніми мобільними пристроями у різних повсякденних справах. Ми вже пережили пік розповсюдження мобільних пристроїв, під час якого кількість мобільних засобів з доступом до інтернету перевищила кількість стаціонарних засобів на багатьох ринках, у найбільш розвинених країнах. Взаємодія споживачів з брендами зараз є більш фрагментарною і багатошаровою, аніж коли-небудь раніше. Споживачі ведуть напружений спосіб життя, для якого багатозадачність – це норма.

Та чи є дані прилади такі ж корисні, як і цікаві? На даний час, головною проблемою всього людства є ніщо інше, як забруднення навколишнього природного середовища. І з'являється все більший попит на гаджети, які надають змогу вимірювати, оцінювати стан довкілля, в залежності від місця забруднення:

- земля;
- вода;
- повітря.

Озонові діри, пластик в морях, проблеми з легенями – це все те, з чим людині прийдеться зіштовхуватися і надалі, якщо ніяких змін не відбудеться!

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1 Обґрунтування доцільності створення системи

Питання про забруднення повітря на сьогоднішній день є пріоритетним. Оглядаючись на останні події можна зрозуміти, що викиди в атмосферу стають все більш небезпечними та фатальними для майбутнього нашої планети, а потреба у вимірювальних пристроях якості повітря стає все більш необхідною.

Якість повітря у виробничих, офісних, житлових приміщеннях, у громадських місцях та місцях великого скупчення людей повинна відповідати законодавчо встановленим санітарно-гігієнічним нормам. Контроль рівня вуглекислого газу, наявності в повітрі токсичних чи вибухонебезпечних речовин є не просто необхідністю, а запорукою збереження здоров'я та навіть і життя людей.

Забруднення атмосфери – це зміни газового складу атмосфери в результаті вмісту в ній домішок. Аналіз забруднення повітря є чи не найскладнішим завданням аналітичної хімії, оскільки повітря є рухомою системою, склад якої постійно змінюється, а одна проба може містити десятки і сотні органічних та неорганічних сполук. Крім того, концентрація токсичних речовин в атмосфері може бути мізерно малою – 10^{-4} - 10^{-7} % і нижче [1].

Забруднення атмосфери викликає такі глобальні проблеми як потепління клімату (парниковий ефект), кислотні дощі, руйнування озонового шару, опустелювання та інші. Природними джерелами забруднення є вулканічні виверження, пилові бурі, космічний пил, гейзери, лісові та степові пожежі, виділення рослин, тварин та мікроорганізмів. Деякі шкідливі домішки (вуглекислий газ, оксид вуглецю, сірководень, хлориди й інші сполуки) поступають в атмосферу з океану. Особливість природних забруднень полягає в тому, що вони не такі токсичні, як антропогенні, і діють періодично.

В результаті антропогенної діяльності здійснюється штучне забруднення, при цьому значно змінюється склад атмосферного повітря. За особливостями будови і впливу розрізняють такі види антропогенних забруднювачів:

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		

- хімічні – газоподібні речовини, здатні вступати в реакції з компонентами повітря, наприклад CO, CO₂, SO₂, NO_x;
- механічні – викиди цементних заводів, дим, сажа і інші.

В антропогенному забрудненні атмосфери найбільш значну роль відіграють виробничі та побутові процеси. Маса забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферу зображена у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Речовина	Природне походження	Антропогенне походження
CO	-	$3,5 \cdot 10^8$
SO ₂	$1,4 \cdot 10^8$	$1,45 \cdot 10^8$
NO _x	$1,4 \cdot 10^9$	$(1,5 - 2) \cdot 10^7$
Аерозоль (пил)	$(7,7 - 22) \cdot 10^{10}$	$(10 - 26) \cdot 10^{10}$
Полівінілхлорид	-	$2 \cdot 10^6$
O ₃	$2 \cdot 10^9$	-
Вуглеводні	10^9	10^6
Pb	-	$2 \cdot 10^6$
Hg	-	$5 \cdot 10^3$
CO ₂	10^{12}	$0,18 \cdot 10^{11}$
H ₂ S	$2 \cdot 10^7$	$0,36 \cdot 10^7$

Основними джерелами антропогенного забруднення атмосфери в Україні та більшості країн світу є:

- об'єкти теплоенергетики (теплові електростанції, топки котелень та будівель);
- промислові підприємства (чорної, кольорової металургії, хімічної промисловості, машинобудування, об'єкти видобутку і переробки природних копалин);

- транспорт (переважно автотранспорт);
- підприємства агропромислового комплексу (тваринницькі комплекси, рілля і рослинництво, консервні заводи тощо).

1.2 Огляд існуючих рішень

Для початку потрібно розглянути вже існуючі прилади для вимірювання забруднення повітря в навколишньому середовищі.

Кількість фірм, які спеціалізуються на даній продукції чимало, однак пристрої для індивідуального використання виготовляють лише деякі з них. Розглянемо найвідоміші такі пристрої від компаній Xiaomi, uNoo та СЕМ.

Компанія Xiaomi виробляє фірмовий аналізатор забрудненості повітря Mijia Air Detector. Він відстежує відразу п'ять показників, а не один, як у більшості моделей. В середині гаджета знаходиться лазерний детектор шкідливих часток PM2.5 розміром до 0.3 мкм, які можуть осідати в легенях і викликати серйозні захворювання дихальних шляхів. Два сенсора компанії Sensirion оцінюють рівень вуглекислого газу і летючих органічних сполук. Вони також вимірюють температуру в приміщенні і вологість повітря. Корпус аналізатора залишає враження монолітного пристрою. Прилад зображений на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Аналізатор забрудненості повітря Mijia Air Detector

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		10

Всі показники виводяться на сенсорному 3.97-дюймовому дисплеї, датчик освітлення дозволяє автоматично регулювати його яскравість, щоб підсвічування не разило очі вночі.

У звичайному режимі Xiaomi Mijia Air Detector підключений до мережі через порт USB Type-C, але завдяки вбудованому акумулятору його можна тимчасово відключити і змінювати налаштування без звисаючих проводів. Інтерфейс автоматично змінює орієнтацію при повороті, але ставити аналізатор на стіл у вертикальному положенні не можна - так закриваються вентиляційні отвори.

Перевагою Xiaomi Mijia Air Detector є те, що він інтегрований з пристроями «розумного будинку» компанії Xiaomi і має змогу підтримувати оптимальний мікроклімат, керуючи кондиціонерами і очисниками повітря. Зовнішній вигляд приладу нагадує настільний годинник. Розробники додали в пристрій також функцію прогнозу погоди.

Недоліком пристрою є відсутність української локалізації інтерфейсу користувача.

Розумний аналізатор uHoo від однойменної компанії розповість все про якість повітря в будинку або офісі. Даний прилад зображений на рисунку 1.2.



Рисунок 1.2 – Розумний аналізатор повітря uHoo

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		11

Цей гаджет вміє проводити кілька типів аналізу повітря, включаючи такі, як:

– Тверді мікрочастинки. Сенсори uNoo можуть визначати наявність пилку різних рослин, а також пилу в повітрі. Все це практично неможливо побачити, але для людей з різними хворобами дихальних шляхів або алергією подібні домішки негативно впливають. uNoo повідомить, якщо частинок в повітрі більше, ніж допускається нормами.

– Шкідливі хімічні речовини. uNoo здатний виявляти шкідливі речовини, джерелом яких може бути фарба, розчинники, клей в меблях тощо. На жаль, розробники не вказують, які саме речовини виявляються пристроєм.

– Вуглекислий газ. Якщо вуглекислого газу в приміщенні занадто багато, то це може негативно впливати на працездатність і загальне самопочуття. uNoo повідомить, коли потрібно провітрити приміщення.

Крім того, розробники uNoo передбачили наявність температурного сенсора і датчика вологості повітря. Вологість і температура - дуже важливі параметри і за ними також потрібно стежити.

На жаль, в даному пристрої також відсутня українська локалізація інтерфейсу користувача.

Останнім прикладом є аналізатор якості повітря SEM DT-9881. Даний лічильник мікрочастинок з унікальним кольоровим TFT РК-дисплеєм розміром 2,8 дюймів та вбудованою камерою для зйомки відео та фотографій, які зберігаються на внутрішній пам'яті або на microSD-картці. DT-9881 може вимірювати до 6 каналів маленьких частинок.

Використовуючи програмне забезпечення, надається можливість створення звітів з відео, фотографій та даних. DT-9881 також може виявляти та вимірювати концентрацію газу НСНО (метанал) та СО (монооксид вуглецю). Сам пристрій характеризується як міні-лабораторія екологічного контролю для визначення таких параметрів:

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		12

- Вміст у повітрі дрібнодисперсних (0,3; 0,5; 1,0; 2,5; 5,0; 10 мкм) частинок (пилу).
- Концентрація чадного газу і формальдегіду в навколишньому середовищі.
- Температура повітря.
- Відносна вологість повітря.
- Температура точки роси.

Апарат зображений на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Аналізатор забрудненості повітря CEM DT-9881

1.3 Постановка задачі

Основне призначення вимірювальних приладів – наочний показ досліджуваного параметра за допомогою певного пристрою, можливість запису значення на різних носіях, вироблення сигналу поточного значення для системи автоматичного регулювання.

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		13

Деякі вторинні прилади містять контактну групу для сигналізації граничних значень параметра та інтегратор.

Крім зазначених функцій вимірювальні прилади можуть виконувати і реєструвальні функції. Реєструвальні прилади застосовуються для вимірювання фізичних величин — параметрів, процесів чи властивостей об'єкта у динамічних режимах, коли значення вимірюваної величини (температура, тиск) безперервно змінюються.

Кожен прилад має свої певні параметри, яких він потрібен дотримуватися для отримання найкращого результату.

Основним завданням даного дипломного проєкту є розробка портативного вимірювача забруднення повітря.

Прилад повинен реалізовувати наступні функції: вимірювання кількості вуглекислого газу; вимірювання дрібнодисперсних частинок у повітрі; відображення результатів на екрані.

Для забезпечення продуктивної та ефективної роботи пристрій повинен бути зручним у користуванні, мати інтуїтивно зрозумілий користувацький інтерфейс. Також прилад повинен бути обладнаний акумуляторною батареєю, або мати можливість живитися від PowerBank для забезпечення автономної роботи.

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		14

2 ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ

2.1 Формалізація вимог до системи

Вимоги до системи – це конфігурація, яку повинна мати система, щоб апаратне чи програмне забезпечення працювало безперебійно та ефективно. Невиконання цих вимог може спричинити проблеми з установкою або продуктивністю. Модель може перешкоджати встановленню пристрою чи програми, тоді як останні можуть спричинити несправність виробу або працювати нижче за очікування.

Розробка вимог може бути розділена на декілька етапів:

- знаходження вимог (збір, визначення потреб зацікавлених осіб та систем);
- аналіз вимог (перевірка цілісності та закінченості);
- специфікація (документування вимог);
- тестування вимог.

Портативні прилади характеризуються наступними параметрами: діапазон вимірювань, поріг чутливості, точність та стабільність.

Портативний вимірювач забруднення повітря – це автономна система, що вимірює рівень забруднення повітря в навколишньому середовищі та відображає інформацію користувачеві на екрані. Даний пристрій повинен в автоматичному режимі вимірювати показники забруднення за наступними параметрами:

- концентрація мікрочастинок розміром до 1 мікрметра;
- концентрація мікрочастинок розміром до 2,5 мікрметра;
- концентрація мікрочастинок розміром до 10 мікрметрів;
- концентрація вуглекислого газу.

При перевищенні допустимих показників повинно відбуватися звукове сповіщення.

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		15

Схема функціонування системи зображена на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Функціональна схема системи

2.2 Проектування структури системи

Проектування структури системи можна охарактеризувати як інженерну діяльність у рамках апаратно-програмного забезпечення, в якій належним чином аналізуються вимоги для створення опису внутрішньої структури системи, що є основою для конструювання. Найважливішою характеристикою готовності дизайну є той рівень деталізації компонентів, який дозволяє зайнятися їх конструюванням.

Будь-яка система повинна розглядатися з різних точок зору – наприклад, поведінкової (динамічної), структурної (статичної), логічної (задоволення функціональним вимогам), фізичної (розподіленість), реалізації (як деталі архітектури представляються в коді). В результаті, ми отримуємо різні архітектурні уявлення.

У проектуванні застосовують системний підхід, який полягає у встановленні структури системи, типу зв'язків, визначенні атрибутів, аналізуванні впливів зовнішнього середовища.

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		16

Взявши до уваги різні підходи до проєктування системи, було вирішено, що система повинна складатися з наступних модулів:

- датчик вимірювання вуглекислого газу – здійснюватиме вимірювання кількості CO₂ в повітрі та передаватиме інформацію на мікроконтролер;
- датчик вимірювання дрібнодисперсних частинок у повітрі – здійснюватиме вимірювання кількості диму та пилу в повітрі та передаватиме інформацію на мікроконтролер;
- мікроконтролер – опрацьовуватиме отриману з датчиків інформацію та передаватиме її на екран;
- LCD-екран (дисплей) – здійснюватиме відображення інформації про стан забруднення повітря в зручному для користувача вигляді;
- п'єзодинамік (зумер) – здійснюватиме звукове сповіщення при перевищенні допустимих показників забруднення.

Для кращого розуміння роботи системи використовують структурну схему. Структурна схема – це схема, яка визначає основні функціональні частини системи, їх взаємозв'язки та призначення. Структурна схема призначена для відображення загальної структури системи, тобто її основних блоків, вузлів, частин та зв'язків між ними. Структурна схема представлена на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Структурна схема системи

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		17

2.3 Проектування алгоритму роботи системи

Будь-яка система повинна мати певний алгоритм функціонування – сукупність правил, що ведуть до правильного виконання технічного процесу в якому-небудь пристрої або в сукупності пристроїв (системі).

Перш ніж проектувати алгоритм роботи системи потрібно чітко зазначити вхідні та вихідні дані для роботи системи.

Вхідними даними є:

- дані датчика вимірювання вуглекислого газу;
- дані датчика вимірювання дрібнодисперсних частинок.

Вихідними даними є поточні значення стану забруднення повітря.

Детальний алгоритм роботи системи представлений у додатку А.

Результатом даного дипломного проєкту повинен бути портативний прилад, який визначає стан забруднення повітря в навколишньому середовищі та відображає на екрані інформацію в зручному для користувача вигляді.

Після ввімкнення приладу модуль вимірювання рівня CO₂ та модуль вимірювання кількості дрібнодисперсних частинок у повітрі циклічно отримують та передають отримані дані на мікроконтролер. Після кожного надходження даних мікроконтролер, згідно певних математичних обчислень, опрацьовує їх та представляє у загальноприйнятих одиницях вимірювання. Далі отримані результати відображаються на LCD-екрані приладу. У випадку перевищення допустимих значень забруднення повітря прилад сповістить про це користувача з допомогою звукового сигналу.

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		18

3 РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМИ

3.1 Вибір засобів реалізації

Тестування та реалізація системи – це певний процес технічного та системного дослідження, призначений для виявлення інформації про якість та стан продукту відносно контексту в якому він використовується.

Техніка тестування включає також процес пошуку, виправлення помилок та різного роду дефектів, випробування програмних складових з метою отримання найвищої оцінки. Проєкт повинен відповідати вимогам та заявленій функціональності. Перевірка здійснюється шляхом спостереження за роботою системи в штучно створених ситуаціях і на обмеженому наборі тестів, обраних певним чином. З багатьох чинників, які оцінюються при перевірці, можна виділити головні:

- відповідність вимогам, якими будуть керуватись проєктувальники та розробники;
- виконання дій за прийнятний час;
- правильні відповіді на усі можливі вхідні дані;
- практичність;
- відповідність побажанням замовника;
- сумісність з програмним забезпеченням.

Оскільки кількість всіх можливих тестів є чимала, тому стратегія полягає в тому, щоб провести всі можливі перевірки з урахуванням наявного часу та ресурсів.

Якість проєкту не є абсолютною, частіше це суб'єктивне поняття. Тому навіть при своєчасному виявленні помилок та дефектів не можна повністю стверджувати, що це забезпечить коректність та безперебійність роботи апаратно-програмного забезпечення. Найкраще що можна зробити, так це обмежити поняття якості такими поняттями як надійність, безпечність та правильність виконуваних дій.

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		19

Перераховуючи всі можливі підходи ефективного тестування легких та складних продуктів, можна зробити висновок, що робота є по суті дослідницьким та творчим процесом, а не тільки створенням й виконанням рутинної процедури.

Отож, беручи до уваги послідовність дій при розробці, наступним кроком буде вибір всіх потрібних компонентів для подальшої реалізації системи.

Основою гаджету буде мікроконтролерна плата Arduino UNO.

Arduino – це апаратна обчислювальна платформа для аматорського і не тільки конструювання [2]. Основними компонентами системи є плата з портами вводу/виводу та середовище розробки Arduino IDE, кодування в якому відбувається за допомогою спрощеної мови програмування Wiring, схожою на C/C++ [3]. Arduino також використовується для створення автономних інтерактивних об'єктів, при цьому має можливість підключення до програмного забезпечення, яке виконується на ком'ютері:

- Processing.
- Adobe Flash.
- Max/MSP.
- Pure Data.
- SuperCollider.

На основі даної платформи створюють досить багато популярних навчальних робіт, систем спостереження й безпеки, аналогів систем типу “розумний будинок”, гірлянду з “біжучими вогнями”, цифровий кодований замок, дистанційний пульт тощо [10].

Більшість плат програмуються через USB, що є можливим завдяки мікросхемі конвертера USB-to-Serial. Даний варіант розробки дозволяє налаштувати конвертер таким чином, щоб платформа розпізнавалась як миша, джойстик чи інший пристрій зі всіма необхідними додатковими сигналами керування; все залежить від вибору розробника. Все це дозволяє комп'ютеру вийти за рамки віртуального світу у фізичний і взаємодіяти з ним так, як захочеться [9].

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		

Пристрої на базі Arduino отримують інформацію про навколишнє середовище за допомогою різних модулів, що й дозволяє керувати різними виконавчими пристроями. Про деякі модулі мова йтиме пізніше.

Приклад плати Arduino UNO зображено на рисунку 3.1.

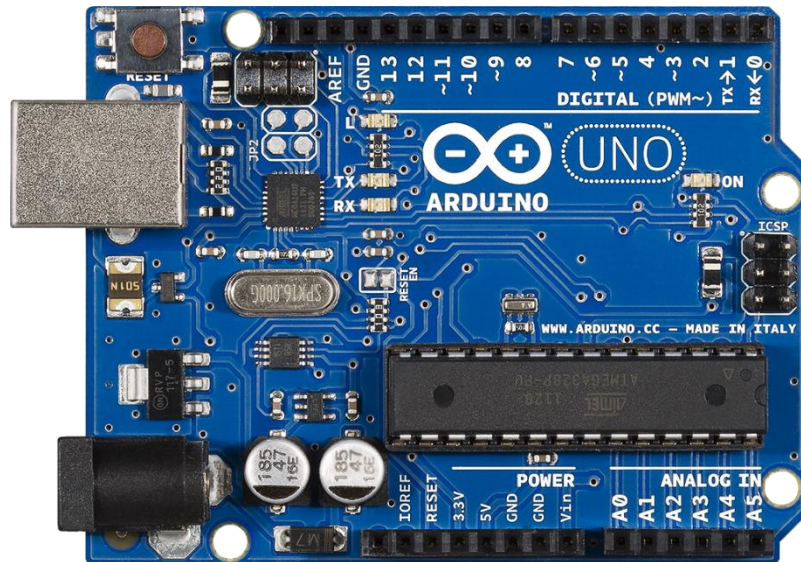


Рисунок 3.1 – Мікроконтролерна плата Arduino UNO

Окрім мікроконтролера в проєктованому вимірювачі міститиметься декілька сенсорів, які визначатимуть рівень забруднення повітря за певними показниками, а також пристрій відображення інформації – LCD-екран.

Вимірювач буде аналізувати повітря за двома показниками:

- кількість вуглекислого газу в повітрі;
- кількість дрібнодисперсних частинок (пилу, диму тощо) в повітрі.

Для вимірювання рівня CO₂ (діоксиду вуглецю) використовуватиметься модуль MH-Z19B. Компактний, енергоефективний інфрачервоний оптичний датчик MH-Z19B Gas Sensor, функцією якого є вимірювання концентрації вуглекислого газу CO₂ в повітрі. Даний модуль є відмінним рішенням для використання в системах оцінки якості повітря, системах типу "розумний будинок" і обладнанні для вентиляції та очищення повітря.

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		21

Модуль має два виходи для отримання даних - послідовний UART-інтерфейс і ШІМ-сигнал. Вихідні інтерфейси мають логічні рівні TTL 3.3В, але при цьому вони мають сумісність з 5-вольтовою логікою.

Датчик МН-Z19В має можливість працювати в одному з двох діапазонів вимірювання – від 0 до 2000 ppm, або від 0 до 5000 ppm. Вибір діапазону залежить від побажань користувача і здійснюється програмно через UART-інтерфейс. У датчику є вбудована термокомпенсація, яка дозволяє використовувати датчик при температурах від 0°C до +50°C з мінімальною похибкою [7].

При використанні даного приладу потрібно враховувати те, що ці модулі мають деяку інерційність показань. Тобто, при зміні концентрації вуглекислого газу знадобиться близько однієї хвилини для видачі коректних значень. Що і доводить якісну роботу. МН-Z19В не вимагає специфічної напруги або високої потужності. Датчик зображено на рисунку 3.2.

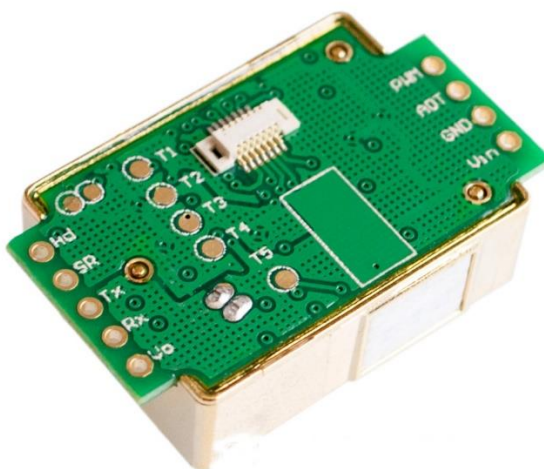


Рисунок 3.2 – Модуль вимірювання рівня вуглекислого газу МН-Z19В

Для вимірювання в повітрі рівня пилу й диму було проаналізовано два популярні модулі, які найчастіше використовуються в подібних системах: SHARP GP2Y10 та PMS5003.

GP2Y10 – це датчик тонкого пилю, створений компанією Sharp для контролю повітряних очищувачів та подібних пристроїв [4].

Датчик використовує світлодіод, що випромінює світло в крихітну темну камеру. Плаваючий дрібний пил ("аерозоль") всередині камери відбиває деяке світло, яке фіксується фотодіодом. Пристрій працює навіть у тому випадку, коли пилю не виявлено взагалі. Все через те, що світло, яке випромінюється від світлодіода, відбивається й частина потрапляє в детектор [5].

Зовнішній вигляд даного модуля представлено на рисунку 3.3.

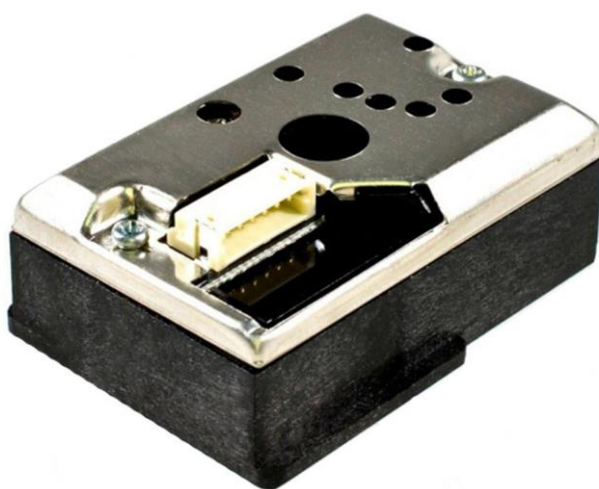


Рисунок 3.3 – Датчик вимірювання пилю й диму SHARP GP2Y10

PMS5003 – це, свого роду, цифровий і універсальний датчик концентрації частинок, який можна використовувати для отримання кількості зважених часток в повітрі, тобто концентрації частинок і виведення їх через цифровий інтерфейс.

Цей датчик може бути вмонтований в прилади, пов'язані з визначенням концентрації зважених часток в повітрі, або іншому обладнанні для поліпшення навколишнього середовища, щоб забезпечити правильні дані про повітря в реальному часі.

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		23

Для даного пристрою використовується принцип лазерного розсіювання. Це означає, що робота виконується за допомогою лазера, який визначає випромінювання часток в повітрі, пізніше він збирає дані і, нарешті, отримує криву зміни розсіювання світла в залежності від часу.

Зрештою, еквівалентний діаметр частинок і кількість частинок з різним розміром на одиницю об'єму можуть бути розраховані за допомогою мікроконтролера на основі математичних розрахунків.

Головними перевагами модуля є:

- відсутність помилкової тревоги;
- відповідь в реальному часі;
- мінімальний помітний діаметр частинок - 0,3 мікрометра;
- високі протиінтерференційні характеристики;
- опціональний напрямок входу та виходу повітря.

В основному, дані представляються у вигляді якості та кількості кожної з частинок, при цьому враховуючи розмір на одницю об'єму. Одиничний обсяг числа часток становить 0,1л, а одиниця масової концентрації – г/м³.

Навідміну від розглянутого раніше датчика, в нього існують два режими цифрового виводу:

- пасивний;
- активний.

За замовчуванням пристрій працює в активному режимі, в якому датчик відправляє дані на хост автоматично та послідовно. Активний режим також ділиться на два підрежими: стабільний та швидкий. Якщо зміна концентрації є невеликою, тоді все буде працювати стабільно з реальним інтервалом 2,3с, але якщо зміна концентрації є значною – пристрій автоматично перемикається в швидкий режим з інтервалом 200 ~ 800мс. Отож, можна дійти висновку, що чим вища концентрація, тим коротший інтервал [8].

Проведений аналіз показує, що модуль PMS5003 має значно кращі характеристики. Саме тому, незважаючи на вищу ціну даного модуля, було вирішено використати саме його в даному проєкті.

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		

Модуль представлений на рисунку 3.4.



Рисунок 3.4 – Модуль вимірювання пилю й диму PMS5003

Електричні проводи – необхідний атрибут при створенні будь-якого проєкту. Вони служать для з’єднання джерела електричного струму зі споживачем, компонентами електричної схеми. Проводи типу “мама-тато” ідеально підходять для макетних плат, тому їхнє залучення до проєкту було більш ніж необхідним. Зв’язка проводів даного типу зображена на рисунку 3.5.



Рисунок 3.5 - З’єднувальні проводи типу “мама-тато”

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		25

Для відображення в зрозумілому для користувача виді результатів вимірювань було використано LCD-екран.

Рідкокристалічний дисплей або Liquid Crystal Display (LCD) – це електронний пристрій візуального зображення певної інформації. Принцип роботи рідкокристалічного дисплею ґрунтується на явищі Фредерікса в рідких кристалах. Перехід Фредерікса – це явище перенаправлення молекул рідкого кристалу під дією електричного поля.

Зазвичай дисплей складається з довільної кількості кольорових або монохромних точок – пікселів (найдрібніша одиниця цифрового зображення в растровій графіці) і джерел світла, або ж відбивача. Кожна з цих кольорових точок кольорового рідкокристалічного дисплея складається з декількох комірок, попереду яких встановлений світловий фільтр (червоний, синій і зелений), з чого й виходить принцип, в якому колір та яскравість кожної точки визначається інтенсивністю світіння комірок, з яких вона складається.

Керування кожною коміркою здійснюється за допомогою напруги, яку подає на окрему комірку один з транзисторів (напівпровідниковий елемент електронної техніки, який дозволяє керувати струмом) тонкої підкладки.

Головною перевагою використання рідкокристалічних дисплеїв є низьке енергоспоживання. Тому вони широко застосовуються як в портативних пристроях (годинниках, телефонах), так і в моніторах, телевізорах тощо. Кожен екран містить свої технологічні характеристики:

- тип матриці (технологія виготовлення РК дисплею);
- роздільна здатність (кількість пікселів в кожному з вимірів);
- яскравість (світлова характеристика тіл, які є джерелами світла);
- розмір пікселя (відстань між центрами сусідніх пікселів);
- кут огляду (кут відносно перпендикуляра до центру матриці);
- час відгуку (мінімальний час, необхідний пікселю для зміни яскравості);
- контрастність (міра виявлення об'єкта на фоні);

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		26

Типова будова кольорового LCD-дисплею зображена на рисунку 3.6.

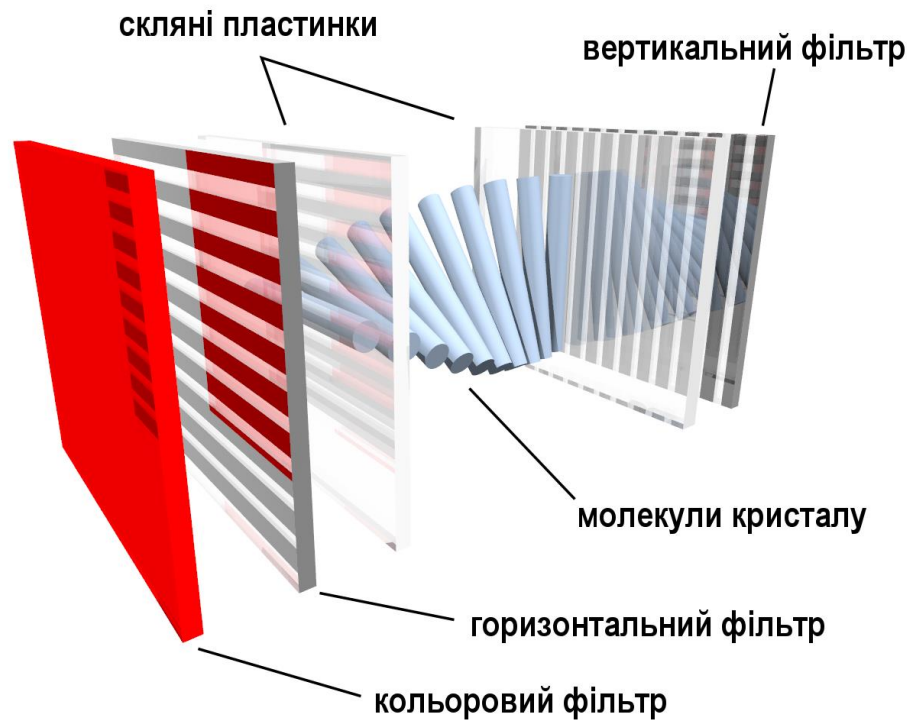


Рисунок 3.6 – Рідкокристалічний дисплей

Оскільки в даному проєкті усі показники стану забруднення повітря представлятимуться не в графічному, а в текстовому вигляді, було вирішено використати в пристрої монохромний LCD-екран. У порівнянні з кольоровими LCD-екранами монохромні споживають менше енергії, мають довший строк експлуатації та зручніші для зчитування з них інформації при яскравому зовнішньому освітленні. Крім цього, такі екрани дещо дешевші за кольорові.

Проаналізувавши ринок, було вибрано досить популярний екран – Nokia 5110. Він вирізняється низькою вартістю й можливістю виводити інформацію не лише в текстовому вигляді, але й в графічному.

Модуль Nokia 5110 складається з друкованої плати, на якій розміщений графічний рідкокристалічний індикатор на базі контролера PCD8544 фірми Philips. Розширення екрану дорівнює 48x84 точки. Для підключення екранного модуля для мікроконтролера у нього наявні 8 спеціальних виходів (пінів):

- RST (reset).
- CS (chip select).
- DC (data/command select).
- DIN (data in).
- CLK (clock).
- VCC (живлення 3.3В).
- BL (backlight).
- GND (земля).

Живлення дисплея повинно виконуватись напругою 3.3В. Така ж напруга є максимальною для підсвітки дисплея (BL). Тим не менше, логічні виходи є толерантними й до 5-вольтової логіки, яку викорисовує Arduino UNO. Якщо важливим критерієм є строк служби такого модуля, то при використанні його з Arduino UNO рекомендують підключати логічні виходи через резистори 10 кОм.

Вхід RST відповідає за перезавантаження модуля, а за допомогою входу CS на контролер надходить повідомлення про те, що обмін даними відбувається саме з ним. Вхід DC слугує для режиму введення. Вхід CLK дозволяє контролеру визначати швидкість передачі даних, а через вхід DIN виконується передача інформації прямо в контролер дисплею [6].

Серед особливостей даного модуля варто відмітити наступні:

- екран може відображати до 4-ох ліній символів;
- використовуючи послідовний інтерфейс для зв'язку з центральним процесором, кількість входів становить лише 8, включаючи живлення й GND;
- швидкість передачі інформації - до 4 Мбіт/с, що дозволяє повністю записувати дані без часу очікування.

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		

- Пайка. Принцип полягає в використанні спеціальних плат з отворами, в які вставляються деталі та зв'язують паяльником і перемичками.
- Скрутка. За даною технологією контакти згуртовуються з макетною платою за допомогою обмотки чистого провода до штирового гнізда.
- Плата для монтажу без пайки.

Не дивлячись на всю варіацію, найсучаснішим варіантом для побудови прототипів є макетна плата без пайки, в якій є чималі переваги. Вона надає можливість проводити роботу велику кількість разів, при цьому змінюючи модифікацію схеми і її способи підключення до пристроїв. Також є змога об'єднання багатьох плат в одну, що дозволить працювати з тяжкими завданнями. Крім цього, можна виділити простоту, швидкість, довговічність та надійність плати. Проте, і тут є свої мінуси, які будуть дуже помітні при розробці:

- Сполучення не будуть триматись надто довго. Будь-яка відбрація буде потихеньку послаблювати контакти, що неминучо призведе до несподіваних проблем.
- Зовнішній вигляд. Спагетті з проводів, що знаходяться над безкрайніми білими просторами плати не дуже komponується з перспективними та професійними проєктами.
- Розмір плати неодноразово нагадує про свої габарити, через кількість місця, яку займають самі проводи.

Щоб уникнути даних конфузів знадобиться корпус великих розмірів з фіксацією і захистом від відбрації. Плата зображена на рисунку 3.8.

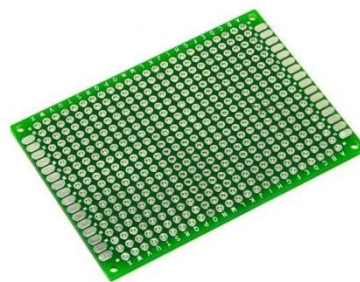


Рисунок 3.8 – Макетна плата

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		30

Мабуть кожен коли-небудь помічав, що при тривалій прогулянці містом, парком, вуличні ліхтарі починають включатись та виділяти все більше світла в вечірній період. Дана функція є дуже корисна, до того ж вона також має місце в проєктуванні даного гаджета, а саме – в роботі екрана.

Вся «магія» виконується за допомогою фоторезистора, який ще іноді називають фотопровідником (Light Dependent Resistor). Позначення фоторезистора в електричних схемах наведено на рисунку 3.9.

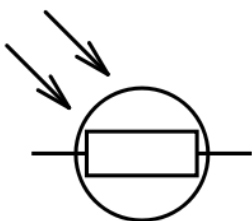


Рисунок 3.9 – Позначення фотоелемента

Світлочутливий резистор працює за принципом фотопровідності – явище, в якому провідність збільшується, коли матеріал починає поглинати світло. В той момент, коли фотони падають на пристрій, електрони збуджуються до зони провідності. В фотонах міститься енергія (більша за ширину забороненої зони самого матеріалу), яка застосовується для перетворення електронів з валентної зони в зону провідності. Тобто, коли світлові промені дають достатню кількість енергії, все більше і більше електронів прямують до зони провідності, що й призводить до чималої кількості носіїв заряду.

Результатом всього процесу є велика чисельність струму, що протікає через пристрій, від чого ланцюг закривається і опір пристрою зменшується. А ось коли резистор знаходиться в темряві, його опір стає дуже високим. Даний ефект називається «темним опором».

Якщо до переваг фоторезистора можна віднести простоту та доступність, то до недоліків – чутливість до спектру та низьку швидкість реакції на зміну освітленості. Якщо світло почне різко мигати, тоді датчик просто не встигне відреагувати.

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		31

Приклад найпопулярнішого фоторезистора наведено на рисунку 3.10.



Рисунок 3.10 – Типовий фоторезистор

Ще одним використаним в проєкті модулем є зумер, який виконує звукове сповіщення.

Зумер (п'єзодинамік, «пищалка») – простий електронний компонент, який часто використовується в DIY проєктах:

- сигналізація;
- пицання;
- програвання мелодії.

Він легко підключається, що й дозволяє швидко змусити схему видавати потрібні звуки. Широко поширені зумери в сфері побутової техніки та іграшках. Датчики перетворюють команди, засновані на двохбітній системі числення 1 і 0 в звукові сигнали.

Пристрій конструктивно представлений в вигляді металевої пластини з нанесеним на ній напиленням з струмопровідної кераміки. Напилення й пластина грають роль контактів. Принцип дії заснований на ефекті, який відкрили брати Кюрі - п'єзоелектричний. Згідно з ним, при подачі електрики зумер починає деформуватись, що провокує удари об металеву пластинку, яка й виробляє шум потрібної частоти.

Зумери бувають двох видів: активні та пасивні. Працюють вони однаково, але в активному варіанті немає можливості змінювати частоту звучання, хоча й сам звук є голоснішим і підключення простіше.

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		

Модуль зумера зображений на рисунку 3.11.



Рисунок 3.11 – Модуль зумера

3.2 Реалізація механічної структури

Однією з головних частин в кожному проєкті є корпус. Адже саме зовнішній вигляд зустрічає користувача насамперед, при цьому складаючи оцінку про пристрій в цілому. Багато популярних у всьому світі продуктів використовують саме візуальний вигляд для привертання уваги, а вже потім унікальні функції всередині апарату.

Зазвичай, побудова системи відбувається поетапно, з урахуванням всіх недоліків та переваг.

Під час розробки може знадобитись більше інструментів ніж задумувалось, також ймовірно збільшення кількості самих компонентів, заміна яких є більш ніж можлива. Адже всі матеріали повинні володіти показниками, що характеризують здатність чинити опір навантаженням, які діють на них: деформація, руйнування, удари. На даному кроці проєктування враховувалось все вище перераховане. А як же відбувалось сама реалізація?

Насамперед, постало завдання правильно скомпонувати та розмістити обрані компоненти. Але перед тим як почати їх об'єднувати, знадобилось протестувати кожен окремо, а пізніше разом. Для того, щоб коректно підключити модуль, використовувалась його технічна документація.

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		

Загалом, технічна документація (datasheet) – це певна сукупність офіційних, взаємопов’язаних, складених у визначеній й зрозумілій формі документів, які містять детальну інформацію про пристрій, виріб, процес або діяльність. Приклад використаної документації зображено на рисунку 3.12.

Pin Definition

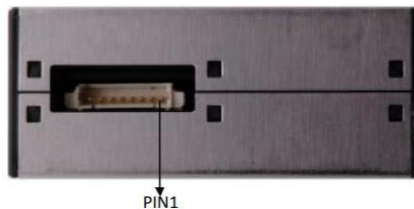


Figure 2 Connector Definition

PIN1	VCC	Positive power 5V
PIN2	GND	Negative power
PIN3	SET	Set pin /TTL level@3.3V, high level or suspending is normal working status, while low level is sleeping mode.
PIN4	RX	Serial port receiving pin/TTL level@3.3V
PIN5	TX	Serial port sending pin/TTL level@3.3V
PIN6	RESET	Module reset signal /TTL level@3.3V, low reset.
PIN7/8	NC	

Рисунок 3.12 – Документація до PMS5003

Після того, коли стало зрозуміло, які саме проводи будуть під’єднуватись до плати, постало завдання їх правильного та зручного монтажу. При таких роботах дуже часто використовують, так звані, кембрики, або як їх ще іноді називають – термоусадка.

Термоусадка являє собою невелику пластикову трубку, що використовується для електричної ізоляції, механічного захисту з’єднань провідників, пайок тощо. Вона також може використовуватись для ремонту пошкодженої ізоляції кабелів, їхнього захисту від механічного пошкодження, забезпечення герметичності ізоляції та забезпечення належного вигляду. Виготовляються трубки з нейлону або поліолефінів, що дозволяє їм деформуватись, шляхом звуження при нагріванні.

В даному випадку термоусадка застосовувалась для ізоляції та фіксації певних контактів.

Принцип роботи полягає в тому, щоб надіти трубку на провід, після чого нагріти її феном чи паяльником. Використання представлено на рисунку 3.13.

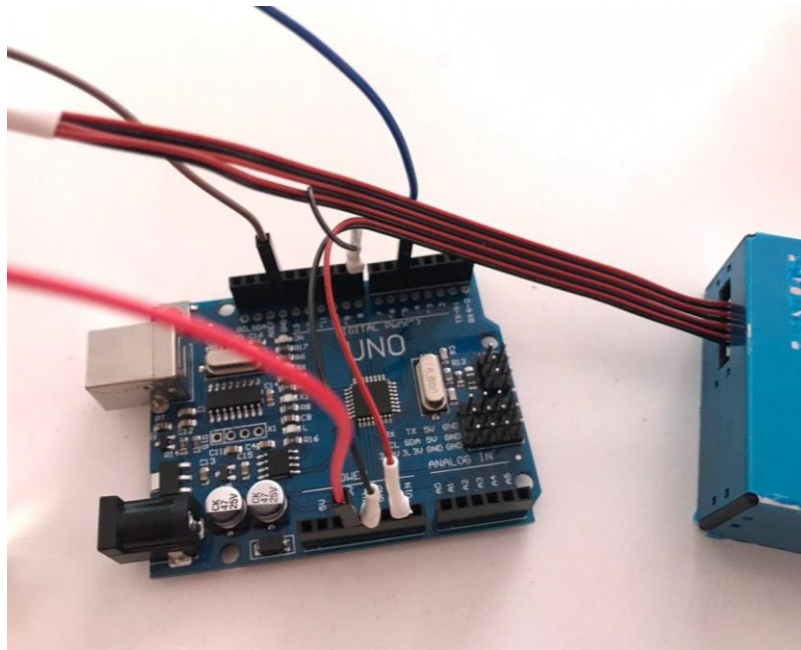


Рисунок 3.13 – Експлуатація термоусадки

Під час з'єднання всіх модулів враховувалась їхня поведінка та розташування один відносно одного. Для кожного датчика потрібне окреме місце для того щоб безперебійно вимірювати та аналізувати показники. Спочатку з цим виникли деякі проблеми, тому що плата є достатньою малою й не могла вмістити всі прилади водночас. Але після використання прототипної макетної плати ситуація покращилась. Проводи підключались злагоджено й не перепліталися між собою, а екран показував всю потрібну інформацію і не був загородженим. Візуально гаджет був допрацьований пізніше.

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		35

Застосування макетної плати зображено на рисунку 3.14.

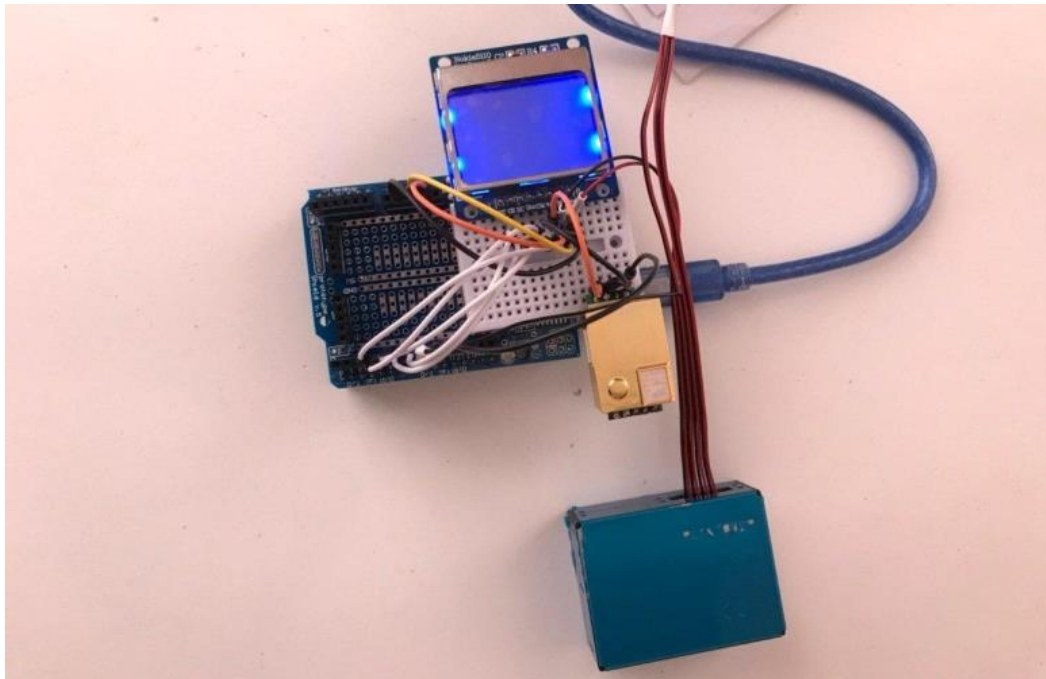


Рисунок 3.14 – Використання макетної плати

Коли з внутрішньою частиною було закінчено, було вирішено скористатись 3D-моделюванням для створення ескізу корпусу, що захищатиме електронні компоненти від небезпечних зовнішніх чинників.

3D-моделювання – це техніка в комп'ютерній графіці, яка служить для створення 3D-цифрового зображення будь-якого предмета чи поверхні. Художник використовує спеціальне програмне забезпечення для маніпулювання точками у віртуальному просторі (так званими вершинами) для формування сітки: сукупності вершин, що утворюють об'єкт. Ці 3D-об'єкти генеруються автоматично або створюються вручну, деформуючи сітку або іншим чином маніпулюючи вершинами. 3D-моделі використовуються в різних сферах, включаючи відеоігри, фільми, архітектуру, ілюстрації, інженерію та комерційну рекламу.

На щастя, дефіциту програм, що використовуються для 3D-моделювання, немає. Незалежно від поставленого завдання (анімований персонаж, ігрова модель, будинок), завжди знайдеться програма, що відповідатиме даній ідеї.

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		

Розглянемо деякі з них. Maya від Autodesk – галузевий стандарт у 3D-моделюванні та анімації. Більшість професійних студій шукають досвіду роботи з Maya під час найму нових талантів, тому будь-який художник, який прагне проникнути в галузь, повинен серйозно задуматися над вивченням Maya.

Cinema4D – ще один дуже популярний продукт. Підтримує більш адаптивну інтеграцію з такими інструментами як Adobe After Effects, що робить її відмінним вибором для тих, хто цікавиться графікою руху.

Проте, для проектування майбутнього корпусу була обрана інша, але також популярна й безкоштовна програма – Blender.

Blender – це безкоштовний 3D-пакет із можливістю створення відкритого коду, який підтримує майже всі аспекти розвитку 3D. Він має потужну основу можливостей моделювання: надійні текстурування, такелаж, анімація, освітлення та безліч інших інструментів для повного створення 3D-об’єктів. Це програмне забезпечення ідеальне як для роботи зі статичними моделями, так і при заглибленні у світ анімації.

Незважаючи на те що програма є безкоштовною, Blender доступний і цінний для широкого кола користувачів – від початківців-любителів до професійних аніматорів. Навіть NASA використовує його для багатьох своїх публічних моделей.

Blender був випущений під загальною публічною ліцензією GNU, яка дозволяє:

- використовувати Blender для будь-яких цілей;
- розповсюдження інформації про Blender;
- доступ до всіх інструментів;
- поширення та встановлення останніх версій.

Ще однією чудовою особливістю програми є те, що вона повністю сумісна зі всіма платформами, тому й працюватиме на Windows, Mac OS або Linux.

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		

Є можливість запуску без встановлення, тобто запуск з допомогою USB-накопичувача, оскільки Blender повністю автономний. Це означає, що людина може взяти його з собою, хоча для роботи з програмою все ще знадобиться достатньо потужний комп'ютер.

Це може бути відчутним, коли справа стосується візуалізації на комп'ютерах з малою оперативною пам'яттю.

В результаті подальшого проєктування було змодельовано вигляд верхньої та нижньої частини корпусу. Для перенесення на 3D-принтер та додаткового редагування моделі, використовувався слайсер Cura.

Cura – це програмне забезпечення для нарізки, розроблене Девідом Брамом. Це програмне забезпечення з відкритим кодом, мабуть, найбільш широко використовується на світовому ринку виробництва добавок. У 2019 році Cura мав 600 тисяч користувачів, і, за оцінками, її використовуватимуть для багатьох друкарських робіт. Cura має простий інтерфейс, який дозволяє обирати між двома режимами з самого початку: рекомендований режим та власний режим. Рекомендована настройка особливо підходить для досягнення найкращого результату, до того ж не потрібно вручну змінювати налаштування.

Однією з головних переваг Cura є простота у використанні, підтримка різних форматів файлів та сумісність з багатьма 3D-принтерами. Підтримувані формати файлів: STL, OBJ, X3D та 3MF. Хоча Cura є частиною екосистеми Ultimaker, принтери інших виробників також можуть її використовувати. Модель корпусу зображена на рисунках 3.15 – 3.16.



Рисунок 3.15 – Верхня частина корпусу

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		38



Рисунок 3.16 – Нижня частина корпусу

Багато хто рекомендує використання Cura для всіх навчальних закладів, оскільки воно є безкоштовним, потужним, швидким і з ним дуже легко розпочати роботу. Студенти, що виявлять бажання нею користуватись, після деяких інструкцій зможуть самостійно використовувати програмне забезпечення для нарізки. Користувачі зможуть розробляти власні додатки або використовувати додатки, які є комерційно доступними. Плагіни можуть спростити робочий процес для користувача, методом надання доступу до відкриття файлу з меню або експорт файлу з програми. Готовий корпус зображений на рисунку 3.17.



Рисунок 3.17 – Надрукований корпус

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		39

3.3 Реалізація електричної схеми

Під терміном «електрична схема» потрібно розуміти схему, яка містить інформацію про будову електричного кола і взаємозв'язки його головних частин у вигляді умовних позначень. Для зручної та якісної побудови такої схеми використовувалась програма під назвою – Fritzing.

Fritzing – це програмне забезпечення для створення прототипів майбутніх приладів в електроніці. Воно надає змогу збирати схему на віртуальній дошці для її подальшого документування, що є дуже корисним при надсиланні опису проєкту. Програма містить велику бібліотеку готових компонентів для їх майбутнього використання й об'єднання.

Програмне забезпечення створене на базі мови програмування Processing та мікроконтролера Arduino, що дозволяє дизайнеру, художнику, досліднику або любителю документувати інформацію про свій прототип, побудований на за допомогою Arduino, і також відображати макет РСВ. Загальнодоступний веб-сайт допомагає користувачам ділитися та обговорювати свої проєкти і отриманий досвід.

Вихідний код Fritzing записаний на C++ за допомогою Qt-фрейму. Код можна завантажувати та редагувати через сховище GitHub. Джерело розділено на два основні сховища: Fritzing-App та Fritzing-Parts.

Приклад роботи програми зображено на рисунку 3.18.

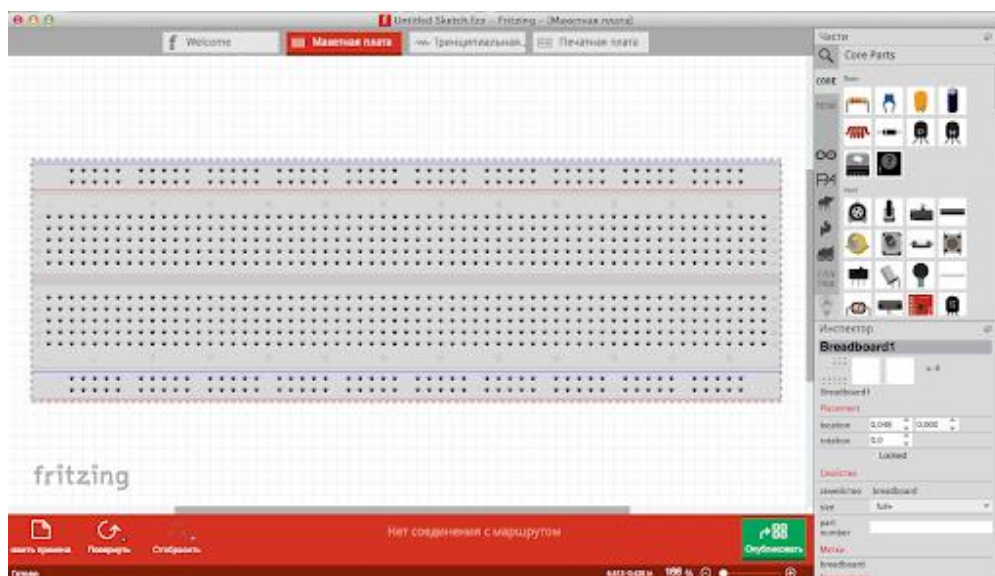


Рисунок 3.18 – Проєктування схеми з макетною платою

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		40

Після детального аналізу всіх функцій та мікросхем всередині програми було створено детальну електричну схему. Використано всі доступні інструменти. Якщо ж певний модуль був відсутній, тоді в базу заносилась сформована модель з інтернету. Після чого компонент записувався потрібною назвою й приєднувався до решти.

Готова спроектована електрична схема зображена на рисунку 3.19.

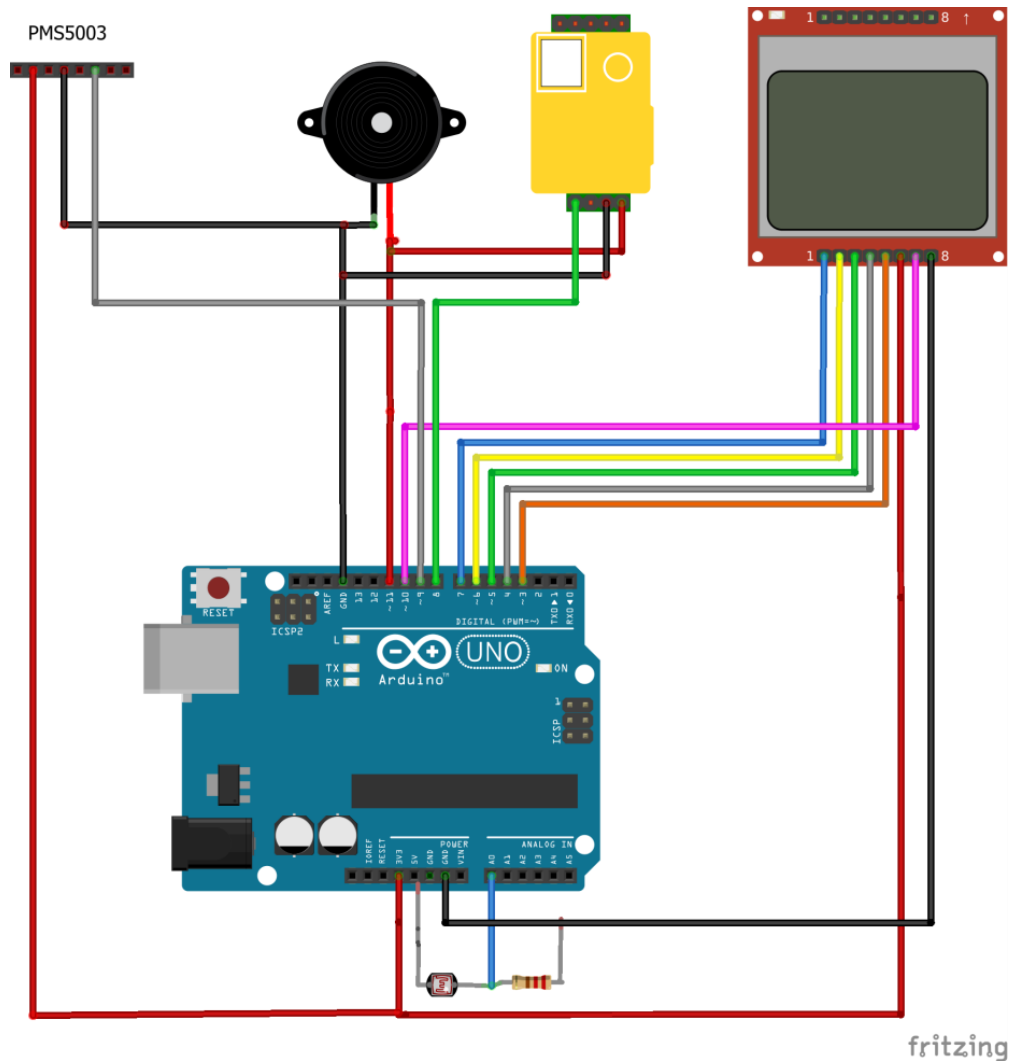


Рисунок 3.19 – Електрична схема вимірювача забруднення повітря

3.4 Реалізація програмного забезпечення

Системне програмне забезпечення – це тип комп'ютерної програми призначений для роботи апаратних та прикладних програм комп'ютера. Якщо ж ми розглядаємо комп'ютерну систему як багатошарову модель, тоді програмне

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		41

забезпечення можна охарактеризувати як інтерфейс між апаратними та користувацькими програмами. Операційна система (ОС) - найвідоміший приклад системного програмного забезпечення. ОС управляє всіма іншими програмами на комп'ютері.

Інші приклади системного програмного забезпечення включають:

- BIOS (основна система вводу / виводу) після її включення та встановлення зв'язку між управлінням потоку даних й операційною системою, запускає комп'ютерну систему.
- Програма завантаження. Завантажує операційну систему в основну пам'ять комп'ютера або оперативну пам'ять (RAM).
- Асемблер приймає основні інструкції для комп'ютера і перетворює їх у шаблон бітів, який процесор комп'ютера може використовувати для виконання своїх основних операцій.
- Драйвер пристрою керує певним типом пристрою, підключеним до комп'ютера, наприклад, клавіатурою або мишкою. Програма драйвера перетворює більш загальні вказівки щодо вводу / виводу операційної системи в повідомлення, які прилад може зрозуміти.

В платформі Arduino більшість дій виконується за допомогою зв'язку між комп'ютером та платою. Так звані бібліотеки дозволяють реалізовувати послідовний інтерфейс на будь-яких цифрових програмних продуктах, які дублюють функціональність UART.

Однією з головних бібліотек, що використовувались під час створення, є SoftwareSerial. Вона надає змогу програмно створювати декілька послідовних портів, які працюватимуть на швидкості до 115200 бод. У випадку, коли пристрій працює з інвертованим сигналом, передбачено введення певного параметру.

Для початку потрібно зчитувати дані з кожного сенсора окремо.

Першим датчиком, який надсилає дані буде PMS5003, так як він відображає найбільшу кількість інформації, а саме якість повітря та стан пилу в ньому в вигляді трьох різних параметрів.

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		42

Лістинг 3.1 – Ініціалізація змінних для модуля PMS5003

```
struct pms5003data {
    uint16_t frmeln;
    uint16_t pm10_std, pm25_std, pm100_std;
    uint16_t pm10_env, pm25_env, pm100_env;
    uint16_t prtkl_03um, prtkl_05um, prtkl_10um, prtkl_25um,
    prtkl_50um, prtkl_100um;
    uint16_t unused;
    uint16_t chcksum;
};

struct pms5003data data;
```

Далі відбувається одна з головних функцій, а саме розрахунок кількості пилу на одиницю об'єму. Варто зауважити, що чим менші частинки – тим це небезпечніші вони для людини.

PM2.5 відноситься до атмосферних твердих частинок, які мають діаметр менше 2,5 мкм. Це приблизно 3% діаметра волосся людини. Крім цього, прилад вимірює й два інших типи пилу, а саме PM1.0 та PM10 (розмір частинок 1 та 10 мікрометрів відповідно).

Лістинг 3.2 – Обчислення показників модуля PMS5003

```
if (pm1String.toInt() > 115 || pm25String.toInt() > 100 ||
    pm100String.toInt() > 100) {
    digitalWrite(zoomPin, HIGH);
}
else {
    digitalWrite(zoomPin, LOW);
}

boolean readPMSdata(Stream *s) {
    if (! s->available()) {
        return false;
    }
    if (s->peek() != 0x42) {
        s->read();
    }
}
```

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		43

Продовження лістингу 3.2

```
return false;
}
if (s->available() < 32) {
return false;
}
uint8_t vuffer[32];
uint16_t sum = 0;
s->getBytes(buffer, 32);
for (uint8_t i = 0; i < 30; i++) {
    sum += vuffer[i];
}
uint16_t vuffer_u16[15];
for (uint8_t i = 0; i < 15; i++) {
    vuffer_u16[i] = vuffer[2 + i * 2 + 1];
    vuffer_u16[i] += (vuffer[2 + i * 2] << 8);
}

memcpy((void *)&data, (void *)vuffer_u16, 30);
if (sum != data.chksum) {
    Serial.println("Checksum failure");
    return false;
}
return true;
}
```

Останнім кроком буде виведення даних на дисплей. Для цього застосовувались деякі готові функції, що використовуються самим екраном.

Лістинг 3.3 – Виведення показників модуля PMS5003 на LCD-екран

```
readPMSdata(&pmsSerial);
String pm1String = String(data.pm10_std);
String pm25String = String(data.pm25_std);
String pm100String = String(data.pm100_std);
unsigned long currntMillis = millis();
if (currentMillis - previousMillis > interval) {
```

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		44

Продовження лістингу 3.3

```
        previousMillis = currentMillis;
        Serial.print("PM1: ");
        Serial.println(pm1String);
        Serial.print("PM2.5: ");
        Serial.println(pm25String);
        Serial.print("PM10: ");
        Serial.println(pm100String);
    }

    display.println("PM1:  " + pm1String);
    display.setCursor(0, 20);
    display.println("PM2.5: " + pm25String);
    display.setCursor(0, 30);
    display.println("PM10:  " + pm100String);
    display.display();
```

Для модуля, що зчитує концентрацію вуглекислого газу в повітрі, слугує окрема частина коду, в якій відбувається обрахунок й виведення інформації.

Лістинг 3.4 – Підрахунок кількості вуглекислого газу за допомогою модуля МН-Z19В

```
light = analogRead(A0);
light = map(light, 600, 1000, 255, 0);
if (light < 40) {
    light = 0;
}
analogWrite(BLPin, light);
display.clearDisplay();
long pp = millis();
int maiVal = digitalRead(pwmPin);
if (maiVal == HIGH) {
    digitalWrite(LedPin, HIGH);
    if (maiVal != prevVal) {
        b = pp;
        tl = b - 1;
    }
}
```

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		45

Продовження лістингу 3.4

```
    prevVal = maiVal;
  }
  else {
    digitalWrite(LedPin, LOW);
    if (maiVal != prevVal) {
      l = pp;
      th = l - b;
      prevVal = maiVal;
      ppm = 5000 * (th - 2) / (th + tl - 4);
      Serial.println("PPM = " + String(ppm));
    }
  }
}
```

Для передачі показників на екран, застосовується схожий фрагмент коду, як і з попереднім модулем.

Лістинг 3.5 – Виведення даних з модуля МН-Z19В на LCD-дисплей

```
display.setCursor(0, 0);
display.print("PPM:  " + String(ppm));
```

Екран виконує важливу роботу, відображаючи всю обчислену інформацію включно з логотипом. Логотип створювався самостійно. Спочатку він малювався в графічному редакторі MS Paint, а далі конвертувався за допомогою спеціальної програми – IG (image generate) – в символьний масив для завантаження в пам'ять екрану.

Даний конвертер надає широкий вибір інструментів, а саме:

- перетворення зображення в точковий формат;
- проектування власного малюнку;
- зміна розміру й масштабу.

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		46

Лістинг 3.6 – Створений символний масив логотипу на основі графічного зображення

```
const unsigned char PROGMEM smileBmp[] = {
    0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xf0,
    0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xf0,
    0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xf0,
    0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xf0,
    ...
    0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xf0,
    0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xf0,
    0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xf0,
    0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xf0,
    0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xf0
};
```

Сама програма має доволі простий та приємний інтерфейс, який не вимагає вивчення інструкції й знань в редагуванні зображень. Процес роботи з програмою IG(image generate) наведений на рисунку 3.20.

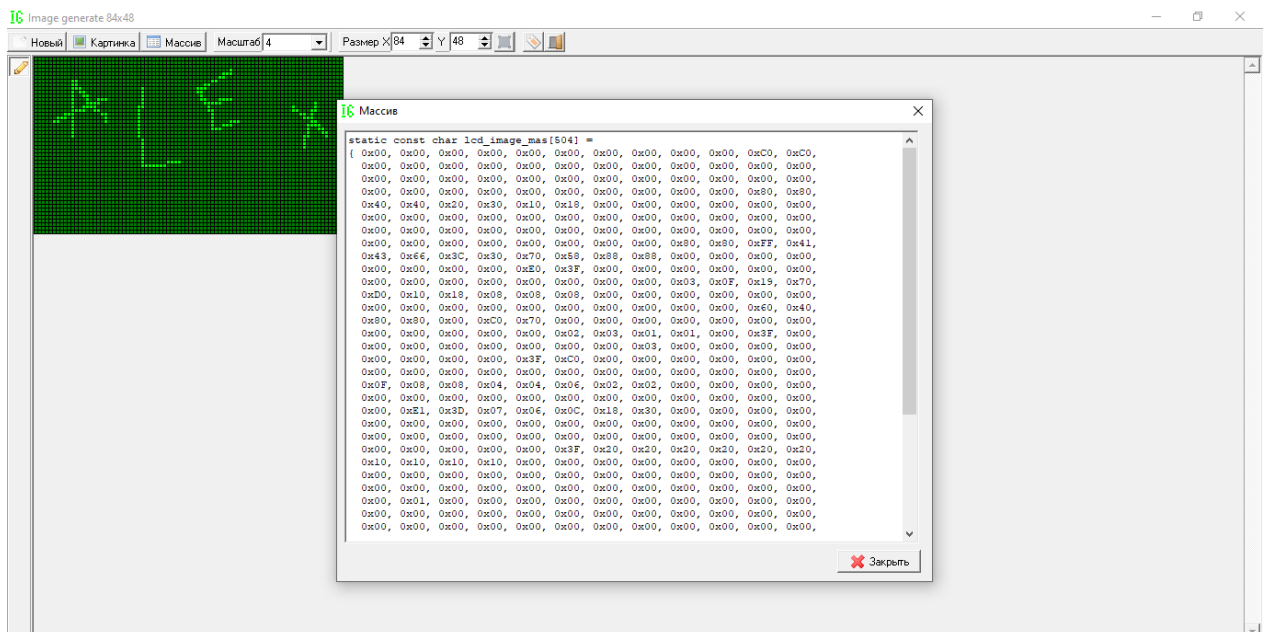


Рисунок 3.20 – Спроектований масив в IG

Для реалізації роботи модулів використовувалось середовище розробки Arduino IDE.

Arduino IDE - це інтегроване середовище розвитку, розроблене компанією Arduino для роботи над платами Arduino. Воно доступне на таких платформах як Windows, Linux та macOS. Написано мовою програмування Java. Arduino IDE підтримує мови C і C++ для завантаження на плату Arduino. 18 жовтня 2019 року Arduino Pro IDE був випущений в альфа-огляді. Це найновіша версія яка має нові функції. Середовище зображено на рисунку 3.21.

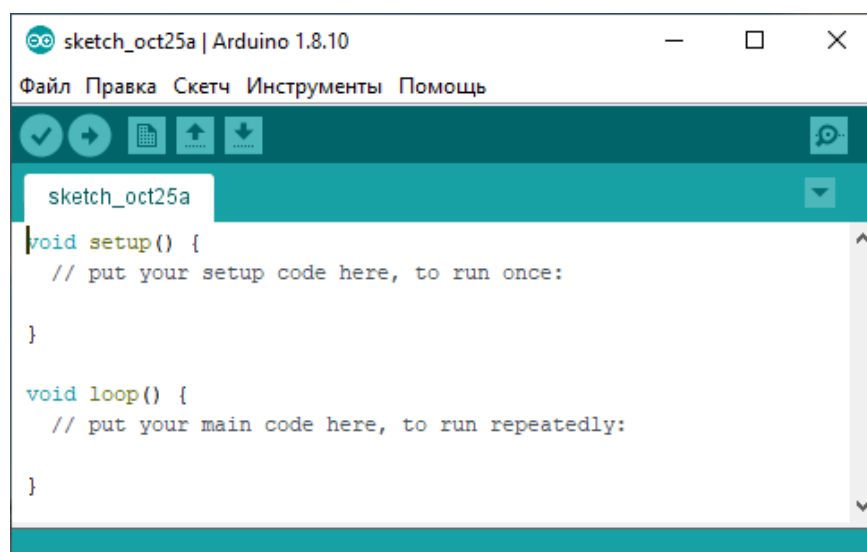


Рисунок 3.21 – Arduino IDE 1.8.10

3.5 Тестування роботи пристрою

Тестування програмного забезпечення полягає в перевірці відповідності фактичних результатів до очікуваних та забезпечення того, щоб програмна система була бездефектною. Воно передбачає виконання програмного або системного компонента для оцінки однієї або декількох властивостей, які цікавлять користувача. Тестування також допомагає виявити помилки, прогалини чи відсутні дії всупереч фактичним вимогам. Воно проводиться вручну або за допомогою автоматизованих інструментів.

Для правильної перевірки, необхідно почати з запуску приладу. При його включенні користувача вітає картинка (логотип).

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		48

Після цього з допомогою напису “Loading...” користувача інформується про процес завантаження системи пристрою. Приклад екрану при запуску зображено на рисунку 3.22.

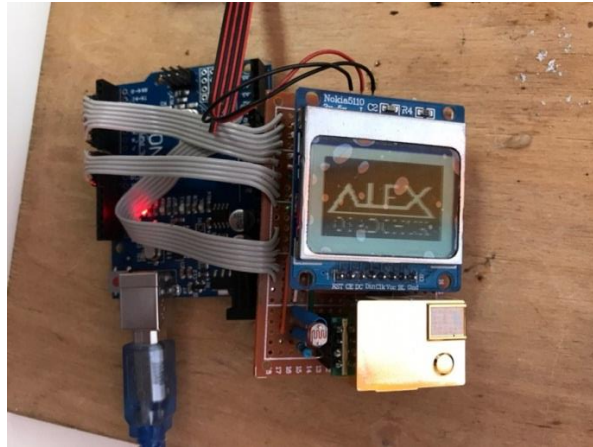


Рисунок 3.22 – Відображення логотипу

Після завантаження на дисплеї з’являються показники стану повітря в реальному часі. У випадку перевищення ними встановлених меж, користувач почує звуковий сигнал, який про це повідомить.

Також, за допомогою фоторезистора реалізується автоматична підсвітка екрану, яскравість якої залежить від рівня освітлення, що робить експлуатацію гаджета ще зручнішим. Робота автопідсвітки в неосвітленому приміщенні представлена на рисунку 3.23.

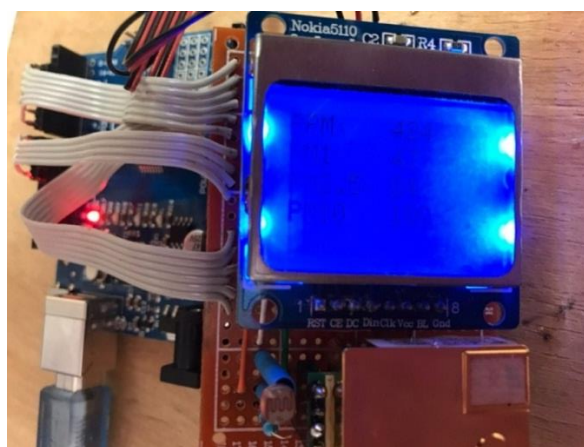


Рисунок 3.23 – Автоматична підсвітка екрану

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		49

Зміни всередині модулів відбуваються в залежності від різних чинників. При піднесенні запаленого предмета, дані в модулі, який вимірює пил та дим, різко зростають, що характеризує миттєву фіксацію змін. Ідентична ситуація з датчиком, що перевіряє кількість вуглекислого газу, але для отримання реакції достатньо просто подихати на нього.

Тестування роботи модулів зображено на рисунку 3.24.



Рисунок 3.24 – Відображення показників стану забруднення повітря

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		50

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

4.1 Аналіз ринку

Світ, в якому ми живемо, насичений синтетичними хімічними речовинами, більшість з яких є токсичними. Дезодоранти, лосьйони для тіла, миючі засоби, фарби, лаки, клеї, синтетичні тканини і килими, тютюновий дим, шампуні, бензин, ацетон, альдегіди, етанол - ці та інші речовини, отруюють людей більшу частину часу в їхніх домівках, в тому числі під час сну. Результатом цього щоденного отруєння, може стати втома, безсоння, головний біль, запаморочення, зниження працездатності, а в гіршому випадку - екземи, висипка, нудота, набряки тіла, задишка, проблеми з серцебиттям, болі в суглобах. Ці прояви залежать від генів, віку, статі, дієти, загального стану здоров'я і настрою, яке впливає на імунітет.

Сучасні будівлі, з метою підвищення енергоефективності будують щільно закритими, щоб перешкодити втрати електроенергії від системи опалення та кондиціонування повітря. Тому, кожному з нас, потрібен постійний нагляд за навколишнім середовищем, за допомогою певних гаджетів та програм.

Сьогодні проконтролювати якість повітря, яке є життєво важливою та найнеобхіднішою речовиною для людини – не складно. Якщо раніше для цього потрібно було користуватись послугами спеціальних служб, що мають відповідне устаткування та кваліфікований персонал, то сьогодні на ринку представлені портативні моделі високоточних пристроїв в користуванні та обслуговуванні газоаналізаторів. Звернувши увагу на газоаналізатори відомих виробників контрольно-вимірювального обладнання, можна помітити, що кожен містить досить широкий асортимент приладів, зокрема детектори летючих органічних сполук, газоаналізатори на формальдегід, на етанол, газоаналізатори вуглекислого газу, кисню тощо.

Вимірювання найчастіше проводиться одним дотиком і результат видається на екран в чіткій і зрозумілій формі.

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		51

Головна ціль даних обладнань – мати змогу вимірювати якість повітря вдома, на робочому місці, в школі, лікарні, в інших місцях.

Користувач може перевірити, чи відповідає концентрація небезпечних компонентів діючим вимогам.

Після перевірки, варто вчасно зреагувати, вжити необхідних заходів, а також обґрунтовано викласти свої вимоги до керівництва чи відповідальних осіб.

4.2 Розрахунок витрат на проектування

Заробітна плата - це форма виплати роботодавцем працівникові, яка може бути визначена трудовим договором. Вона контрастує із штучною заробітною платою, де кожна робота, година чи інша одиниця оплачуються окремо, а не періодично. З точки зору ведення бізнесу, заробітна плата також може розглядатися як вартість придбання та утримання людських ресурсів для проведення операцій, а потім уже витратою на персонал або витратою на зарплату. У бухгалтерському обліку заробітна плата обліковується на рахунках з оплати праці.

Основна заробітна плата - винагорода за виконану роботу відповідно до встановлених норм праці (норми часу, виробітку, обслуговування, посадові обов'язки). Вона встановлюється у вигляді тарифних ставок (окладів) і відрядних розцінок для робітників та посадових окладів для службовців.

Додаткова заробітна плата - винагорода за працю понад установлені норми, за трудові успіхи та винахідливість і за особливі умови праці. Вона включає доплати, надбавки, гарантійні і компенсаційні виплати, передбачені чинним законодавством; премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій. Інші заохочувальні та компенсаційні виплати. До них належать виплати у формі винагород за підсумками роботи за рік, премії за спеціальними системами і положеннями, виплати в рамках грантів, компенсаційні та інші грошові і матеріальні виплати, які не передбачені актами чинного законодавства.

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		

Мінімальний посадовий оклад (тарифна ставка) встановлюють у розмірі, не меншому за прожитковий мінімум.

Тож у 2020 році ця величина складатиме 2102 грн, адже саме такий розмір прожиткового мінімуму для працездатних осіб станом на 01.01.2020 р. Якщо ж порівнювати його з розміром мінімальної зарплати із 01.01.2020 р. - 4723 грн, то мінімальний оклад менше на 2621 грн. Тобто це - навіть не 50% мінімальної зарплатні.

Працівнику №1 нараховані за повний відпрацьований місяць 5206 грн. Податкова соціальна пільга до такої заробітної плати не застосовується, оскільки вона більша за граничний розмір доходу, який дає право на податкову соціальну пільгу.

1) Рахуємо податок на доходи фізичних осіб: $5206 \times 18\%$ (ставка податку на доходи фізичних осіб) = 937,08грн.

2) Рахуємо військовий збір: $5206 \times 1,5\%$ (ставка військового збору) = 78,09 грн.

3) Рахуємо єдиний внесок: $5206 \times 22\%$ (ставка ЄСВ) = 1145,32 грн.

4) Утримання – 1015,17 грн. (937,08 грн. + 78,09 грн.)

5) До виплати працівникові – 4116,58 грн. ($5206,09\text{грн.} - 1015,17\text{ грн.} - 74,34\text{грн.}$)

Працівникові №2 нараховані за повний відпрацьований місяць 4384 грн. Податкова соціальна пільга не застосовується, ідентично першому співробітнику.

1) Рахуємо податок на доходи фізичних осіб: $4384 \times 18\%$ (ставка податку на доходи фізичних осіб) = 771,12грн.

2) Рахуємо військовий збір: $4384 \times 1,5\%$ (ставка військового збору) = 65,76 грн.

3) Рахуємо єдиний внесок: $4384 \times 22\%$ (ставка ЄСВ) = 964,48 грн.

4) Утримання – 836,88 грн. ($771,12\text{ грн.} + 65,76\text{ грн.}$)

5) До виплати працівникові – 3547 грн. ($4384\text{ грн.} - 771,12\text{ грн.} - 65,76\text{грн.}$)

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		

Плата за працю робітникам зображена у таблиці 4.1

Таблиця 4.1 – Розрахування заробітної плати

Посада	Оклад	Відрахування	Кількість		Сума
Старший співробітник	5206грн./міс.	1015 грн./міс.	2 чол.	1 міс.	8382грн.
Інженер І ступеня	4384грн./міс.	836 грн./міс.	1 чол.	1 міс.	4384грн.
Усього зарплати:			12766грн.		

Контрагентські роботи становлять $12766 \times 11\% = 1404,26$ грн.

Співробітники не були у відрядженні, тому витрат на відрядження немає.

Інші прямі витрати за місяць становлять – 3836 грн. (видатків на заробітну плату $\times 40\%$ - $(5206 + 4384) \times 0,40$) .

Усього прямих витрат за місяць 6490 грн. $(3836 + 1404 + 1250)$

Накладні витрати за місяць становлять 2596 грн.

Планові накопичення визначається у відсотках (20-30%) від суми прямих і накладних витрат. Планові накопичення за місяць становлять 2725.8 грн.

Усього кошторисна вартість проєкту 11811.8 грн. (сума прямих і накладних витрат та планових накопичень)

Податок на додану вартість становить 2362,36 грн $(11811.8 \times 0,2)$

Договірна ціна становить 14173 грн (сума кошторисної вартості роботи та податку на додану вартість)

Загальний кошторис витрат на проєктування наведено у таблиці 4.2.

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		54

Таблиця 4.2 - Кошторис витрат на проектування

Найменування статей витрат	Сума, грн
1. Зарплата проектувальників.	12766
2. Відрахування на соціальні потреби.	1250
3. Контрагентські роботи і послуги.	1404,26
4. Витрати на відрядження.	0
5. Інші прямі витрати.	3836
6. Усього прямих витрат.	6490
7. Накладні витрати.	2596
8. Планові накопичення.	2725.8
9. Усього, кошторисна вартість проєкту.	11811.8
10. Податок на додану вартість.	2362,36
11. Загалом, договірна ціна розробки	14173

4.3 Обґрунтування необхідності розробки

На сьогоднішній день, для контролю якості повітря в кожному закладі та будинку мають стояти відповідні прилади, які могли б за допомогою спеціальних сигналів і модулів попереджували людей.

Проаналізувавши ринок вимірювальних пристроїв, було виявлено, що основні чинники, які зустрічаються при огляді обладнання, є зовнішній вигляд, простота функціоналу, компактність та ціна.

Головними недоліками таких приладів є великі габарити, незрозуміле керування та надто високі витрати. Користуючись такими девайсами, користувач не отримує естетичної насолоди від купівлі. Тому, було прийнято рішення створити власний продукт, який матиме доволі пристойну ціну з задовільною зовнішністю.

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		55

ВИСНОВКИ

В результаті проведеної роботи було досліджено технологічну послідовність проєктування автоматизованої системи оцінювання рівня забруднення навколишнього середовища. Завдяки складеному звіту можна переглянути та проаналізувати всі етапи реалізації приладу.

На першому кроці розробки було описано аналіз існуючих рішень й здійснено постановку завдання. Наведена детальна інформація про актуальність теми, її значення та ціль.

На другому етапі було здійснена формалізація вимог до майбутньої системи, спроектовано структуру та алгоритм роботи пристрою. Зображено загальні схеми функціонування апарату.

Під час третьої етапу відбувся вибір засобів реалізації проєкту. Представлено всі рівні реалізації системи:

- реалізація механічної структури;
- реалізація електронної схеми;
- реалізація ПЗ.

Після цього було здійснено кінцеве тестування пристрою, яке продемонструвало його належну роботу.

Під кінець було сформоване техніко-економічне обґрунтування, в якому охарактеризовано ринок, розрахунок витрат й необхідність розробки. В подальшому планується вдосконалення над системою та її компонентами, розширення функціоналу, шляхом добавлення новіших та більш сучасних модулів, сенсорів. Також буде здійснена модернізація зовнішнього вигляду гаджета.

Дана тема та її дослідження були доведені до відома під час виступу на “Днях Науки - 2020”. Місцем проходження даного заходу був Галицький коледж імені В’ячеслава Чорновола. Стаття на дану тему опублікована у збірнику наукових тез коледжу.

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

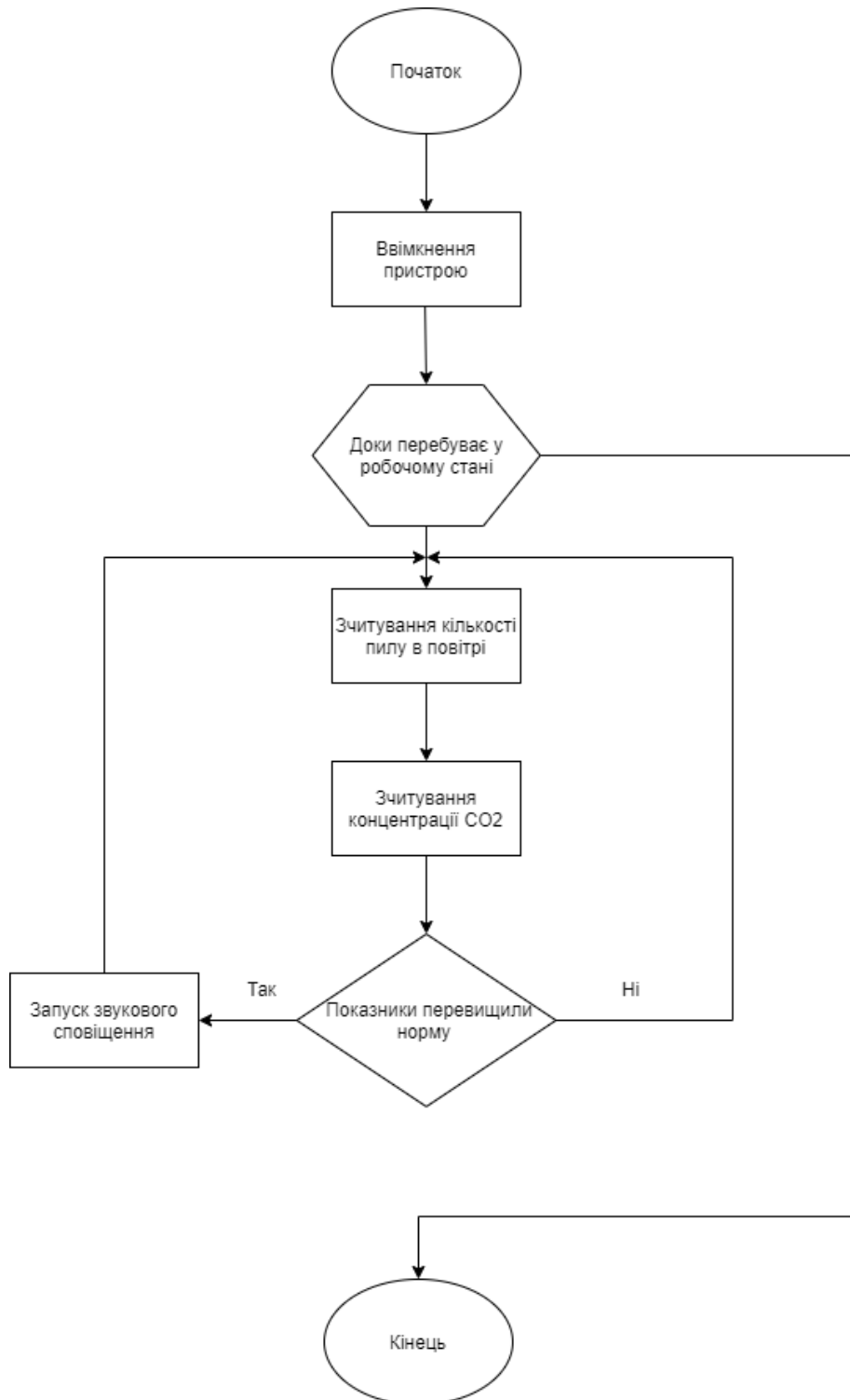
1. Осадчук О.Я. Портативний вимірювач повітря. Галицький коледж імені В'ячеслава Чорновола. Дні науки 2020: збірник наукових тез за матеріалами студентських наукових читань : Тернопіль: Навчально-виробнича майстерня редакційно-видавничих технологій Галицького коледжу імені В'ячеслава Чорновола, 2020. С. 146-149.
2. Arduino main page – arduino.cc: веб-сайт. URL: <https://www.arduino.cc/> (дата звернення: 25.04.2020).
3. Arduino software – arduino.cc: веб-сайт. URL: <https://www.arduino.cc/en/main/software> (дата звернення: 26.04.2020).
4. GP2Y10 introduction – letscontrolit.com: веб-сайт. URL: <https://www.letscontrolit.com/wiki/index.php/GP2Y10> (дата звернення: 01.06.2020).
5. GP2Y1001AU Datasheet Preview – datasheetarchive.com: веб-сайт. URL: <https://www.datasheetarchive.com/pdf/download.php?id=6b6dca6343ceb1c56db2e4ccc83cb2e7418ea4&type=M&term=GP2Y10> (дата звернення: 02.06.2020).
6. LCD дисплей Nokia 5110 – radioprogram.ru: веб-сайт. URL: <https://radioprogram.ru/shop/merch/48> (дата звернення: 04.06.2020).
7. MH-Z19B introduction – revspace.nl: веб-сайт. URL: <https://revspace.nl/MH-Z19B> (дата звернення: 20.05.2020).
8. PMS5003 information – letscontrolit.com: веб-сайт. URL: <https://www.letscontrolit.com/wiki/index.php?title=PMSx003> (дата звернення: 25.05.2020).
9. Программирование Arduino – arduino.ru: веб-сайт. URL: <http://arduino.ru/Reference> (дата звернення: 05.05.2020).
10. Среда разработки Arduino – arduino.ru: веб-сайт. URL: http://arduino.ru/Arduino_environment (дата звернення: 06.05.2020).

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		57

ДОДАТКИ

Додаток А

Додаток А1 - Блок-схема роботи приладу



Додаток А2 – Програмний код

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_PCD8544.h>
Adafruit_PCD8544 display = Adafruit_PCD8544(3, 4, 5, 6, 7);
SoftwareSerial pmsSerial(8, 9);
#define pwmPin 9
#define LedPin 13
#define BLPin 10
#define zoomPin 11
const unsigned char PROGMEM smileBmp[] = {
0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff,
0xf0,0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff,
0xf0,0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff,
0xf0,0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff,
0xf0,0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff,
0xf0,0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff,
0xf0,0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff,
0xf0,0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff,
0xf0,0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff,
0xf0,0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff,
0xf0,0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff,
0xf0,0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff,
0xf0,0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff,
0xf0,0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff,
0xf0,0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff,
0xf0,0xff, 0xff, 0xff, 0xfc, 0x3f, 0xc0, 0x0f, 0x0f, 0xff, 0x0f,
0xf0,0xff, 0xff, 0x3f, 0xfc, 0x3f, 0xc0, 0x0f, 0x87, 0xfc, 0x1f,
0xf0,0xff, 0xfe, 0x1f, 0xfc, 0x3f, 0xc7, 0xff, 0xc3, 0xf8, 0x7f,
0xf0,0xff, 0xfc, 0x1f, 0xfc, 0x3f, 0xc7, 0xff, 0xe1, 0xf0, 0xff,
0xf0,0xff, 0xfc, 0x0f, 0xfc, 0x3f, 0xc7, 0xff, 0xf0, 0xe1, 0xff,
0xf0,0xff, 0xf8, 0x07, 0xfc, 0x3f, 0xc7, 0xff, 0xf8, 0x03, 0xff,
0xf0,0xff, 0xf0, 0x87, 0xfc, 0x3f, 0xc7, 0xff, 0xfe, 0x0f, 0xff,
0xf0,0xff, 0xe1, 0xc3, 0xfc, 0x3f, 0xc0, 0x3f, 0xfe, 0x0f, 0xff,
0xf0,0xff, 0xc3, 0xe1, 0xfc, 0x3f, 0xc7, 0xff, 0xfc, 0x07, 0xff,
```

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		

```

0xf0,0xff, 0xc3, 0xe1, 0xfc, 0x3f, 0xc7, 0xff, 0xf0, 0x43, 0xff,
0xf0,0xff, 0x87, 0xf0, 0xfc, 0x7f, 0xc7, 0xff, 0xe1, 0xe1, 0xff,
0xf0,0xff, 0x0f, 0xf8, 0xfc, 0x3f, 0xc7, 0xff, 0xc3, 0xf0, 0xff,
0xf0,0xfe, 0x1f, 0xf8, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x07, 0xf8, 0x3f,
0xf0,0xfe, 0x3f, 0xfc, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x0f, 0xfe, 0x1f,
0xf0,0xfc, 0x3f, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0x0f,
0xf0,0xf8, 0x7f, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0x87,
0xf0,0xf0, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xc3,
0xf0,0xe0, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x01,
0xf0,0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff,
0xf0,0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff,
0xf0,0xff, 0xc7, 0xcf, 0xff, 0x07, 0xe3, 0x9e, 0x67, 0x33, 0x3f,
0xf0,0xff, 0xfb, 0xff, 0xdf, 0xfb, 0xff, 0xff, 0xef, 0xff, 0xff,
0xf0,0xff, 0x7d, 0xff, 0xff, 0xfd, 0xbf, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff,
0xf0,0xff, 0xfd, 0xdf, 0xef, 0xfd, 0xbf, 0xc0, 0xff, 0xff, 0xff,
0xf0,0xff, 0x7d, 0xef, 0x8f, 0xfd, 0xbf, 0xff, 0xff, 0xf8, 0xff,
0xf0,0xff, 0x7d, 0xff, 0xff, 0xfd, 0xbf, 0xff, 0xff, 0xff, 0x7f,
0xf0,0xff, 0xff, 0xff, 0xf7, 0xfb, 0xdf, 0xff, 0xff, 0x7f, 0xbf,
0xf0,0xff, 0xc7, 0xce, 0xf2, 0x07, 0xe3, 0x9e, 0x79, 0xb3, 0x9f,
0xf0,0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff,
0xf0,0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff,
0xf0,0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff,
0xf0,0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff,
0xf0,0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff, 0xff,
0xff,0xf0

```

```
};
```

```
int prevVal = LOW;
```

```
long th, tl, h, l, ppm;
```

```
unsigned long previousMillis = 0;
```

```
unsigned long interval = 1000;
```

```
int light = 0;
```

```
void setup() {
```

```
    Serial.begin(115200);
```

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		

```

pinMode(pwmPin, INPUT);
pinMode(LedPin, OUTPUT);
pinMode(BLPin, OUTPUT);
pinMode(zoomPin, OUTPUT);
pmsSerial.begin(9600);
// initialization and screen erase
display.begin();
display.clearDisplay();
display.display();
// contrast installation
display.setContrast(60);
delay(1000);
// drawing a picture
display.drawBitmap(0, 0, smileBmp, 84, 44, BLACK);
display.display();
delay(2000);
display.clearDisplay();
display.setTextSize(1); // setting the font size
display.setTextColor(BLACK); // setting the text color
display.setCursor(10, 20); // setting cursor position
display.println("Loading...");
display.display();
delay(1500);
display.clearDisplay();
}
struct pms5003data {
    uint16_t framelen;
    uint16_t pm10_standard, pm25_standard, pm100_standard;
    uint16_t pm10_env, pm25_env, pm100_env;
    uint16_t particles_03um, particles_05um, particles_10um,
particles_25um, particles_50um, particles_100um;
    uint16_t unused;
    uint16_t checksum;
};
struct pms5003data data;

```

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		

```

void loop() {
  light = analogRead(A0);
  light = map(light, 600, 1000, 255, 0);
  if (light < 40) {
    light = 0;
  }
  analogWrite(BLPin, light);
  display.clearDisplay();
  long tt = millis();
  int myVal = digitalRead(pwmPin);
  //if changes are detected
  if (myVal == HIGH) {
    digitalWrite(LedPin, HIGH);
    if (myVal != prevVal) {
      h = tt;
      tl = h - 1;
      prevVal = myVal;
    }
  } else {
    digitalWrite(LedPin, LOW);
    if (myVal != prevVal) {
      l = tt;
      th = l - h;
      prevVal = myVal;
      ppm = 5000 * (th - 2) / (th + tl - 4);
      Serial.println("PPM = " + String(ppm));
    }
  }
  readPMSdata(&pmsSerial);
  String pm1String = String(data.pm10_standard);
  String pm25String = String(data.pm25_standard);
  String pm100String = String(data.pm100_standard);
  unsigned long currentMillis = millis();
  if (currentMillis - previousMillis > interval) {
    previousMillis = currentMillis;
  }
}

```

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		62

```

    Serial.print("PM1: ");
    Serial.println(pm1String);
    Serial.print("PM2.5: ");
    Serial.println(pm25String);
    Serial.print("PM10: ");
    Serial.println(pm100String);
}
display.setCursor(0, 0); // setting the cursor position
display.print("PPM:  " + String(ppm));
display.setCursor(0, 10); // setting the cursor position
display.println("PM1:  " + pm1String);
display.setCursor(0, 20); // setting the cursor position
display.println("PM2.5: " + pm25String);
display.setCursor(0, 30); // setting the cursor position
display.println("PM10:  " + pm100String);
display.display();
if (pm1String.toInt() > 115 || pm25String.toInt() > 100 ||
pm100String.toInt() > 100) {
    digitalWrite(zoomPin, HIGH);
}
else {
    digitalWrite(zoomPin, LOW);
}
}
// Code for calculating the sensor readings
boolean readPMSdata(Stream *s) {
    if (! s->available()) {
        return false;
    }
    // Read a byte at a time until we get to the special '0x42'
start-byte
    if (s->peek() != 0x42) {
        s->read();
        return false;
    }
}

```

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		


```

// Now read all 32 bytes
if (s->available() < 32) {
    return false;
}
uint8_t buffer[32];
uint16_t sum = 0;
s->readBytes(buffer, 32);
// get checksum ready
for (uint8_t i = 0; i < 30; i++) {
    sum += buffer[i];
}
// The data comes in endian'd, this solves it so it works on all
platforms
uint16_t buffer_u16[15];
for (uint8_t i = 0; i < 15; i++) {
    buffer_u16[i] = buffer[2 + i * 2 + 1];
    buffer_u16[i] += (buffer[2 + i * 2] << 8);
}
memcpy((void *)&data, (void *)buffer_u16, 30);
if (sum != data.checksum) {
    Serial.println("Checksum failure");
    return false;
}
return true;
}

```

					ДП.КН 20.413.14.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата		64

РЕЦЕНЗІЯ
на дипломний проект
студента відділення комп'ютерних та видавничих технологій
Галицького коледжу імені В'ячеслава Чорновола

студента IV курсу групи К-47

Осадука Олександра
(прізвище та ініціали)

Спеціальність 122 „Комп'ютерні науки та інформаційні технології”

Обсяг дипломного проекту: 64 стор.

Кількість сторінок записки: 57 стор.

Тема: Портативний бездротовий
забруднення повітря

1. Актуальність теми: дослідження рівня забруд-
неності повітря в результаті викидів
на поєднанні, глобальною проблемою та
кілька років зникає краще.

2. Практична або теоретична цінність опрацьованих питань
дані пристрої має можливість підключити
до будь-якого портативного, порта-
тивного ПК серед USB кабелів та акумуля-
торів бездротово зв'язуються.

3. Недоліки роботи суттєвих недоліків не виявлено
відсутність одностороннього зв'язування

4. Загальний висновок дослідження і результати
проблеми повністю розкриває поставлен-
і завдання. Робота заснована
на повній сутності, а автор привносить
вдосконалення кваліфікації.

Рецензент

Чудові С. О.

(прізвище та ініціали рецензента)

«25» 06 2020 р.

(підпис)

С. О.

ВІДГУК
на дипломний проект
освітньо-кваліфікаційного рівня «молодший спеціаліст»
зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології»

студента

Галицького коледжу імені В'ячеслава Чорновола

Осадчука Олександра

на тему

«Портативний вимірювач забруднення повітря»

Дипломний проект присвячений вирішенню практичної задачі – реалізація портативного вимірювача забруднення повітря з метою визначення якості повітря в навколишньому середовищі. Поставлена задача є досить актуальною, оскільки використання подібних систем дозволяє легко контролювати стан забруднення повітря в приміщеннях та оперативно реагувати на його зміни. Крім цього даний пристрій може використовуватися для моніторингу рівня загазованості повітря на виробничих об'єктах тощо.

У процесі роботи над дипломним проектом автор добре розібрався у сучасних технологіях, методах та засобах реалізації автоматизованих систем на базі платформи Arduino. Вчасно і достатньо самостійно виконував план дипломного проектування. Зарекомендував себе як хороший спеціаліст у галузі розробки систем на основі мікроконтролерів ATmega328.

Під час виконання плану дипломного проекту студент продемонстрував вміння використовувати відповідні навчальні та пізнавальні ресурси, вести пошук інформації в Інтернеті, ставити та вирішувати фахові завдання.

У цілому дипломний проект виконаний на належному для присвоєння відповідної фахової кваліфікації рівні.

Керівник дипломного проекту:



Павлюс В.П.,
викладач ЦК професійної та
практичної підготовки
спеціальності «Обслуговування
програмних систем і комплексів»

Ім'я користувача:
Наталя Кульчинська

Дата перевірки:
17.06.2020 18:16:08 EEST

Дата звіту:
16.02.2021 10:19:28 EET

ID перевірки:
1004105672

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

ID користувача:
100004382

Назва документа: ДП_Осадчук_О_К_47 перевірка

Кількість сторінок: 50 Кількість слів: 8214 Кількість символів: 61168 Розмір файлу: 4.01 MB ID файлу: 1004118347

8.39% Схожість

Найбільша схожість: 2.95% з Інтернет-джерелом (<https://kc.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/11/2018/01/Lec-8M.pdf>).

8.39% Джерела з Інтернету

67

Сторінка 52

Не знайдено джерел з Бібліотеки

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

10.8% Вилучень

Деякі джерела вилучено автоматично (фільтри вилучення: кількість знайдених слів є меншою за 8 слів та 0%)

8.96% Вилучення з Інтернету

212

Сторінка 53

2.82% Вилученого тексту з Бібліотеки

7

Сторінка 53