

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
Кафедра метрології та інформаційно-виміральної техніки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи
бакалавра

на тему: **Комп'ютеризована система контролю якості на виробництві
косметичної продукції**

Виконав: студент 4 курсу, групи МТ-3

Спеціальності: 152 «Метрологія та
інформаційно-вимірвальна техніка»

Жураківський Ярослав Ярославович

(прізвище та ініціали)

Керівник: доктор технічних наук, професор

Подчашинський Ю.О.

(науковий ступінь, вчене звання, посада, прізвище та ініціали)

Рецензент: ст. викладач

кафедри РЕА ім. проф. Б.Б. Самотокіна

Богдановський Мартін

(науковий ступінь, вчене звання, посада, прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
Кафедра метрології та інформаційно-вимірювальної техніки

Спеціальність 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри метрології та
інформаційно-вимірювальної техніки
д.т.н., професор Подчашинський Ю.О.

« _____ » _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

Студент _____ **Жураківський Ярослав Ярославович**

1. Тема роботи: Компютеризована система контролю якості на виробництві косметичної продукції.

Керівник роботи: _____ науковий ступінь, вчене звання, посада, прізвище та ініціали

затверджена наказом по університету від « 18 » квітня 2024 р. № 140/с

2. Термін здачі закінченої роботи на кафедру « 19 » червня 2024р.

3. Вихідні дані до роботи об'єкт вимірювань – косметична продукція,
контролюються фізико-хімічні параметри косметичної продукції, похибка
вимірювання 0.5%

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці)
огляд та аналіз методів вимірювання кутової швидкості, розробка структурної
схеми, розробка принципової схеми, конструкторська частина, розробка
алгоритму та програми роботи системи, розрахунок метрологічних
характеристик, оцінка показників надійності роботи системи, безпека
життєдіяльності та охорона праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним визначенням обов'язкових креслень)
структурна схема, електрична принципова схема, перелік елементів, топологія
друкованої плати, блок-схема алгоритму роботи системи

6. Консультанти з кваліфікаційної роботи бакалавра із зазначенням розділів роботи, що їх стосуються

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-8	Подчашинський Ю.О.		

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Узгодження технічного завдання	25.02.24 – 15.03.24	
2	Огляд та аналіз методів вимірювання кутової швидкості		
3	Розробка структурної схеми	02.04.24 – 03.05.24	
4	Розробка електричної принципової схеми	05.05.24 – 10.05.24	
5	Розробка топології друкованої плати	12.05.24 – 21.05.24	
6	Розробка алгоритму та програми системи	23.05.24 – 06.06.24	
7	Розрахунок метрологічних характеристик	08.06.24 – 15.06.24	
8.	Розрахунок надійності	17.06.24 – 22.06.24	
9	Оформлення пояснювальної записки та презентаційного матеріалу		

Студент

(підпис)

Жураківський Я.Я.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Подчашинський Ю.О.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему «Комп'ютеризована система контролю якості на виробництві косметичної продукції» містить 116 сторінок, 37 рисунків, 4 таблиці, 26 формул, 8 джерел.

Ключові слова: похибка, принципова схема, структурна схема, динамік, дисплей, кнопка, OLED, датчик, ATmega328, Arduino, друкована плата, вимірювання, мікроконтролер, блок живлення, блок-схема, система, програма, безпека, охорона праці, алгоритм, розробка.

ABSTRACT

The bachelor's qualification work on the topic "Computerized quality control system in the production of cosmetic products" contains 116 pages, 37 figures, 4 tables, 26 formulas, 8 sources.

Keywords: error, schematic diagram, block diagram, speaker, display, button, OLED, sensor, ATmega328, Arduino, printed circuit board, measurement, microcontroller, power supply, block diagram, system, program, safety, labor protection, algorithm, development.

Keywords: error, schematic diagram, block diagram, speaker, display, button, OLED, sensor, ATmega328, Arduino, printed circuit board, measurement, microcontroller, power supply, block diagram, system, program, safety, labor protection, algorithm, development

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ.....	5
1.1 Призначення та область застосування.....	5
1.2 Умови експлуатації.....	5
1.3 Технічні параметри системи	6
1.4 Вимоги до конструктивного оформлення	7
2. ВИБІР ТА МЕТРОЛОГІЧНА АТЕСТАЦІЯ ЗАСОБІВ	8
ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ КОСМЕТИЧНИХ	
ЗАСОБІВ	
2.1. Контроль якості окремих груп косметичних засобів	10
2.2. Метрологічний контроль якості доглядової косметики	14
2.3 Метрологічний контроль якості парфумерної продукції	20
2.4 Методи метрологічного контролю якості парфумерної продукції.....	23
2.5 Органолептична оцінка та її роль у визначенні якості продукції.....	25
2.6 Фізичні методи вимірювання у метрологічному контролі.....	26
2.7 Вплив метрологічного контролю на конкурентоспроможність	27
підприємств.....	
3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ	29
3.1. Обґрунтування складових системи	30
3.2. Обґрунтування мікроконтролерів.....	31
3.3 Обґрунтування датчиків.....	33
3.4 Обґрунтування LCD (Liquid Crystal Display) дисплеїв.....	35
3.5 Обґрунтування кнопок.....	37
3.6 Обґрунтування джерела живлення.....	38
3.7 Обґрунтування динаміку.....	40
3.8 Обґрунтування джерела живлення.....	42
4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ	44
4.1 Опис складових системи	44
4.2 Вибір мікроконтролера ATmega328.....	45
4.3 Опис обраного датчика MQ-135.....	47
4.4 Опис обраного датчика MQ-3.....	50
4.5 Опис обраного аналогового датчика рН.....	53
4.6 Опис обраного датчику кольору.....	56
4.7 Опис обраного дисплея.....	57
4.8 Опис обраного динаміка.....	59
4.9 Опис обраного блоку живлення.....	61
4.10 Опис обраної кнопки.....	64
5. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ТА АЛГОРИТМУ	68
5.1. Розробка алгоритму	68

					МММТ.420.004.006 – ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Комп'ютеризована система контролю якості на виробництві косметичної продукції			Літ.	Арк.	Аркуші	
Розроб.		Жураківський Я,Я,									
Перевір.		Подчашинський								1	
Керівник								ФКІТМР, гр.МТ-3			
Н. контр.											
Затверд.		Подчашинський									

5.2. Розробка програми	71
6. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	76
6.1 Розробка друкованої плати	76
6.2. Розрахунки похибок	79
6.3. Розрахунок надійності системи	83
7. ОХОРОНА ПРАЦІ	87
8. ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК.....	92
9. ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	94

					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

Вступ

Сучасна косметологічна індустрія стрімко розвивається, пропонуючи широкий спектр продуктів для догляду за тілом, обличчям та волоссям. Зростання попиту на косметику обумовлює необхідність жорсткого контролю якості продукції, що гарантує її безпечність та відповідність встановленим стандартам. Ця дипломна робота присвячена дослідженню комп'ютеризованої системи контролю якості на виробництві косметичної продукції.

В роботі розглянуто комплекс питань, пов'язаних з метрологічним забезпеченням, вибором та атестацією засобів вимірювальної техніки, контролем якості різних груп косметичних засобів, комп'ютеризацією системи контролю, аналізом нормативної документації в інших країнах, відповідальністю за неякісну продукцію та екологічними аспектами косметичної індустрії.

Метрологічне забезпечення контролю ґрунтується на аналізі нормативної документації, розробці та атестації методик вимірювання показників якості косметики. Це дозволяє гарантувати точність та достовірність одержуваних результатів.

Вибір та метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) є важливою умовою ефективного контролю якості. В роботі обґрунтовується вибір ЗВТ для різних груп косметичних засобів, а також описується процес їх метрологічної атестації, що забезпечує єдність вимірювань.

Контроль якості окремих груп косметичних засобів включає:

- Метрологічний контроль якості декоративної косметики (тіні, помади, туші для вій, тональні креми).
- Метрологічний контроль якості доглядової косметики (креми, маски, лосьйони, тоніки).
- Метрологічний контроль якості парфумерної продукції (парфуми, туалетна вода, одеколони).

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В роботі описуються методи контролю для кожної з цих груп, а також роль органолептичної оцінки та фізичних методів вимірювання.

Комп'ютеризована система контролю дозволяє автоматизувати процес контролю якості, підвищуючи його ефективність та оперативність. В роботі описується структура системи, датчики фізичних величин, які використовуються, та їх роль у забезпеченні якості продукції.

Відтворюваність - При повторних вимірюваннях одного і того ж показника різними виконавцями та на різних приладах повинні отримуватися близькі результати.

Точність - Методика повинна забезпечувати необхідну точність вимірювань.

Лінійність - Похибка вимірювань повинна бути пропорційна значенню показника якості.

Простота та наочність - Методика повинна бути простою та зрозумілою для виконання.

Виходячи з вищеприведеного можемо зробити наступний висновок: розробка та атестація методик вимірювань показників якості косметики – це важливий етап метрологічного забезпечення контролю якості. Дотримання вимог до методик вимірювань гарантує отримання достовірних результатів контролю, що, в свою чергу, свідчить про безпечність та відповідність косметики нормативним вимогам.

Атестація Методики Виконання Вимірювань (МВВ) - це невід'ємна складова метрологічної системи України. Вона гарантує достовірність та надійність результатів вимірювань, що, в свою чергу, впливає на якість продукції, безпечність та екологічність виробництва, а також на конкурентоспроможність країни на світовому ринку.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

1. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

1.1 Призначення та область застосування

Комп'ютеризована система повинна а автоматичному або в автоматизованому режимі забезпечити контролю якості на виробництві косметичної продукції.

Областю застосування комп'ютеризованої системи контролю якості косметичної продукції є відділи контролю якості на виробництві та спеціальні лабораторії якості.

Необхідно розробити структурну схему системи, обрати складові для реалізації системи, розробити принципову схему, розробити блок-схему алгоритму роботи системи та відповідну програму.

Початок розробки – квітень 2024 р.

Кінець розробки – червень 2024 р.

1.2 Умови експлуатації

- Температура в лабораторії: від +15°C до 45°C;
- Відносна вологість в лабораторії до 85% при температурі 25°C;
- Атмосферний тиск 600-800 мм рт. ст.;
- Хімічно активні компоненти відсутні.
- Вібрація, тряска, удари: відсутні.
- Характер роботи: разової дії.
- Системна ремонтпридатна, відновлювальна;
- Живлення системи: 5 В.

Експлуатація системи контролю якості використовується в лабораторіях, що опалюється, вибухонебезпечних речовин відсутні; потрібно періодично проводити калібрування системи контролю якості згідно з розробленими інструкціями; збереження системи в сухому місці при кімнатній температурі; уникати падінь та ударів.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

1.3 Технічні параметри системи

Система має кілька входів та виходів. Один з входів призначений для сигналу для кнопки роботи системи. Інші три входи слугують для надходження сигналів від датчика вмісту рН, датчику вмісту сирту, датчику якості (NH₃, NO_x, CO₂, бензин). Також, в систему якості надходить живлення від акумулятора.

На виході система відображує виміряні дані з трьох датчиків якості. Значення якості виводиться на дисплей. Крім того, з виходу система посилає сигнал на динамік. В випадку критичних значень якості відбувається звукове оповіщення.

Центральним елементом є мікроконтролер, який приймає вхідні сигнали від кнопки та датчиків. Потім на основі виміряних даних з датчиків якості формує результати вимірювання показників якості та посилає сигнал на виходи на дисплей та динамік.

Режими роботи системи: автоматичний.

Технічні характеристики системи та її складових частин:

- Точність: похибка відносна датчика 1 = 1,45%, датчика 2 = 1,65%; абсолютна похибка вимірювання датчика 1 = 0,099% , датчика 2 = 0,75%.
- Надійність системи: 14186 годин напрацювання на відмову
- Дисплей з інтерфейсом I2C;
- Інтерфейс та додаткові функції: AVR

Система складається з уніфікованих компонентів: мікроконтролер, датчики якості, акумулятор, дисплей, та динамік є стандартними елементами, що дозволить в разі поломки замінити їх на подібні елементи без модифікації всієї системи.

					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1.4 Вимоги до конструктивного оформлення

Система повинна знаходитися в пластиковому корпусі з певними доробками під дисплей, кнопку, динамік та акумулятор, всі елементи повинні бути зафіксовані в корпусі.

Габарити установки: 160x80x55 мм (розмір плати 33x60 мм).

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ВИБІР ТА МЕТРОЛОГІЧНА АТЕСТАЦІЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ КОСМЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ

Метрологічний контроль якості косметичних засобів (КЗ) неможливий без використання засобів вимірювальної техніки (ЗВТ). Їх точність та надійність безпосередньо впливають на достовірність результатів контролю, а значить, і на безпечність та відповідність КЗ нормативним вимогам. Цей розділ присвячений опису принципів вибору ЗВТ, процедури їх метрологічної атестації та забезпеченню єдності вимірювань при контролі якості КЗ.

При виборі ЗВТ для контролю якості КЗ необхідно враховувати ряд факторів:

Діапазон вимірювань: ЗВТ повинні мати діапазон вимірювань, що охоплює весь діапазон значень показника якості, який підлягає контролю.

Точність: ЗВТ повинні забезпечувати необхідну точність вимірювань, яка відповідає вимогам нормативних документів.

Роздільна здатність: Роздільна здатність ЗВТ повинна бути достатньою для отримання достовірних результатів контролю.

Надійність: ЗВТ повинні бути надійними та стійкими до негативних впливів навколишнього середовища.

Експлуатаційні характеристики: ЗВТ повинні бути зручними в експлуатації та обслуговуванні.

Вартість: Вартість ЗВТ повинна відповідати бюджету, виділеному на метрологічне забезпечення контролю якості.

Важливо зазначити, що при виборі ЗВТ рекомендується звертатися до фахівців з метрології, які допоможуть правильно підібрати необхідні прилади та обладнання.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8



Рис. 2.1 (Колориметр NR100)



Рис. 2.2 (Текстурометр TMS-Pilot)

Метрологічна атестація ЗВТ:

Метрологічна атестація ЗВТ – це процедура, що підтверджує їх відповідність метрологічним вимогам. В Україні метрологічна атестація ЗВТ проводиться органами Державної метрологічної служби.

Процедура метрологічної атестації ЗВТ включає:

Подачу заявки на проведення метрологічної атестації:

Заявка подається власником ЗВТ або уповноваженою ним особою.

Експертизу документації:

Експерти Державної метрологічної служби проводять експертизу документації, що додається до заявки.

Первинну перевірку ЗВТ:

Первинна перевірка проводиться для визначення відповідності ЗВТ метрологічним вимогам.

Оформлення результатів метрологічної атестації:

За результатами метрологічної атестації видається атестат відповідності або повідомлення про невідповідність ЗВТ метрологічним вимогам.

Забезпечення єдності вимірювань:

Єдність вимірювань – це стан, коли результати вимірювань, виконаних в різних місцях, за допомогою різних ЗВТ, збігаються або знаходяться в заданих межах розбіжності.

					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Для забезпечення єдності вимірювань при контролі якості КЗ необхідно:

Застосовувати ЗВТ, що пройшли метрологічну атестацію:

Атестовані ЗВТ гарантують отримання достовірних результатів вимірювань.

Проводити періодичну повірку ЗВТ:

Повірка ЗВТ проводиться для підтвердження їх відповідності метрологічним характеристикам.

Використовувати еталонні зразки:

Еталонні зразки слугують для звірення ЗВТ та забезпечення єдності вимірювань.

Застосовувати атестовані методики вимірювань:

Атестовані методики вимірювань гарантують отримання достовірних результатів вимірювань.

2.1 Контроль якості окремих груп косметичних засобів

Метрологічний контроль якості декоративної косметики (тіні, помади, туші для вій, тональні креми).



Рис. 2.3 (Набір косметичних засобів)

– Колір: Відповідність кольору зразкам, стійкість до вицвітання, міграція пігменту.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

– Зовнішній вигляд: Однорідність, відсутність сторонніх включень, глянец (для блискучих продуктів), стійкість до розшарування, твердість (для твердих продуктів).

– В'язкість: Відповідність нормам, стійкість до розшарування.

– pH: Відповідність нормам, вплив на pH шкіри.

– Розмір частинок: Відповідність нормам, вплив на шкіру.

– Термін придатності: Відповідність маркуванню, стійкість до мікробіологічного обсіменіння.

– Мікробіологічні показники:

– Вміст мікроорганізмів: Відповідність нормам, відсутність патогенних мікроорганізмів.

– Мікробіологічна чистота: Вміст грибів, дріжджів, бактерій.

– Органолептичні показники:

– Запах: Приємний, не різкий, без сторонніх запахів.

– Смак: Приємний, без стороннього присмаку (для продуктів, що контактують з слизовою оболонкою).

– Гіпоалергенність: Відсутність подразнення шкіри, очей, слизових оболонок.

– Токсикологічні показники:

– Відсутність токсичних речовин: Свинцю, ртуті, миш'яку, арсену, формальдегіду, фенолу та інших шкідливих компонентів.

– Дерматологічні випробування: Відсутність подразнення шкіри, алергічних реакцій.

Для контролю якості декоративної косметики використовуються різні методи, включаючи:

Спектрофотометрія: Визначення кольору, стійкості до вицвітання, міграції пігменту.

Віскозиметрія: Визначення в'язкості.

pH-метрія: Визначення pH.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Гранулометрія: Визначення розміру частинок.

Газохроматографія: Визначення токсичних речовин.

Атомно-абсорбційна спектроскопія: Визначення свинцю, ртуті, миш'яку, арсену.



Рис. 2.4 (Газовий хроматограф Nexis GC-2030 Shimadzu)



Рис. 2.5 (Атомно-абсорбційний спектрометр Shimadzu AA-7800)

Бактеріологічний метод: Визначення вмісту мікроорганізмів, патогенних мікроорганізмів.

Мікроскопічний метод: Визначення мікробіологічної чистоти.

Дегустація: Оцінка запаху, смаку.

Випробування на шкірі: Оцінка гіпоалергенності.

Дослідження на тваринах: Визначення токсичності.

Тести in vitro: Визначення подразнювальної, сенсибілізуючої дії.

Вибір та метрологічна атестація ЗВТ

ЗВТ повинні відповідати метрологічним вимогам та забезпечувати необхідну точність вимірювань для визначення усіх показників якості.

Наприклад:

Спектрофотометри для вимірювання кольору та його стійкості.

Віскозиметри для визначення в'язкості.

рН-метри для вимірювання рН.

Гранулометри для визначення розміру частинок пігментів.

Газові хроматографи та атомно-абсорбційні спектрометри для визначення токсичних речовин.

					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12



Рис. 2.6 (Спектрофотометр) Рис. 2.7 (рН-метр) Рис. 2.8 (Віскозиметр)

Атестацію методик вимірювань:

Методики вимірювань повинні бути атестовані та відповідати національним та міжнародним стандартам (ISO, ГОСТ тощо). Вони повинні чітко описувати:

Підготовку зразків;

Процедуру проведення вимірювань;

Обробку та інтерпретацію результатів.

Забезпечення єдності вимірювань:

Використання атестованих ЗВТ;

Періодичну повірку ЗВТ;

Застосування еталонних зразків;

Використання атестованих методик вимірювань;

Участь у програмах міжнародних порівнянь вимірювань.

Державний контроль якості декоративної косметики в Україні здійснюється відповідно до:

Закону України "Про метрологію та метрологічну діяльність" (2016 р.).

Технічного регламенту безпечності косметичної продукції (2015 р.).

Державних стандартів України (ДСТУ) щодо методів вимірювання окремих показників якості.

Міжнародних стандартів ISO (наприклад, ISO 22716:2007 Косметика - Мікробіологічні випробування, ISO 105-C01:2006 Текстильні вироби -

Стійкість кольорів - Випробування на світлостійкість і стійкість до випромінювання штучного світла).

Виробники декоративної косметики можуть також застосовувати специфікації та стандарти галузевих об'єднань або власні технічні умови за умови їх відповідності національним та міжнародним стандартам.

Виробники декоративної косметики повинні здійснювати власний контроль якості на всіх етапах виробництва:

Вхідний контроль сировини та матеріалів.

Виробничий контроль технологічних процесів.

Вихідний контроль готової продукції.

Для ефективного виробничого контролю необхідна оснащена лабораторія та кваліфікований персонал.

Перспективи розвитку:

Метрологічний контроль якості декоративної косметики постійно розвивається. Очікується, що в майбутньому:

З'являться нові методи та засоби вимірювань, що дозволять більш точно та швидко оцінювати показники якості.

Зросте використання альтернативних методів тестування на тваринах.

Більш активно впроваджуватимуться автоматизовані системи контролю якості.

Зробить значення міжнародна гармонізація стандартів щодо якості та безпеки косметичної продукції.

2.2 Метрологічний контроль якості доглядової косметики

Оцінка показників. Які методи використовуються:

Зовнішній вигляд: однорідність, відсутність сторонніх включень, глянець (для блискучих продуктів), стійкість до розшарування, твердість (для твердих продуктів).

В'язкість: відповідність нормам, стійкість до розшарування.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

pH: відповідність нормам, вплив на pH шкіри.

Розмір частинок: відповідність нормам, вплив на шкіру.

Термін придатності: відповідність маркуванню, стійкість до мікробіологічного обсіменіння.

Активні речовини: відповідність кількісному вмісту, стійкість до деградації.

Відсутність токсичних речовин: свинцю, ртуті, миш'яку, арсену, формальдегіду, фенолу та інших шкідливих компонентів.

Гіпоалергенність: відсутність подразнення шкіри, очей, слизових оболонок.

Які методи використовуються:

- Віскозиметрія: визначення в'язкості.
- pH-метрія: визначення pH.
- Гранулометрія: визначення розміру частинок.
- Газохроматографія: визначення токсичних речовин.
- Атомно-абсорбційна спекторметрія: визначення свинцю, ртуті, миш'яку, арсену.
- Хімічний аналіз: визначення кількісного вмісту активних речовин.
- Бактеріологічний метод: визначення вмісту мікроорганізмів, патогенних мікроорганізмів.
- Мікроскопічний метод: визначення мікробіологічної чистоти.
- Дегустація: оцінка запаху, смаку.
- Випробування на шкірі: оцінка гіпоалергенності.
- Дослідження на тваринах: визначення токсичності.
- Тести in vitro: визначення подразнювальної, сенсibilізуючої дії.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15



Рис. 2.9 (Випробування косметики на тваринах)

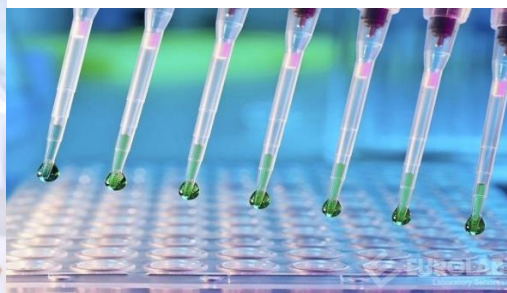


Рис. 2.10 (Тести на цитотоксичність “in vitro”)

Контроль та його значення:

- Державні органи контролю: здійснюють перевірки виробників та імпортерів, відбирають зразки продукції для лабораторних досліджень.
- Незалежні лабораторії: проводять дослідження на замовлення виробників або споживачів.
- Виробники: мають власні системи контролю якості на всіх етапах виробництва.
- Гарантує безпечність: продукція не містить шкідливих речовин, які можуть завдати шкоди здоров'ю.
- Забезпечує ефективність: доглядова косметика відповідає заявленим властивостям та дає очікуваний результат.
- Підтверджує відповідність стандартам: продукція відповідає всім нормативним вимогам, що діють в Україні та світі.
- Купуючи доглядову косметику, яка пройшла метрологічний контроль якості, ви можете бути впевнені, що вона безпечна, ефективна та відповідає високим стандартам якості.

Метрологічний контроль якості доглядової косметики: гарантія безпеки та ефективності

Доглядова косметика – це не просто спосіб підкреслити красу, але й важливий елемент турботи про здоров'я шкіри. Креми, маски, лосьйони та тоніки містять активні речовини, які звожують, живлять, захищають та омолоджують шкіру.



Рис. 2.11 (Доглядова косметика)

Щоб бути впевненими у безпечності та ефективності доглядової косметики, важливо, щоб вона проходила ретельний контроль якості на всіх етапах виробництва. Це гарантує, що продукція відповідає всім нормативним вимогам і не завдасть шкоди вашій шкірі.

Метрологічний контроль якості – це комплекс заходів, спрямованих на оцінку характеристик доглядової косметики за допомогою високоточних методів та еталонних зразків.

Фахівці оцінюють зовнішній вигляд, в'язкість, рН, розмір частинок, термін придатності, кількісний вміст активних речовин, відсутність токсичних речовин, гіпоалергенність.

Для цього використовуються різні методи, такі як віскозиметрія, рН-метрія, гранулометрія, газохроматографія, атомно-абсорбційна спекторметрія, хімічний аналіз, бактеріологічний метод, мікроскопічний метод, дегустація, випробування на шкірі, дослідження на тваринах та тести in vitro.

Контроль якості здійснюється державними органами контролю, незалежними лабораторіями та самими виробниками.

Важливість метрологічного контролю полягає в тому, що він гарантує безпечність, ефективність та відповідність стандартам доглядової косметики.

Споживачі, купуючи продукцію, яка пройшла метрологічний контроль якості, можуть бути впевнені, що вона не завдасть шкоди їхньому здоров'ю та дасть очікуваний результат.

					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Звертайте увагу на знаки відповідності та сертифікати якості при виборі доглядової косметики, адже це гарантія вашої безпеки та краси.

Метрологічний контроль у сфері косметичних засобів включає в себе систематичне вимірювання, перевірку, тестування та оцінку параметрів продуктів з метою забезпечення їх відповідності стандартам якості, безпеки та ефективності.

Один із ключових аспектів - це фізико-хімічні вимірювання. Наприклад, вимірювання рН може впливати на шкірний бар'єр та стан шкіри, в'язкість допомагає визначити консистенцію та легкість нанесення продукту. Також важливо визначити концентрацію активних компонентів, оскільки вона впливає на ефективність догляду та безпеку використання.

Мікробіологічний контроль є не менш важливим, оскільки недостатній рівень гігієни може призвести до появи бактерій та грибків у косметичних продуктах, що може становити загрозу для здоров'я споживачів.

Дослідження стабільності та збереження продукту допомагає визначити його термін придатності та здатність зберігати свої властивості протягом часу. Оцінка ефективності та безпеки передбачає випробування на людях та оцінку можливих ризиків для здоров'я, що включає в себе аналіз реакцій шкіри та можливих алергічних реакцій.

У сучасних умовах важливо також використання комп'ютерно-інтегрованих технологій для автоматизації процесів метрологічного контролю. Це дозволяє забезпечити більш точні та надійні вимірювання, а також знижує людський фактор у процесі контролю якості.

Загалом, метрологічний контроль якості доглядової косметики є ключовим етапом виробничого процесу, забезпечуючи безпеку, ефективність та високу якість продукту, яка відповідає потребам споживачів.

Додатково, важливо враховувати індивідуальні особливості кожного типу косметичного засобу при здійсненні метрологічного контролю. Наприклад, для кремів, масок, лосьйонів та тоніків, які мають різну текстуру, фарбу та аромат, можуть бути встановлені власні стандарти якості.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Метрологічний контроль також охоплює визначення фізико-хімічних властивостей сировини, що використовується у виробництві косметичних засобів, а також контроль за їх якістю та походженням. Це важливо для забезпечення однорідності та стабільності якості готового продукту.

Питання стабільності та збереження продукту є ключовим у метрологічному контролі, оскільки зміни у складі або характеристиках продукту під час зберігання можуть вплинути на його якість та безпеку використання.

Також важливо враховувати міжнародні стандарти та вимоги до якості косметичних продуктів, оскільки це дозволяє ефективно конкурувати на міжнародному ринку та забезпечувати високу довіру споживачів.

У метрологічному контролі також можуть використовуватися різні методи та технології, такі як спектроскопія, хроматографія, мас-спектрометрія та інші, для вимірювання та аналізу хімічного складу та властивостей косметичних засобів.

Загалом, метрологічний контроль якості доглядової косметики є складним та багатогранним процесом, який вимагає систематичного підходу та використання різноманітних методів та технологій для забезпечення високої якості та безпеки продукту.

Додатково можна розглянути питання валідації методів контролю якості. Валідація аналітичних методів є важливою частиною метрологічного контролю, оскільки вона забезпечує об'єктивність, точність та достовірність отриманих результатів вимірювань.

Валідація методів включає в себе проведення різноманітних експериментів та випробувань, що дозволяє підтвердити, що метод вимірювання дійсно відповідає вимогам стандартів якості. Це може включати визначення меж виявлення, меж визначення, лінійності, точності, відтворюваності та інших характеристик методу.

Додатково, можна обговорити питання транспортування та упаковки косметичних засобів. Важливо враховувати, що неправильне упакування або

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

транспортування може призвести до пошкоджень продукту або змін його властивостей, що може вплинути на його якість та безпеку.

Також можна згадати процес сертифікації продукції, який дозволяє підтвердити відповідність косметичних засобів вимогам стандартів якості та безпеки. Сертифікація може проводитися як на національному, так і на міжнародному рівні, що дозволяє продукту отримати визнання на різних ринках.

Нарешті, важливо звернути увагу на питання стандартизації та гармонізації вимог до якості косметичних засобів. Це допомагає уніфікувати вимоги та процедури контролю якості на міжнародному рівні та сприяє зменшенню бюрократичних перешкод у торгівлі косметичними продуктами.

2.3 Метрологічний контроль якості парфумерної продукції.

Метрологічний контроль - це система заходів та процедур, спрямованих на забезпечення відповідності вимірювань, експериментів або продукції встановленим метрологічним вимогам.

Якість парфумерної продукції - це комплекс характеристик, які визначають ступінь відповідності продукції вимогам, що визначаються якісними стандартами та очікуваннями споживачів.

Роль метрологічного контролю в парфумерній промисловості

Метрологічний контроль у парфумерній промисловості відіграє важливу роль у забезпеченні високої якості продукції та відповідності її характеристик встановленим стандартам. Він здійснюється на різних етапах виробництва, включаючи контроль якості сировини, проміжних продуктів та готової продукції.

Хімічний аналіз в парфумерії використовується для визначення складу та концентрації хімічних сполук у парфумерних продуктах. Для цього застосовуються методи, такі як газова хроматографія, мас-спектрометрія та інші.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Органолептична оцінка полягає у визначенні якості продукції за допомогою сприйняття органами чуття, такими як запах, колір, текстура та інші характеристики.

Фізичні вимірювання включають в себе вимірювання різних фізичних параметрів продукції, таких як густина, в'язкість, температура тощо.

Вимоги до метрологічного контролю у парфумерній промисловості

Метрологічний контроль у парфумерній промисловості повинен відповідати встановленим стандартам якості та бути систематичним

та комплексним. Він також повинен бути адаптованим до специфіки виробництва парфумерної продукції та враховувати особливості її складу та властивостей.

Переваги метрологічного контролю в парфумерній промисловості

Метрологічний контроль в парфумерній промисловості дозволяє виробникам забезпечити високу якість своєї продукції, підтримувати конкурентоспроможність на ринку та задовольняти потреби споживачів.

Парфумерна промисловість є галуззю, яка займається виробництвом та розробкою ароматичних продуктів, таких як парфуми, туалетна вода, одеколони, а також продуктів для догляду за шкірою та тілом. Ця галузь має багато історії і традицій, і відома своєю високою естетикою та мистецтвом створення ароматів.



Рис. 2.12 Парфуми

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Сучасна парфумерна промисловість стикається зі змінами в споживчих уподобаннях та тенденціях.

Споживачі все більше звертають увагу на природні складники, еко-дружність та етичне виробництво. Крім того, спостерігається зростання популярності нішевих брендів та індивідуальних ароматів.

Парфумерна промисловість стала дуже глобальною, з виробництвом та споживанням продукції по всьому світу. Це призвело до появи сильної конкуренції між брендами, яка стимулює інновації та вдосконалення продукції.

Сучасні технології дозволяють виробникам парфумерної продукції вдосконалювати якість своїх продуктів та оптимізувати виробничі процеси. Використання новітніх технологій у виробництві та маркетингу дозволяє підприємствам збільшити ефективність та конкурентоспроможність.

Зміна споживчих уподобань та тенденцій на ринку має прямий вплив на якість парфумерної продукції. Виробники повинні пристосовуватися до цих змін, забезпечуючи високу якість своїх продуктів та відповідність вимогам споживачів.

Сучасна парфумерна промисловість стикається з рядом викликів, включаючи зміни в споживчих уподобаннях, глобалізацію ринку та технологічний прогрес. Проте, вона також відкриває нові можливості для розвитку та інновацій, таких як створення нових ароматів, розробка нових технологій та відкриття нових ринків.

Якість у парфумерії визначається комплексом характеристик, які включають:

- Ароматичні властивості: Це включає інтенсивність, тривалість та стійкість аромату.
- Склад і формула: Якість також залежить від якості використовуваних складників та їх співвідношення в формулі парфуму.
- Упакування та дизайн: Якість упакування та його естетичний вигляд можуть впливати на перше враження від продукту.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Якість парфумерної продукції має значний вплив на задоволення споживачів та їхнє сприйняття бренду. Висока якість продукту стимулює лояльність споживачів, забезпечуючи повторні покупки та позитивний імідж бренду.

Для забезпечення високої якості продукції в парфумерній промисловості використовуються різні стандарти якості, які встановлюють вимоги до складу, виробничих процесів та якості готової продукції.

Метрологічний контроль відіграє важливу роль у забезпеченні високої якості парфумерної продукції. Він дозволяє виробникам контролювати якість входящих матеріалів, моніторити процеси виробництва та перевіряти якість готової продукції перед випуском на ринок.

Інновації грають важливу роль у покращенні якості парфумерної продукції. Впровадження новітніх технологій та розробка нових формул дозволяють виробникам створювати більш ефективні та високоякісні продукти, що відповідають потребам сучасних споживачів.

2.4 Методи метрологічного контролю якості парфумерної продукції

Газова хроматографія - це метод аналізу, що базується на розділенні та ідентифікації компонентів суміші на основі їхніх різних афінностей до стаціонарної фази в рухомій фазі.

Мас-спектрометрія - це метод аналізу, що використовується для визначення мас та структури молекул шляхом їхнього іонізації та розпаду на фрагменти, які аналізуються за їхньою масою та зарядом.

Експертна оцінка запаху проводиться за допомогою спеціально підготовлених панелей або навіть індивідуальних експертів, які оцінюють аромати на основі їхнього запаху та характеристик.

Тестування на стійкість включає в себе визначення тривалості та стабільності аромату під впливом різних факторів, таких як температура, світло та вологість.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Вимірювання густини дозволяє визначити концентрацію розчинених речовин у парфумерних продуктах та контролювати їхню однорідність.

Вимірювання в'язкості використовується для оцінки текучості та консистенції парфумерних продуктів.

Стандартизація якості дозволяє встановити конкретні вимоги до характеристик парфумерної продукції та забезпечити їхнє дотримання на всіх етапах виробництва.

Хімічний аналіз в парфумерній промисловості виконує ключову роль у метрологічному контролі якості парфумерної продукції. Цей розділ розгляне основні методи хімічного аналізу, їхній вплив на забезпечення якості продукції та їхнє застосування в парфумерній промисловості.

Газова хроматографія - це метод аналізу, що базується на розділенні компонентів суміші на основі їхньої різниці в афінності до стаціонарної фази в рухомій газовій фазі. Суміш розчинених речовин вводиться у колонку, де відбувається розділення, і детектується за допомогою детектора.

Застосування в парфумерній промисловості

Газова хроматографія застосовується для визначення складу парфумерних продуктів, включаючи визначення концентрації окремих компонентів аромату та виявлення неприпустимих домішок.

Мас-спектрометрія (МС)

Принцип роботи

Мас-спектрометрія - це метод аналізу, що використовується для визначення мас та структури молекул. У цьому методі молекули іонізуються, після чого їхня маса та заряд вимірюються, що дозволяє ідентифікувати складові суміші.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24



Рис. 2.13 (Хімічний аналіз парфумів)

Застосування в парфумерній промисловості

Мас-спектрометрія використовується для ідентифікації та кількісного визначення різних компонентів ароматичних сумішей у парфумерній продукції. Вона допомагає виявляти навіть дуже малі домішки та забезпечує високу точність аналізу.

Значення хімічного аналізу у метрологічному контролі

Хімічний аналіз є ключовим елементом метрологічного контролю у парфумерній промисловості. Він дозволяє виробникам не тільки визначати склад і концентрацію речовин у продукції, але й виявляти неприпустимі домішки та забезпечувати високу якість та стандартизацію продукції.

2.5 Органолептична оцінка та її роль у визначенні якості продукції

Органолептична оцінка відіграє важливу роль у визначенні якості парфумерної продукції. Цей розділ розгляне основні аспекти органолептичної оцінки, методи проведення та її значення у визначенні якості парфумерних продуктів.

Органолептична оцінка ґрунтується на сприйнятті за допомогою органів чуття, таких як зір, нюх, смак, дотик та слух. У випадку парфумерної продукції, основними органами чуття є нюх та зір.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Панельна оцінка здійснюється за допомогою спеціально навчених експертів, які оцінюють ароматичні продукти на основі їхнього запаху, інтенсивності, стійкості та інших характеристик.

Тестування на споживачах полягає в оцінці ароматичних продуктів кінцевими споживачами з метою визначення їхнього сприйняття та задоволення від продукції.

Органолептична оцінка дозволяє виробникам та виробництвам парфумів отримати об'єктивну інформацію про якість їхньої продукції з точки зору кінцевих споживачів. Вона допомагає виявити будь-які дефекти, недоліки або нестачі в ароматі та забезпечує виправлення їх для підвищення задоволення споживачів.

Органолептична оцінка є важливою частиною метрологічного контролю у парфумерній промисловості. Вона доповнює хімічний аналіз та фізичні вимірювання, надаючи інформацію про сприйняття продукції кінцевим споживачем та вплив аромату на їхні враження.

2.6 Фізичні методи вимірювання у метрологічному контролі

Фізичні методи вимірювання є важливою складовою метрологічного контролю якості парфумерної продукції. У цьому розділі розглянемо основні фізичні методи вимірювання, їхні принципи та застосування у метрологічному контролі.

Вимірювання густини полягає у визначенні маси речовини на одиницю об'єму. Цей параметр є важливим для оцінки концентрації розчинених речовин у парфумерних продуктах та їхньої однорідності.

Вимірювання густини використовується для контролю якості парфумерної продукції шляхом визначення концентрації розчинених речовин у зразках, а також для моніторингу процесів змішування та розливання.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Вимірювання в'язкості відображає опір руху рідини або газу. Цей параметр важливий для оцінки текучості та консистенції парфумерних продуктів.

Вимірювання в'язкості використовується для контролю якості парфумерної продукції, забезпечення її відповідності стандартам та специфікаціям, а також для контролю процесів виробництва.

Фізичні методи вимірювання дозволяють об'єктивно оцінювати різні фізичні характеристики парфумерних продуктів, такі як густина та в'язкість. Вони є важливим інструментом у забезпеченні високої якості та стандартизації продукції.

2.7 Вплив метрологічного контролю на конкурентоспроможність підприємств

Метрологічний контроль відіграє ключову роль у забезпеченні якості парфумерної продукції та конкурентоспроможності підприємств на ринку. У цьому розділі розглянемо вплив метрологічного контролю на конкурентоспроможність підприємств у парфумерній промисловості.

Забезпечення високої якості продукції

Метрологічний контроль дозволяє підприємствам забезпечити високу якість парфумерної продукції шляхом контролю якісних та кількісних характеристик продукту. Висока якість продукції сприяє позитивній репутації підприємства та залучає нових клієнтів.

Відповідність стандартам та регулятивним вимогам

Метрологічний контроль допомагає підприємствам відповідати стандартам та регулятивним вимогам у сфері якості парфумерної продукції. Виконання цих вимог є важливою передумовою для участі у міжнародних ринках та збільшення експортного потенціалу.

Зменшення відхилень виробництва

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Метрологічний контроль дозволяє виявляти та виправляти відхилення у виробництві парфумерної продукції на ранніх стадіях, що дозволяє зменшити витрати на відновлення та уникнути втрат від виробничих дефектів.

Підвищення довіри споживачів

Забезпечення високої якості продукції за допомогою метрологічного контролю сприяє підвищенню довіри споживачів до бренду. Довіра споживачів є важливою складовою конкурентоспроможності підприємства та може стати ключовим фактором при виборі продукції серед інших аналогічних товарів на ринку.

Інновації та підвищення ефективності виробництва

Метрологічний контроль сприяє розвитку інновацій та впровадженню нових технологій у виробництво парфумерної продукції. Це дозволяє підприємствам підтримувати конкурентні переваги на ринку та підвищувати ефективність своєї діяльності.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ

Система контролю якості на виробництві косметичної продукції є складним комплексом, що складається з різних апаратних та програмних компонентів. Метою даного розділу є детальний аналіз і обґрунтування вибору основних складових системи, які забезпечують надійний та точний контроль якості продукції.

Ефективність системи контролю якості значною мірою залежить від правильно підібраних компонентів. В нашому випадку мікроконтролер ATmega328 слугує центральним елементом системи, забезпечуючи обробку даних, отриманих з датчиків, та управління іншими складовими. Його вибір обумовлений високою продуктивністю, енергоефективністю та сумісністю з різноманітними периферійними пристроями.

Для вимірювання концентрації різних летючих органічних сполук в повітрі на виробництві використовуються датчики серії MQ. Зокрема, MQ-3, MQ-4 та MQ-135, які забезпечують точне виявлення спиртів, метану та інших шкідливих газів. Вибір цих датчиків обумовлений їх високою чутливістю, надійністю та доступністю.

Для відображення зібраних даних використовується LCD дисплей, який дозволяє операторам в реальному часі контролювати стан виробничого середовища. Дисплей забезпечує зручність використання та швидке реагування на зміни параметрів.

Взаємодія з системою здійснюється за допомогою кнопки, яка дозволяє користувачам керувати процесом вимірювання, перемикатися між різними режимами та ініціювати необхідні дії. Всі ці компоненти разом створюють інтегровану систему, здатну забезпечити високий рівень контролю якості на виробництві косметичної продукції.

В цьому розділі розглянемо кожну з складових системи окремо, обґрунтуємо їх вибір та продемонструємо, як вони взаємодіють для досягнення поставленої мети – забезпечення надійного контролю якості виробничого процесу.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1 Обґрунтування складових системи

Завдяки впровадженню комп'ютеризованих систем контролю можна підвищити ефективність контролю якості, забезпечивши точність, швидкість та автоматизацію вимірювань. В цьому підрозділі обґрунтую вибір та роль кожної складової системи контролю якості на виробництві косметичної продукції.

Мікроконтролер виступає як центральний інтелект системи. Він приймає дані від датчиків газу, обробляє їх і визначає, чи потрібно вжити будь-яких заходів. Наприклад, якщо рівень газу перевищує безпечні норми, мікроконтролер може активувати вентиляцію або відправити сигнал аварійної ситуації.

Функції:

- Управління роботою всієї системи.
- Обробка вхідних сигналів з датчиків газу.
- Керування виводами для взаємодії з іншими компонентами системи.
- Вимірювання концентрації різних газів у повітрі.
- Перетворення газових значень в електричні сигнали, які можна зчитати мікроконтролером.

На базі функцій обираємо наступні складові:

Мікроконтролер – ATmega328

Датчик 1 – MQ-135

Датчик 2 – MQ-3

Датчик 3 – Аналоговий датчик рН

Дисплей - Adafruit SSD1306 128x64 OLED

Кнопка – Tactile Switch B3U-1000P

Динамік – Adafruit SPKR-8 Mini 8 Ohm Speaker

Блок живлення – Adafruit 328 Li-Pro

LCD дисплей є вікном, через яке користувач може подивитися на стан системи. Він відображає вимірювані значення газів, індикатори статусу та

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

іншу інформацію, яка дозволяє користувачеві легко контролювати та реагувати на поточну ситуацію.

Функції:

- Відображення вимірюваних значень газів.
- Показ статусу системи та інших важливих інформаційних повідомлень.

Кнопка: Кнопка надає користувачеві можливість активувати різні функції або режими роботи системи. Наприклад, за допомогою кнопки можна запустити процес калібрування датчиків або перевести систему у режим тестування.

Функції:

- Забезпечення можливості взаємодії з системою.
- Виклик певних дій або режимів роботи системи.

3.2 Обґрунтування мікроконтролерів

Мікроконтролери - це ключові компоненти багатьох електронних систем, що забезпечують управління та керування різними пристроями та процесами. Вони відзначаються універсальністю, ефективністю, економічністю, гнучкістю та інтегрованістю, що робить їх незамінними для широкого спектру застосувань.

Універсальність мікроконтролерів полягає у їх здатності бути програмованими для виконання різноманітних завдань, включаючи керування роботою пристроїв, обробку даних, взаємодію з сенсорами та виведення інформації на дисплей.

Мікроконтролери ефективні за рахунок своєї компактності та здатності обробляти дані в реальному часі, що дозволяє системі швидко реагувати на зміни у середовищі та виконувати складні обчислення.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Економічність мікроконтролерів полягає у їх відносній дешевизні та доступності, що дозволяє знизити витрати на розробку та виробництво електронних пристроїв.

Гнучкість мікроконтролерів проявляється у їх можливості легко змінювати функціонал шляхом перепрограмування, що дозволяє адаптувати систему до нових умов або вимог користувача.

Інтегрованість мікроконтролерів означає, що вони мають вбудовані функції, такі як аналогові та цифрові входи-виходи, таймери, комунікаційні інтерфейси тощо, що спрощує розробку та інтеграцію систем.

Кожен із цих параметрів робить мікроконтролери незамінними для широкого спектру застосувань у різних галузях, від побутових пристроїв до промислових систем. На ринку існує широкий асортимент мікроконтролерів, вироблених різними компаніями.

Популярні види мікроконтролерів та відомі виробники:

AVR мікроконтролери:

- Виробник: Microchip Technology (раніше Atmel)
- Опис: AVR мікроконтролери відомі своєю простотою використання, широкою підтримкою та надійністю. Вони часто використовуються в промисловості та проектах DIY.

PIC мікроконтролери:

- Виробник: Microchip Technology
- Опис: PIC мікроконтролери є одними з найпоширеніших у світі. Вони відомі своєю низькою вартістю, великим рядом моделей та широким спектром застосувань.

STM32 мікроконтролери:

- Виробник: STMicroelectronics
- Опис: STM32 мікроконтролери є популярними серед розробників завдяки своїм високим технічним характеристикам, широкій функціональності та підтримці промислових стандартів.

Arduino-сумісні мікроконтролери:

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

- Виробники: Arduino, Adafruit, SparkFun, Seeed Studio тощо.
- Опис: Ці мікроконтролери зазвичай базуються на AVR або ARM архітектурі та мають простий для використання інтерфейс. Вони часто використовуються в проектах хобі та прототипування.

ESP8266 та ESP32 мікроконтролери:

- Виробник: Espressif Systems
- Опис: Ці мікроконтролери мають вбудований Wi-Fi та Bluetooth, що робить їх ідеальними для Інтернету речей (IoT) та зв'язку з хмарними сервісами.

На основі проаналізованої інформації обрано AVR-мікроконтролер моделі ATmega328, так як він є надійним, сумісним з усією системою, простим у використанні а також підходить для мого DIY-проекту (DIY- Do it yourself - зроби сам).

3.3 Обґрунтування датчиків:

Датчики MQ (Metal Oxide Semiconductor Gas Sensors) - це клас напівпровідникових датчиків, які змінюють свій опір при контакті з певними газами. Ось огляд датчиків MQ за їхнім призначенням та застосуванням:

MQ-2:

- Призначення: Виявлення летючих органічних сполук, диму, легкозаймистих газів, таких як метан, пропан, бутан.
- Марки та моделі: MQ-2 від Winsen, Figaro тощо.
- Використання: Часто використовується у пристроях для виявлення газових викидів, пожежної безпеки, детектора газу тощо.

MQ-3:

- Призначення: Виявлення алкогольних парів, таких як спирт, етанол.
- Марки та моделі: MQ-3 від Winsen.
- Використання: Широко використовується у пристроях для аналізу алкогольного дихання, контролю рівня спирту в повітрі тощо.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

MQ-4:

- Призначення: Виявлення газів, таких як метан, природний газ.
- Марки та моделі: MQ-4 від Winsen.
- Використання: Використовується у системах моніторингу газу для виявлення витоків газу та в пристроях безпеки.

MQ-7:

- Призначення: Виявлення вуглекислого газу (CO₂).
- Марки та моделі: MQ-7 від Winsen.
- Використання: Використовується в системах контролю якості повітря, в пристроях безпеки для виявлення небезпечних рівнів CO₂.

MQ-135:

- Призначення: Виявлення різних газів, включаючи аміак, бензол, сірководень тощо.
- Марки та моделі: MQ-135 від Winsen.
- Використання: Використовується в пристроях для контролю якості повітря, в промислових процесах та для виявлення шкідливих газів у приміщеннях.

Відомі виробники датчиків MQ:

- Winsen: Цей виробник пропонує широкий асортимент датчиків газу, включаючи MQ-2, MQ-3, MQ-4, MQ-7, MQ-135 та інші.
- Figaro Engineering Inc.: Виробник Figaro відомий своєю лінійкою датчиків газу, також можна знайти моделі MQ в їхньому асортименті.
- MiCS (MicroChemical Systems SA): Ця компанія виробляє датчики газу, включаючи деякі альтернативні моделі до MQ.
- Sensirion: Цей виробник спеціалізується на сенсорних рішеннях, включаючи датчики газів.
- SGX Sensortech: Вони також виробляють широкий асортимент газових датчиків, які можуть включати датчики, схожі на MQ-серію.

На основі проаналізованої інформації обрано 3 датчика:

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

– MQ-3 (Виявлення спирту, етанолу) – має високу чутливість та швидку реакцію, дешевий, довговічний та надійний. Зазвичай використовується для вимірювання алкоголю в повітрі, проте його можна адаптувати для рідин за допомогою відповідної камери або дифузійного бар'єру.

– MQ-135 (Виявлення газів, включаючи аміак, бензол, сірководень) – універсальний, може виявляти декілька видів газів, висока чутливість, надійний і довговічний, дешевий.

– Аналоговий датчик рН (Для виявлення допустимого рівню рН) – простий у використанні, надійний, має широкий діапазон вимірювань, гнучкий у використанні, дешевий

3.4 Обґрунтування LCD (Liquid Crystal Display) дисплеїв:

LCD дисплей - це пристрій для відображення інформації, який використовує рідинні кристали для створення зображення. Вони складаються з рядків і стовпців пікселів, кожен з яких може відображати окремий колір або значення.

Типи LCD-дисплеїв:

– Жидкокристалічні матричні дисплеї (LCD Matrix Displays): Це найбільш поширений тип LCD дисплеїв, які використовуються в багатьох пристроях, від мобільних телефонів до моніторів комп'ютерів.

– Жидкокристалічні символні дисплеї (LCD Character Displays): Ці дисплеї відображають лише текст та символи, зазвичай в алфавітно-цифровому форматі. Вони часто використовуються в промислових пристроях та електронних приладах.

– OLED (Organic Light Emitting Diode) - це тип дисплея, який використовує органічні сполуки для випромінювання світла при подачі електричного струму. OLED дисплеї мають низку переваг над традиційними

					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

ЖК-дисплеями (LCD), такими як вищий контраст, кращі кути огляду, швидший час відгуку і нижче споживання енергії.

На основі проаналізованої інформації обрано OLED-дисплей, так як він має швидкий час відгуку, споживає небагато енергії, а також має широкий кут огляду близько 180-градусів.

Характеристика:

- Роздільна здатність (Resolution): Кількість пікселів, які можуть бути відображені на дисплеї.
- Кольорова гама (Color Depth): Кількість кольорів, які можуть бути відображені на дисплеї.
- Розмір (Size): Фізичні розміри дисплею в дюймах або сантиметрах.
- Контрастність (Contrast Ratio): Відношення яскравості між найтемнішими та найсвітлішими областями дисплею.
- Частота оновлення (Refresh Rate): Кількість разів за секунду, які дисплей може оновити свій зображення.

Виробники LCD-дисплеїв:

- Samsung: Відомий виробник електронних компонентів, який пропонує широкий асортимент LCD дисплеїв для різних застосувань.
- LG Display: Ще один провідний виробник LCD панелей, який відомий своїми технологіями дисплеїв високої якості.
- Innolux: Тайванська компанія, яка спеціалізується на виробництві LCD дисплеїв для різних пристроїв.
- Sharp: Японський виробник електроніки, який також виробляє LCD дисплеї для різних застосувань.

На основі проаналізованої інформації обрано дисплей Adafruit SSD1306 128x64 OLED тому що він має низьке споживання енергії, широкий кут огляду, має велику швидкість оновлення, а також простий дизайн і легкий використання.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

3.5 Обґрунтування кнопок:

Кнопка, також відома як перемикач або кнопка натискання, є простим електромеханічним пристроєм, призначеним для створення електричного контакту під час натискання. Кнопки використовуються в безлічі пристроїв та систем, від електроніки споживчого призначення до промислових установок. Вони є одними з найпоширеніших елементів в будь-якому електронному пристрої і використовуються для різних функцій, від ввімкнення та вимкнення до навігації меню та режимів роботи.

Які бувають типи кнопок:

- Моментальні (Momentary): Ці кнопки залишаються у натиснутому стані лише під час фізичного натискання. Після відпускання кнопки вони повертаються до свого початкового положення.
- Тримальні (Latching): Ці кнопки залишаються у натиснутому або випущеному стані, поки їх знову не натиснуть або не відпустять відповідно.

На основі проаналізованої інформації обрано тримальний тип кнопки, адже вона легка при використанні, не має залипань, довговічна та стабільна. Також вона підтримує певний стан (ввімкнений/вимкнений) лише після одного натискання, що дуже зручно.

Характеристика:

- Конструкція (Construction): Кнопки можуть мати різні конструкції, включаючи кнопки з одним або кількома контактами, кнопки з LED-підсвічуванням тощо.
- Тип підключення (Connection Type): Кнопки можуть бути паяні безпосередньо до плати або мати проводи для підключення.
- Тип контакту (Contact Type): Кнопки можуть мати замкнені (NC - Normally Closed), відкриті (NO - Normally Open) або комбіновані контакти.

Виробники:

- Omron Corporation: Цей виробник є одним з провідних у галузі виробництва електронних компонентів, включаючи кнопки різних типів.

					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

– TE Connectivity: TE Connectivity виробляє широкий асортимент кнопок для різних застосувань, включаючи промислові та споживчі пристрої.

– C&K Components: Ця компанія виробляє різноманітні електромеханічні компоненти, включаючи кнопки для різних галузей.

На основі проаналізованої інформації обрано кнопку TL1105BF160Q тому що вона довговічна, виготовлена з високоякісних матеріалів, ергономічна, проста у використанні, забезпечує надійний контакт при натисканні, має високу електричну ізоляцію.

3.6 Обґрунтування джерела живлення:

Джерело живлення виконує важливу функцію забезпечення електроенергією всіх компонентів системи. Воно повинно забезпечувати стабільну напругу і струм, необхідні для правильного функціонування мікроконтролера, датчиків, дисплея та інших компонентів системи.

Стабільність та надійність:

– Стабільність напруги: Джерело живлення повинно забезпечувати постійну напругу без значних коливань. Коливання напруги можуть спричинити неправильну роботу або навіть пошкодження електронних компонентів.

– Надійність: Вибір надійного джерела живлення з довгим терміном служби та низьким рівнем відмови забезпечить стабільну роботу системи протягом тривалого часу.

Потужність:

– Потужність джерела живлення: Джерело живлення повинно мати достатню потужність для забезпечення електроенергією всіх компонентів системи одночасно. Недостатня потужність може призвести до нестабільної роботи системи або навіть до її вимкнення.

– Розрахунок споживаної потужності: Важливо правильно розрахувати загальне споживання потужності всіма компонентами системи

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

(мікроконтролер, датчики, дисплей, інші периферійні пристрої) і вибрати джерело живлення з відповідним запасом потужності.

Типи джерела живлення:

– АС-DC перетворювачі: Для систем, які підключені до мережі змінного струму, використовуються АС-DC перетворювачі, які перетворюють змінний струм (АС) на постійний струм (DC), необхідний для живлення електронних компонентів.

– DC-DC перетворювачі: У разі використання батарей або інших джерел постійного струму (DC), можуть використовуватися DC-DC перетворювачі для забезпечення потрібної напруги.

На основі проаналізованої інформації обрано DC-DC перетворювач, так як він високо-ефективний, зменшує втрати енергії та покращує продуктивність усієї системи. Також він досить компактний, має стабільну вихідну напругу незважаючи на коливання вхідної напруги або навантаження.

Енергоефективність:

– Коефіцієнт корисної дії (ККД): Вибір енергоефективного джерела живлення з високим ККД зменшує втрати енергії та тепловиділення, що важливо для зменшення енергоспоживання системи.

– Теплові характеристики: Джерело живлення повинно мати добрі теплові характеристики для уникнення перегріву, що може призвести до зниження його ефективності та надійності.

Безпека:

– Захист від перенапруги: Джерело живлення повинно мати вбудований захист від перенапруги, що захистить компоненти системи від можливих стрибків напруги.

– Захист від короткого замикання: Наявність захисту від короткого замикання запобігає пошкодженню джерела живлення та інших компонентів у випадку виникнення короткого замикання в системі.

					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

У системі контролю якості на виробництві косметичної продукції може використовуватися універсальний блок живлення з вихідною напругою 5 В або 12 В, в залежності від вимог компонентів системи.

Такий блок живлення повинен мати достатню потужність для забезпечення одночасного живлення мікроконтролера, датчиків, дисплея та інших периферійних пристроїв. Наприклад, для живлення мікроконтролера та датчиків може знадобитися потужність 10 Вт, а для дисплея ще додатково 5 Вт, отже загальна потужність джерела живлення повинна бути не менше 15 Вт з деяким запасом для стабільної роботи.

На основі проаналізованої інформації обрано блок живлення Adafruit 328 Li-Pro адже він має високу ємність, надійний та безпечний, має захист від перенапруги і заряджається за допомогою USB.

3.7 Обґрунтування динаміку

Динамік - це електронний пристрій, який перетворює електричний сигнал на звукові хвилі. Він використовується для відтворення аудіо сигналів у великому діапазоні застосувань, включаючи пристрої звукового сповіщення, аудіо програвачі, телефони, комп'ютери, медичне обладнання та інші пристрої. Зазвичай динаміки мають магнітний драйвер, котрий створює звукові хвилі, коли електричний сигнал проходить через намагнічену котушку. Рух котушки викликає коливання діафрагми, що створює звук.

Існує кілька типів динаміків, кожен з яких має свої особливості та переваги щодо якості звуку та використання. Ось деякі з найпоширеніших типів динаміків:

1. Динаміки на основі динамічного принципу (Dynamic Drivers):

Це найпоширеніший тип динаміків, який використовується в багатьох аудіо пристроях, таких як навушники, колонки, смартфони тощо. Вони працюють на основі електромагнітного принципу, де електричний сигнал викликає коливання котушки в магнітному полі, що породжує звук. Ці

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

динаміки відомі своєю широкою частотною відповіддю та високою ефективністю.

2. Балансовані арматури (Balanced Armature Drivers):

Цей тип динаміків зазвичай використовується в іншому типі навушників, відомих як внутрішньоканальні навушники або ІЕМ (In-Ear Monitors). Вони пропонують високу чіткість звуку та деталізацію в маленькому форм-факторі. Кожен динамік балансованої арматури відповідає за відтворення певного діапазону частот.

3. Електростатичні динаміки (Electrostatic Drivers):

Цей тип динаміків використовує принцип електростатики для створення звуку. Вони відомі своєю високою деталізацією та чистотою звуку, але зазвичай вимагають спеціального підсилення для роботи. Вони часто зустрічаються у високоякісних аудіо системах та навушниках.

4. П'єзоелектричні динаміки (Piezoelectric Drivers):

Цей тип динаміків використовує п'єзокерамічний матеріал, який реагує на електричний сигнал, щоб створити звукові хвилі. Вони мають високу частотну відповідь, але можуть бути менш ефективними у порівнянні з іншими типами динаміків.

5. Планарні магнітні динаміки (Planar Magnetic Drivers):

Цей тип динаміків використовує планарну технологію для створення звуку. Вони відомі своєю високою деталізацією та широким звуковим сценарієм, але можуть бути важкими та вимагати потужного підсилення для роботи.

На основі проаналізованої інформації обрано динамік на основі принципу Dynamic Drivers, адже він здатен відтворювати широкий діапазон частот, досягає значної гучності з меншою потужністю, має чистий звук, проста конструкція що робить його менш схильним до поломок, довговічний.

Звукова індустрія налічує безліч виробників, які відомі своєю якістю та інноваціями у виробництві динаміків та аудіо обладнання. Ось декілька відомих виробників:

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Sennheiser: Німецька компанія, відома своїми високоякісними аудіо пристроями, включаючи навушники, мікрофони та аудіо системи.

2. Bose: Американська компанія, відома своїми інноваційними аудіо системами та активним шумозаглушенням.

3. Sony: Японська компанія, що виробляє широкий спектр аудіо техніки, включаючи навушники, аудіо системи, та динаміки.

4. Beyerdynamic: Німецька компанія, що спеціалізується на виробництві високоякісних аудіо пристроїв, таких як навушники та мікрофони.

5. JBL (a division of Harman International): Американська компанія, відома своїми аудіо системами та динаміками, які часто використовуються у великих заходах та концертах.

6. Audio-Technica: Японська компанія, яка виробляє широкий асортимент аудіо техніки, включаючи навушники, мікрофони та звукознімачі.

7. Focal: Французька компанія, відома своїми високоякісними аудіо системами та навушниками, які виготовляються з великою увагою до деталей.

8. Klipsch: Американська компанія, відома своїми динаміками та аудіо системами високої якості, які відрізняються потужним звуком та елегантним дизайном.

На основі проаналізованої інформації обрано динамік Adafruit SPKR-8 Mini 8 Ohm Speaker адже він має низьку споживану потужність, легкий для установки, компактних розмірів, має якісний з чіткою передачею аудіосигналу, підходить для сповіщень.

3.8. Структурна схема

Нижченаведена схема ілюструє загальну структуру системи, де різні датчики збирають інформацію і передають її на мікроконтролер, який

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

обробляє дані і керує іншими пристроями, такими як дисплей, динамік і кнопка.

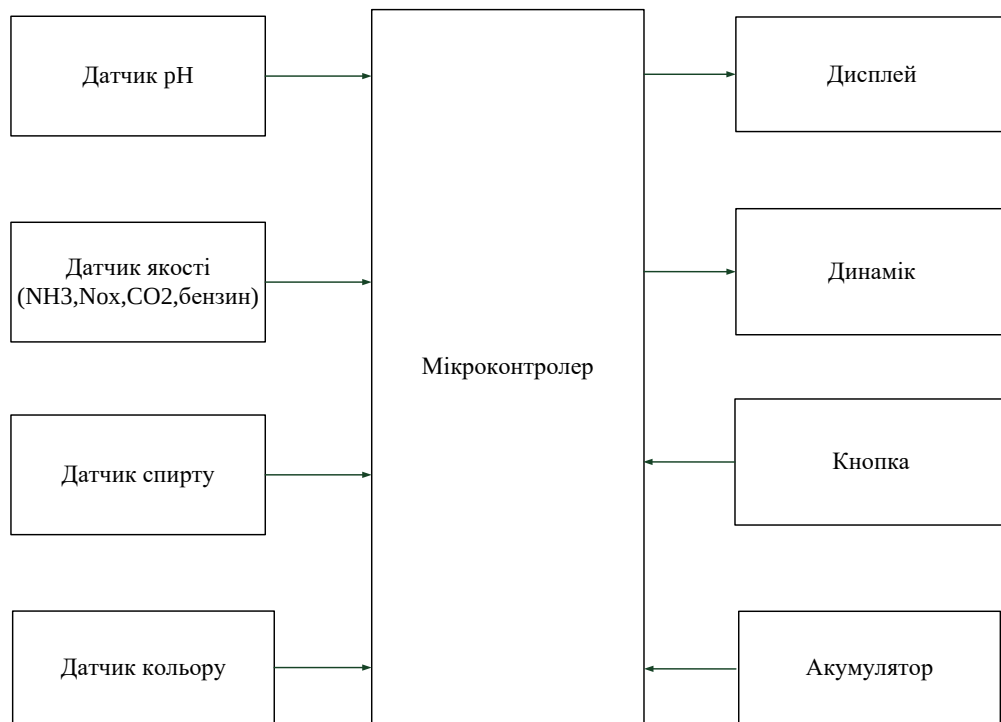


Рис.3.1 Структурна схема системи

На схемі зображені наступні складові:

1. Датчик рН - цей сенсор підключений до мікроконтролера.
2. Датчик якості повітря (NH3, NOx, CO2, бензин) - цей сенсор також підключений до мікроконтролера.
3. Датчик спирту - підключений до мікроконтролера.
4. Блок живлення - підключений до мікроконтролера.
5. Мікроконтролер - центральний елемент, до якого підключені всі інші компоненти.
6. Кнопка – підключена до мікроконтролера.
7. Динамік – підключений до мікроконтролера.
8. Дисплей – підключений до мікроконтролера.

4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ

4.1. Опис складових системи

У цьому розділі буде детально розглянуто всі основні складові комп'ютеризованої системи контролю якості на виробництві косметичної продукції. Кожен компонент відіграє важливу роль у забезпеченні функціонування системи та досягненні високої точності й надійності вимірювань.

Перш за все, ми зосередимо увагу на мікроконтролері ATmega328, який є серцем нашої системи, забезпечуючи її обчислювальну потужність та керування всіма іншими компонентами. Далі ми розглянемо різні датчики, такі як датчик якості повітря MQ-135, який використовується для вимірювання концентрації газів (наприклад, NH₃, NO_x, CO₂, бензин), датчик рН, що дозволяє контролювати кислотність продуктів, датчик спирту MQ-3, який важливий для контролю концентрації етанолу, та колірний датчик TCS3200 для контролю кольорових пігментів косметичної продукції.

Окремо буде описано LCD-дисплей, який забезпечує зручний інтерфейс для користувача, дозволяючи в реальному часі отримувати інформацію про стан системи та результати вимірювань. Динамік використовується для подання звукових сигналів, що можуть вказувати на різні стани системи. Для взаємодії користувача із системою використовується кнопка, яка дозволяє виконувати певні дії, наприклад, запуск або зупинка вимірювань. Живлення системи забезпечується блоком живлення, який дозволяє їй працювати автономно.

Таким чином, у цьому розділі ми детально опишемо кожен компонент системи, його функції та важливість для загальної роботи системи контролю якості. Це дозволить зрозуміти, як кожен елемент сприяє досягненню мети проекту та забезпеченню високих стандартів якості на виробництві косметичної продукції.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

4.2. Вибір мікроконтролера ATmega328

Мікропроцесор ATmega328 є центральним компонентом багатьох вбудованих систем завдяки своїй надійності, ефективності та універсальності. Він широко використовується в різних проектах, включаючи системи контролю якості на виробництві косметичної продукції. ATmega328 (рис.4.1) використовується у багатьох проектах завдяки своїй гнучкості та широким можливостям. Його широкі можливості роблять його ідеальним вибором для систем контролю якості на виробництві косметичної продукції.

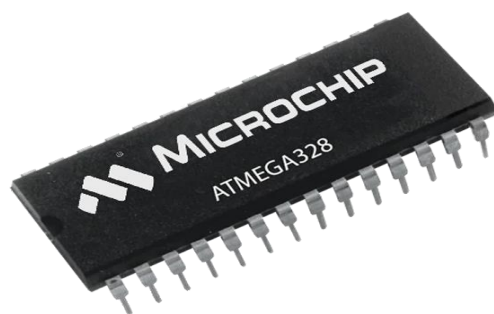


Рисунок 4.1 Мікроконтролер ATmega328

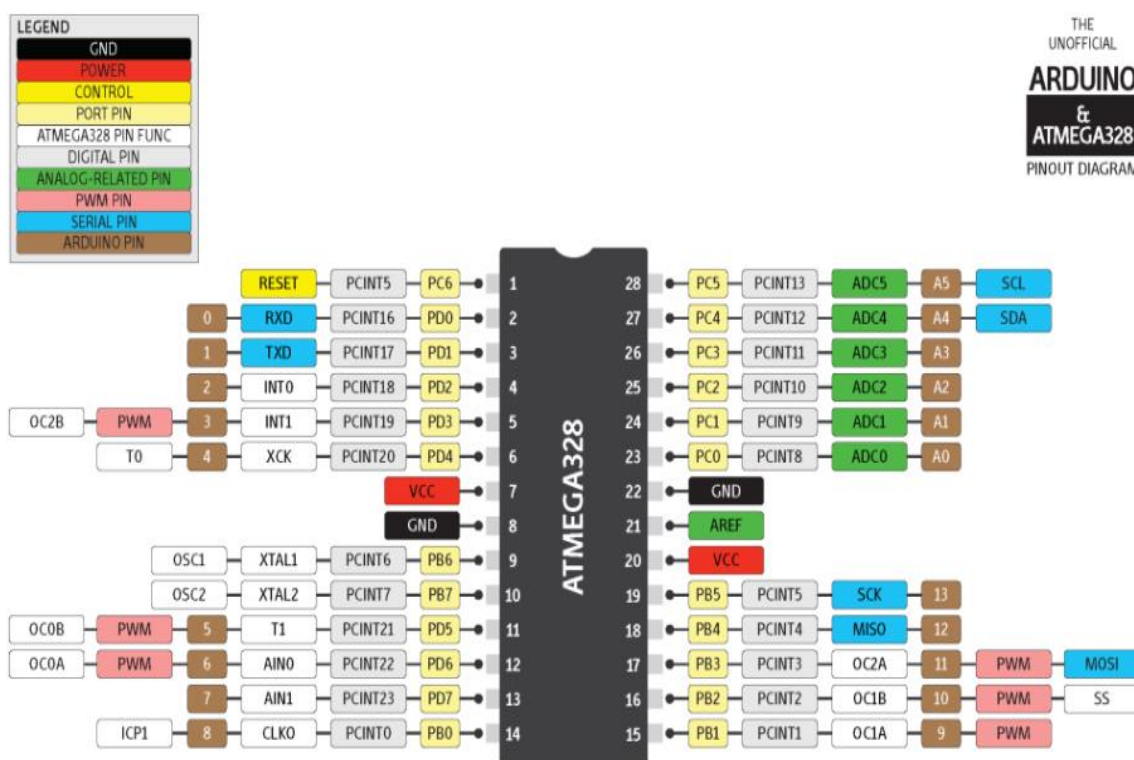


Рисунок 4.2 Розташування виводів ATmega328

Архітектура AVR RISC

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

ATmega328 побудований на основі архітектури AVR RISC (Reduced Instruction Set Computer), що забезпечує високу продуктивність і ефективність за рахунок використання меншої кількості команд процесора для виконання завдань.

- Флеш-пам'ять: 32 КБ (Кілобайт) пам'яті програм, що дозволяє зберігати велику кількість коду.

- SRAM: 2 КБ оперативної пам'яті для виконання поточних обчислень.

- EEPROM: 1 КБ для зберігання довгострокових даних, таких як конфігураційні параметри.

- Максимальна частота тактування становить 20 МГц, що забезпечує швидку обробку даних і виконання команд.

- Цифрові і аналогові входи/виходи: 23 лінії введення/виведення, з яких 6 каналів можуть використовуватися як аналогові входи (ADCs).

- ШІМ-виходи: 6 каналів ШІМ (широтно-імпульсна модуляція) для точного керування аналоговими сигналами.

- Універсальні асинхронні прийомо-передатчики (USART): 1 канал для серійного зв'язку.

- Інтерфейси SPI та I2C: Підтримка протоколів для спілкування з іншими мікроконтролерами і периферійними пристроями.

- Відрізняється низьким енергоспоживанням, що дозволяє використовувати його в автономних системах з обмеженим джерелом живлення.

- Розширені функції

- Вбудовані таймери і лічильники: 3 таймери, два 8-бітові і один 16-бітовий.

- Переривання: Підтримка апаратних і програмних переривань для ефективного керування завданнями в режимі реального часу.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– Вбудовані системи контролю: Використовується в системах контролю якості на виробництві, включаючи контроль параметрів косметичної продукції.

– Автоматизація: Застосовується в системах автоматизації для керування різними процесами, такими як керування двигунами, світлом та іншими пристроями.

– Проекти DIY (Do It Yourself): Широко популярний серед любителів електроніки та розробників завдяки простоті використання і доступності.

– Розумні пристрої: Використовується в розумних будинках та IoT (Internet of Things) для підключення та керування різними сенсорами та пристроями.

Відомі виробники

– Microchip Technology: Нинішній виробник мікроконтролерів ATmega328 після придбання компанії Atmel.

– Arduino: Популярні платформи, такі як Arduino Uno, використовують ATmega328 в якості основного мікроконтролера, що робить його доступним для широкого кола користувачів.

4.3 Опис обраного датчика MQ-135

Датчик MQ-135 є одним з найпоширеніших сенсорів, що використовується для визначення якості повітря шляхом вимірювання концентрації різних газів. Він відомий своєю чутливістю до багатьох забруднюючих речовин, таких як аміак (NH_3), оксиди азоту (NO_x), діоксид вуглецю (CO_2) і бензин, що робить його корисним для широкого спектра застосувань.

MQ-135 працює на основі зміни електричного опору чутливого елемента, виготовленого з діоксиду олова (SnO_2), при контакті з газами. При зміні концентрації газів змінюється провідність чутливого елемента, що дозволяє виміряти їх рівень.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Висока чутливість до аміаку (NH₃), діоксиду азоту (NO_x), діоксиду вуглецю (CO₂) та бензину. Це дозволяє використовувати його для моніторингу якості повітря в приміщеннях та на виробництвах.

Аналоговий вихідний сигнал, що залежить від концентрації газів. Більшість мікроконтролерів можуть легко обробляти цей сигнал для подальшого аналізу.

Датчик може виявляти гази в діапазоні від 10 до 1000 частин на мільйон (ppm), що є достатнім для багатьох практичних застосувань.

Низьке енергоспоживання, що робить його придатним для використання в автономних системах з обмеженим живленням.

Датчик може працювати в температурному діапазоні від -20°C до +50°C, що дозволяє його використовувати в різних кліматичних умовах.

MQ-135 широко використовується в різних галузях завдяки своїй універсальності та надійності:

- Моніторинг якості повітря: Використовується для вимірювання концентрації забруднювачів у повітрі в житлових та робочих приміщеннях, на виробництвах та в лабораторіях.

- Системи вентиляції та кондиціонування: Допомогає контролювати якість повітря, автоматично вмикаючи або вимикаючи системи вентиляції та кондиціонування.

- Екологічний моніторинг: Застосовується для виявлення забруднення повітря на відкритих територіях та в містах.

- Системи безпеки: Використовується в системах виявлення витoku газів для забезпечення безпеки в будівлях та на промислових об'єктах.

Відомі виробники:

- Winsen Electronics: Один з провідних виробників датчиків MQ-135, відомий своєю якістю та надійністю продукції.

- Hanwei Electronics: Китайський виробник, що спеціалізується на сенсорах для виявлення газів, включаючи модель MQ-135.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– SainSmart: Постачає модулі на базі датчика MQ-135, готові до використання з популярними платформами, такими як Arduino.

Переваги використання MQ-135

Датчик може виявляти різноманітні гази, що робить його універсальним інструментом для моніторингу якості повітря.

Завдяки високій чутливості до різних газів, MQ-135 дозволяє точно визначати рівень забруднення.

Легко інтегрується з мікроконтролерами, такими як Arduino, що спрощує розробку систем контролю та моніторингу.

Відносно низька вартість робить цей датчик доступним для широкого кола користувачів, від аматорів до професіоналів.

Недоліки та обмеження

– Датчик потребує періодичного калібрування для забезпечення точних вимірювань.

– Вплив температури та вологості:

– Зміни температури та вологості можуть впливати на точність вимірювань, тому необхідно враховувати ці фактори при використанні датчика.



Рисунок 4.3 Датчик MQ-135

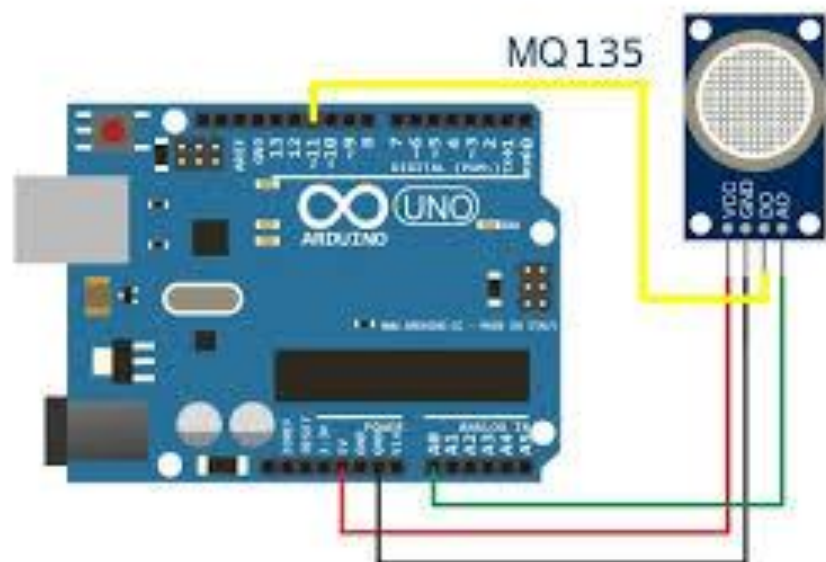


Рис. 4.4 Схема підключення датчика MQ-135

4.4 Опис обраного датчика MQ-3

Датчик MQ-3 є популярним сенсором для виявлення концентрації спирту в повітрі. Завдяки своїй високій чутливості та швидкій реакції, він широко використовується в різних галузях, від портативних алкогольних тестерів до систем контролю безпеки.

Основні характеристики

MQ-3 працює на основі зміни електричного опору чутливого елемента, виготовленого з діоксиду олова (SnO_2), який реагує на присутність парів алкоголю. При збільшенні концентрації алкоголю в повітрі, опір чутливого елемента зменшується.

Висока чутливість до парів етилового спирту ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$). Датчик може визначати навіть невеликі концентрації алкоголю.

Аналоговий вихідний сигнал, пропорційний концентрації алкоголю в повітрі. Це дозволяє мікроконтролерам легко обробляти цей сигнал для подальшого аналізу.

					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Датчик може виявляти алкоголь у діапазоні від 0.05 до 10 мг/л, що робить його придатним для широкого спектра застосувань.

Низьке енергоспоживання, що робить його придатним для використання в автономних пристроях.

Датчик може працювати в температурному діапазоні від -10°C до +50°C, що дозволяє його використовувати в різних кліматичних умовах.

MQ-3 широко використовується в різних сферах завдяки своїй здатності точно визначати концентрацію алкоголю:

- Алкотестери: Використовується в портативних пристроях для вимірювання концентрації алкоголю у видиху людини. Це дозволяє швидко і точно оцінити рівень сп'яніння.

- Системи безпеки: Застосовується в системах контролю безпеки для виявлення алкоголю в повітрі в різних середовищах, наприклад, на робочих місцях.

- Автомобільні системи: Використовується в автомобільних системах для контролю рівня алкоголю у водія перед початком руху, запобігаючи п'яному водінню.

- Лабораторії: Застосовується в лабораторних умовах для дослідження та моніторингу концентрації алкоголю в повітрі.

- Відомі виробники

- Winsen Electronics: Один з провідних виробників датчиків MQ-3, відомий своєю якістю та надійністю продукції.

- Hanwei Electronics: Китайський виробник, що спеціалізується на сенсорах для виявлення газів, включаючи модель MQ-3.

- SainSmart: Постачає модулі на базі датчика MQ-3, готові до використання з популярними платформами, такими як Arduino.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51



Рисунок 4.5 (Датчик MQ-3)

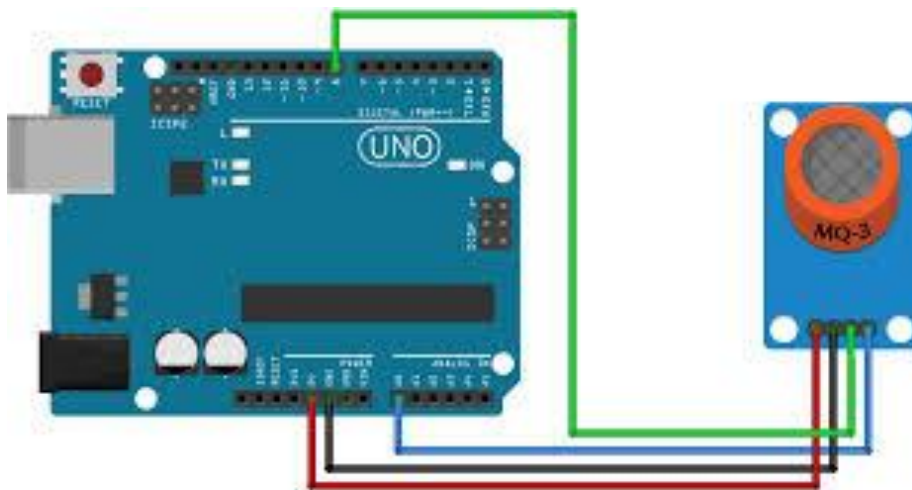


Рисунок 4.6 Схема підключення датчику MQ-3

Переваги використання MQ-3

Датчик має високу чутливість до парів етилового спирту, що дозволяє точно визначати рівень алкоголю в повітрі.

Швидкий час відгуку забезпечує оперативне виявлення змін у концентрації алкоголю.

Легко інтегрується з мікроконтролерами, такими як Arduino, що спрощує розробку систем контролю та моніторингу.

Відносно низька вартість робить цей датчик доступним для широкого кола користувачів, від аматорів до професіоналів.

Недоліки та обмеження:

Датчик потребує періодичного калібрування для забезпечення точних вимірювань.

Хоча MQ-3 спеціалізується на виявленні алкоголю, присутність інших газів може впливати на точність вимірювань.

4.5 Опис обраного аналогового датчика рН

Аналоговий рН-датчик є важливим інструментом для вимірювання рівня кислотності чи лужності розчинів. Цей датчик широко використовується в різних галузях, таких як хімічна промисловість, сільське господарство, водоочисні станції та виробництво харчових продуктів.

Основні характеристики

рН-датчик працює на основі електрохімічної реакції між чутливим електродом та іонами водню в розчині. Ця реакція створює електричний потенціал, який змінюється в залежності від концентрації іонів водню (H^+) і вимірюється датчиком.

Чутливий елемент датчика, зазвичай виготовлений з скла, покритого спеціальним гелем. Він реагує на концентрацію іонів водню в розчині.

Аналоговий вихідний сигнал, який може бути легко зчитаний мікроконтролером, таким як Arduino. Вихідна напруга варіюється в межах 0-5 В і відповідає значенню рН від 0 до 14.

Датчик може вимірювати рН в діапазоні від 0 до 14, що охоплює всі можливі значення кислотності та лужності розчинів.

Датчик може працювати в температурному діапазоні від 0°C до 60°C, що дозволяє його використовувати в різних умовах.

Датчик потребує періодичного калібрування за допомогою стандартних буферних розчинів для забезпечення точних вимірювань.

Призначення та застосування:

Аналоговий рН-датчик широко використовується в різних галузях завдяки своїй здатності точно визначати рівень рН:

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

- Хімічна промисловість: Використовується для контролю процесів, що вимагають точного регулювання рівня рН.
- Сільське господарство: Допомагає визначати кислотність ґрунту, що важливо для оптимального росту рослин.
- Водочисні станції: Використовується для контролю рівня рН води, що забезпечує її безпеку для споживання.
- Харчова промисловість: Контролює рівень рН в продуктах харчування та напоях, що важливо для якості та безпеки продукції.
- Лабораторії: Використовується в наукових дослідженнях для точного вимірювання кислотності чи лужності різних розчинів.
- Відомі виробники
- DFRobot: Відомий виробник, що пропонує високоякісні рН-датчики, сумісні з платформою Arduino.
- Atlas Scientific: Спеціалізується на виробництві високоточних сенсорів, включаючи рН-датчики.
- Gravity: Бренд, відомий своїми надійними та доступними аналоговими рН-датчиками для аматорів і професіоналів.



Рисунок 4.7 (Аналоговий датчик рН для Arduino)

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

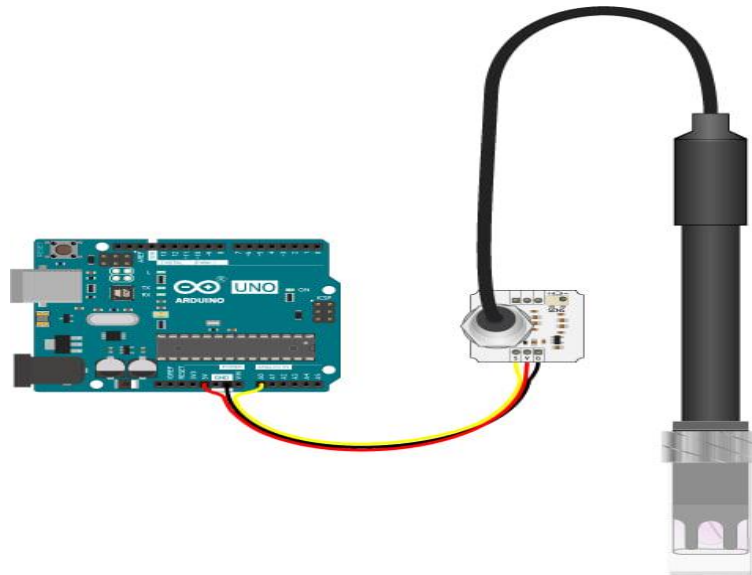


Рисунок 4.8 Схема підключення аналогового датчика рН

Переваги використання рН-датчика:

Датчик забезпечує точні вимірювання рН, що важливо для багатьох наукових і промислових застосувань.

Легко інтегрується з мікроконтролерами, такими як Arduino, що спрощує розробку систем контролю та моніторингу.

Датчик може вимірювати рН в широкому діапазоні від 0 до 14, що охоплює всі можливі значення кислотності та лужності розчинів.

Висока надійність та довговічність, що робить датчик придатним для тривалого використання в різних умовах.

- Калібрування
- Датчик потребує регулярного калібрування для забезпечення точних вимірювань, що може бути трудомістким процесом.

Вплив температури

Вимірювання можуть залежати від температури розчину, тому іноді необхідно використовувати додаткові температурні компенсації.

4.6 Опис обраного датчику кольору

TCS3200 - це програмований колірний датчик, який перетворює світло на частоту. Він має масив фотодіодів, покритих кольоровими фільтрами (червоний, зелений, синій і прозорий), і вбудований генератор частот.

Користувач може програмувати вихідну частоту датчика для кожного кольору, що дозволяє точно вимірювати інтенсивність кольору.

Основні характеристики

- Виробник: AMS (раніше Texas Advanced Optoelectronic Solutions, Inc.)
- Модель: TCS3200
- Тип датчика: Колірний датчик (RGB)
- Живлення: 2.7V - 5V
- Інтерфейс: Цифровий
- Вихідний сигнал: Частота
- Споживаний струм: Типово 2 мА (під час роботи), до 200 нА (в режимі очікування)
- Робочий діапазон температур: -40°C до +85°C
- Чутливість: Програмована, три режими (100%, 20%, 2%)



Рис. 4.9 Датчик кольору

					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

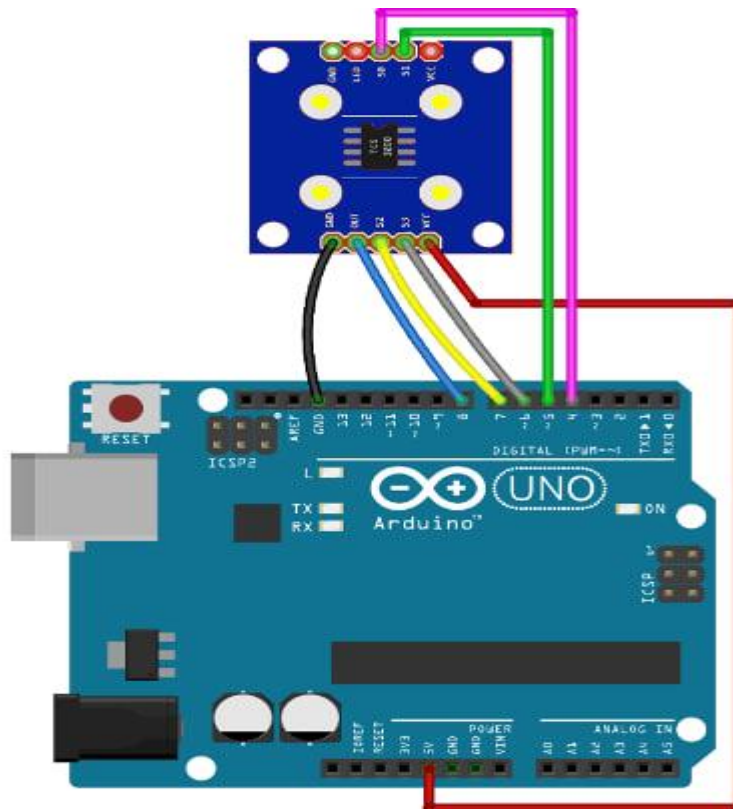


Рис. 4.10 Схема підключення датчика кольору

Принцип роботи

TCS3200 має масив з 8x8 фотодіодів, покритих різнокольоровими фільтрами:

- 16 діодів з червоним фільтром
- 16 діодів з зеленим фільтром
- 16 діодів з синім фільтром
- 16 прозорих діодів

Вихідна частота генерується пропорційно до інтенсивності світла, яке сприймається відповідними фотодіодами.

4.7. Опис обраного дисплея

Adafruit SSD1306 128x64 OLED Display - це компактний, енергоефективний дисплей, який використовує технологію OLED (Organic Light Emitting Diode) для створення чіткого та контрастного зображення.

					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Він ідеально підходить для проектів Arduino, Raspberry Pi та інших мікроконтролерів.

Характеристики:

- Розмір: 128 x 64 пікселі
- Тип дисплея: OLED
- Роздільна здатність: 128 x 64 пікселі
- Крок пікселя: 0.125 мм
- Область огляду: 160°
- Контрастність: 1000:1
- Частота оновлення: 80 Гц
- Інтерфейс: I2C або SPI
- Напруга живлення: 3.3V - 5V
- Споживання струму: 20 мА (типове)
- Робоча температура: -40°C до 80°C
- Розміри: 30 x 25 x 3 мм
- Вага: 3 г

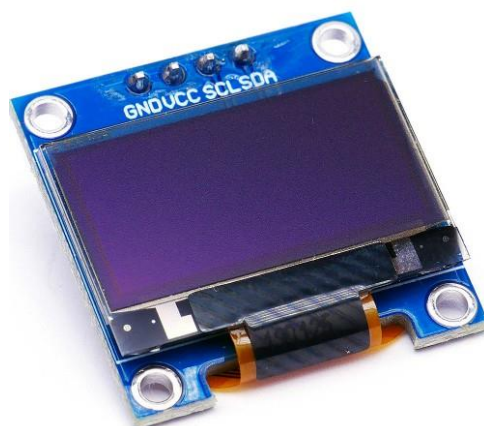


Рисунок 4.11 Дисплей

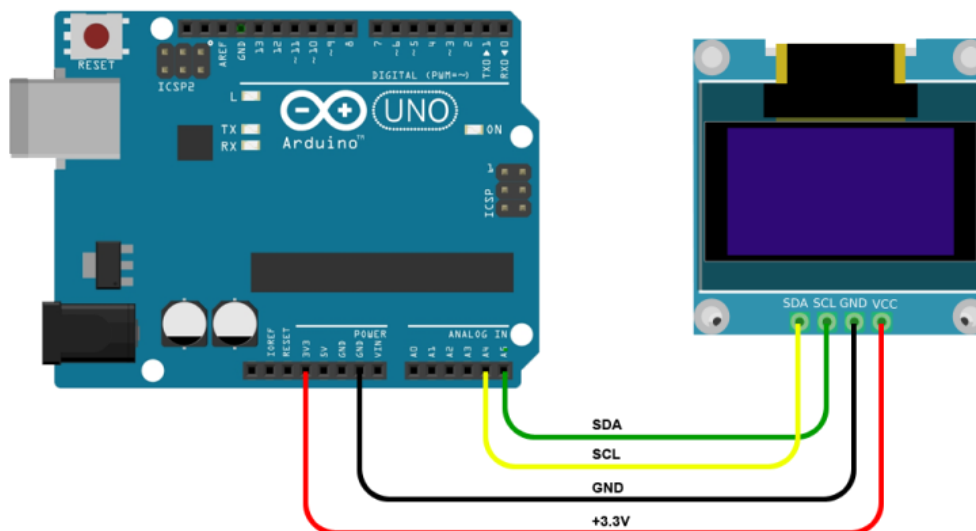


Рисунок 4.12 Схема підключення дисплея

Переваги:

- Компактний: Ідеально підходить для проектів з обмеженим простором.
- Енергоефективний: Споживає мало струму, що робить його ідеальним для портативних пристроїв.
- Чітке зображення: Висока контрастність та чіткість зображення.
- Широкий кут огляду: Зображення чітко видно з різних кутів.
- Простий у використанні: Програмування за допомогою бібліотек Arduino.

Недоліки:

- Не підходить для відображення складних зображень або відео: обмежена роздільна здатність 128 x 64 пікселі.
- Чорно-білий: Не може відображати кольори.

4.8 Опис обраного динаміка

Adafruit SPKR-8 Mini 8 Ohm Speaker - це компактний, простий у використанні динамік, який ідеально підійде для проектів Arduino та буде сумісним з мікроконтролером ATmega328. Він має потужність 0.5 Вт та 8-омний опір, що робить його придатним для різних застосувань.

					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Характеристики:

- Тип: Динамік
- Розмір: 25 x 25 x 10 мм
- Вага: 3 г
- Потужність: 0.5 Вт
- Опір: 8 Ом
- Чутливість: 88 дБ
- Діапазон частот: 200 Гц - 10 кГц
- Інтерфейс: Аналоговий
- Напруга живлення: 3V - 5V
- Споживання струму: 50 мА (максимальне)
- Розміри: 25 x 25 x 10 мм



Рисунок 4.13 (Динамік для Arduino)

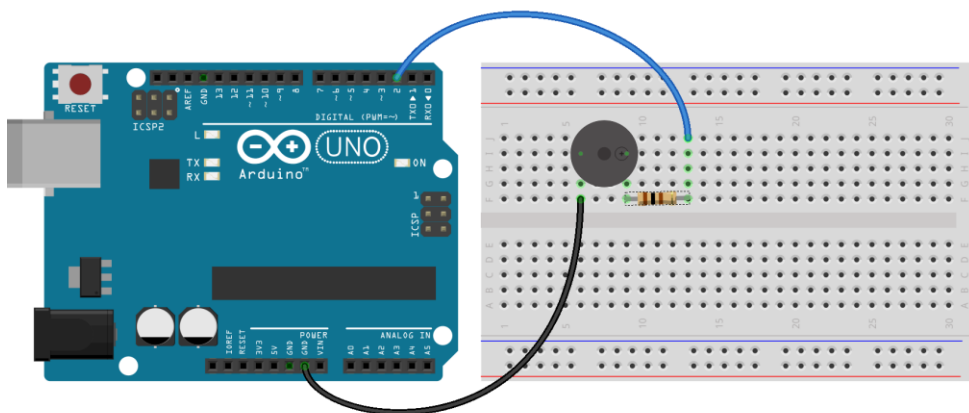


Рисунок 4.14 Схема підключення динаміка

Переваги:

- Компактний: Ідеально підходить для проектів з обмеженим простором.
- Простий у використанні: Підключається до Arduino за допомогою аналогового виходу.
- Низька вартість: Доступний за ціною динамік.
- Якісний звук: Чіткий, чистий звук.

Недоліки:

- Низька потужність: Не підходить для гучного звуку.
- Невеликий діапазон частот: Не може відтворювати дуже низькі або високі частоти.

4.9 Опис обраного блоку живлення

Аналіз усіх складових системи на живлення:

1. Мікроконтролер ATmega328:

Напруга живлення: 1,8 - 5V

2. Датчик №1 - MQ-135:

Напруга живлення: 5V

3. Датчик №2 - MQ-3:

Напруга живлення: 5V

4. Датчик №3 - Аналоговий датчик рН:

Напруга живлення: - 3,3 - 5V

5. Датчик №4 – TCS3200

Напруга живлення: 2,7 – 5.5V

6. Дисплей: Adafruit SSD1306 128x64 OLED Display

Напруга живлення: - 5V

7. Динамік: Adafruit SPKR-8 Mini 8 Ohm Speaker

Напруга живлення: - 4.8V

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

8. Блок живлення Adafruit 328 Li-Pro:

Вхідна напруга: 3.7V - 4.2V

Вихідна напруга: 3.7V та 5.5V

Максимальний вихідний струм: 1A (3.3V) та 500 мА (5V)

9. Кнопка TL1105BF160Q:

Напруга живлення: 3.3V - 5V

Блоки живлення для Arduino повинні відповідати певним вимогам, щоб забезпечити стабільне живлення мікроконтролера та інших підключених компонентів. Нижче наводиться детальний опис характеристик і параметрів, які слід враховувати при виборі блоку живлення для Arduino/

Обраний блок живлення

Adafruit 328 Li-Po

Характеристики:

- Напруга: 3.7 - 5.5V
- Ємність: 2500 мАг
- Тип: Літій-полімерний (Li-Po)
- Розміри: 60 мм x 50 мм x 7 мм
- Підходить для мобільних проектів завдяки компактним розмірам і

відносно високій ємності.

Переваги:

- Висока енергоємність: 2500 мАг забезпечить тривалу роботу системи.
- Компактний розмір: Легко інтегрується в більшість проектів з обмеженим простором.
- Стабільність напруги: 3.7V підходить для багатьох компонентів Arduino з використанням регулятора напруги або підвищувального перетворювача.

Додаткові компоненти

Зарядний модуль:

TP4056

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Забезпечує безпечну зарядку блоку живлення.
- Вбудовані захисти від перезаряду і глибокого розряду.

Boost converter (підвищувач напруги):

MT3608

- Вхідна напруга: 2V до 24V
- Вихідна напруга: До 5V для живлення Arduino та інших компонентів, що працюють від 5V.

Підключення:

- Блок живлення 3.7V Li-Po (Adafruit 328): Підключається до входу зарядного модуля TP4056.
- TP4056: Підключається до зарядного пристрою (наприклад, через micro USB для заряджання).
- MT3608: Вихід 3.7V від блока живлення підключається до входу MT3608, вихід MT3608 налаштовується на 5V і підключається до 5V піну Arduino.

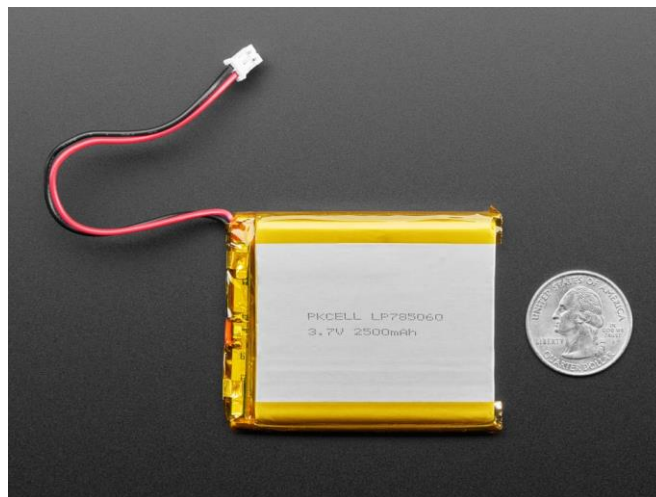


Рисунок 4.15 Блок живлення Adafruit 328 Li-Pro

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

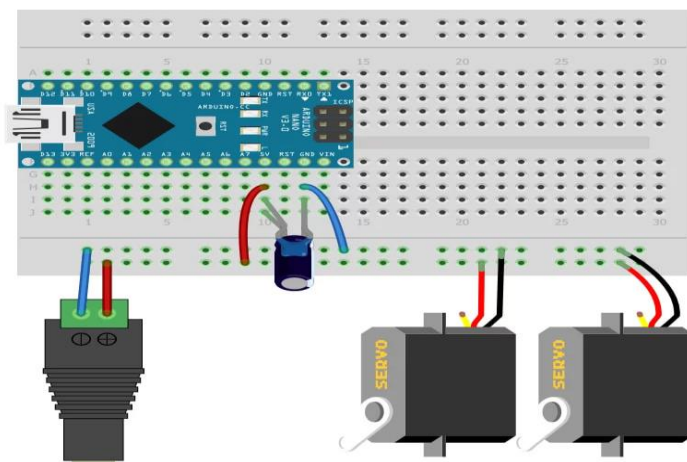


Рисунок 4.16 Схема підключення блоку живлення

Чому саме цей блок живлення:

1. Ємність 2500 мАг дозволить системі працювати протягом декількох годин без підзарядки, залежно від загального енергоспоживання компонентів.
2. Компактні розміри та гнучкість форми дозволяють легко інтегрувати блок живлення у більшість проектів.
3. Сумісність із зарядними модулями та підвищувальними перетворювачами забезпечує надійну і безпечну роботу системи.

4.10 Опис обраної кнопки

Кнопка TL1105BF160Q - це так звана "тактильна" кнопка, яка зазвичай використовується в електроніці та інших пристроях для здійснення контактів, перемикання функцій або виклику певних подій. Характеристики:

Загальна інформація:

- Тип кнопки: Тактильна кнопка (Tactile Switch)
- Серія: TL1105
- Модель: TL1105BF160Q
- Виробник: E-Switch

Електричні характеристики:

- Напруга комутації: До 12 В постійного струму (DC)

- Максимальний струм комутації: Зазвичай 50 мА
- Опір контактів: Менше або рівне 100 міліомам (мОм)

Механічні характеристики:

- Тип активації: Моментальний
- Сила натискання: Зазвичай 160 г (грам)
- Термін служби: До 100 000 циклів натискання

Фізичні характеристики:

- Висота: Зазвичай 6.5 мм
- Ширина: Зазвичай 6.2 мм
- Глибина: Зазвичай 6.2 мм
- Матеріал корпусу: Зазвичай поліамід (Nylon)
- Матеріал контактів: Срібло (Ag)

Робочі умови:

- Температурний діапазон: Зазвичай від -20°C до +70°C

Інші особливості:

- Тип монтажу: Поверхневий монтаж (SMT)
- Спосіб активації: Відбувається при натисканні кнопки, має

відчутний "клік"



Рисунок 4.17 Кнопка

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

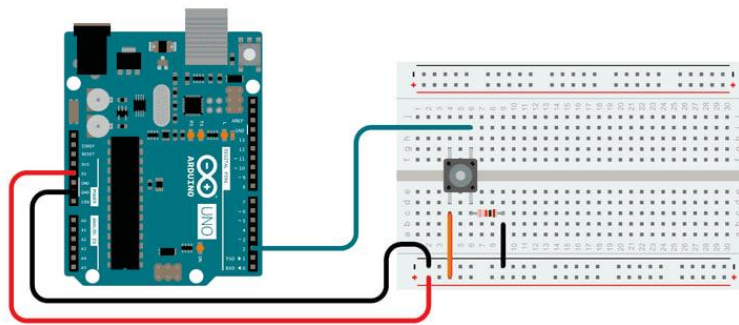


Рисунок 4.18 Схема підключення кнопки

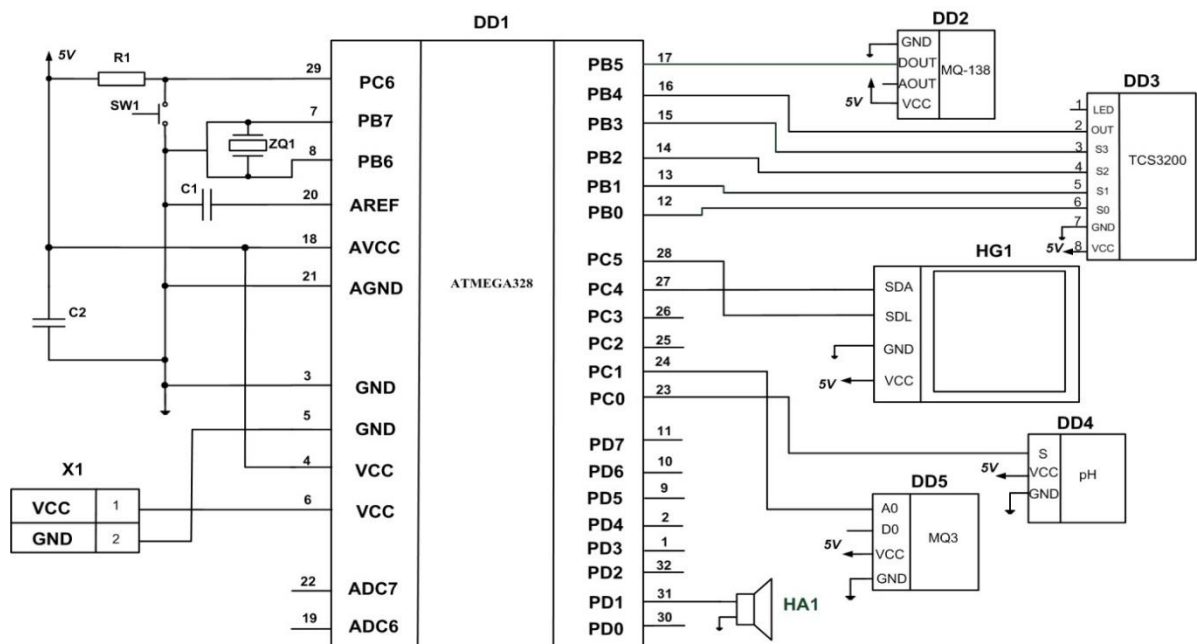


Рис.4.19 Принципова схема системи

Перелік елементів наступний:

- DD1 – мікроконтролер Atmega328;
- DD2 – датчик газу MQ138;
- DD3 – датчик кольору TCS3200;
- DD4 – датчик кислотності pH;
- DD5 – датчик алкголю MQ3;
- HG1 – OLED-дисплей Adafruit SSD1306;
- SB1– тактова кнопка TL1105BF160Q;
- R1– 1 кОм;

- C1– 100нФ;
- C2 – 4,7мкФ;
- ZQ1 – кварцевий резонатор 16МГц;
- X1 – роз’єм для акумулятора 5V.

					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ТА АЛГОРИТМУ

5.1 Розробка алгоритму

Алгоритм роботи вимірювальної системи, що представлений на рис. 5.1, складається з декількох етапів. Ввімкнення системи є початком алгоритму. Після цього йде ініціалізація – об’явлення змінних, а саме регістрові змінні та описи бітів змінних. Наступним йде головна програма, в якій відбувається: 1. Вимірювання рН за допомогою підключеного до мікроконтролера АТmega328 датчика; 2. Вимірювання якості повітря (NH₃, NO_x, CO₂, бензин) за допомогою відповідного датчика; 3. Вимірювання рівня спирту; 4. Вимірювання кольору. Також слід пам’ятати про блок живлення, який підключений до мікроконтролера АТmega328 для забезпечення стабільного електроживлення системи.

Далі отримані результати вимірювань датчиків виводяться на дисплей, що підключений до мікроконтролера, відображаються одиниці виміру та значення. Наступним кроком буде подача звукового сигналу через динамік, який також підключений до мікроконтролера, для індикації вимірювань або інших подій. Після, виконується обробка переривань, пов’язаних з різними вимірюваннями та станом системи.

Кульмінацією всього процесу буде запис даних вимірювань в оперативну пам’ять ОЗУ. Далі програма виконає обчислення похідних вимірювань за допомогою множення та ділення. Завершальним етапом є завершення всієї роботи, результати якої можливо зберегти.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68



Рис. 5.1 – Блок схема алгоритму системи

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МММТ. 480.004.006 – ПЗ

Арк.

69

Опис алгоритму:

1. Початок роботи: включення системи.
2. Ініціалізація: об'являються змінні, а саме регістрові змінні та описи бітів змінних.
3. Головна програма:
 - Вимірювання рН за допомогою підключеного до мікроконтролера ATmega328 датчика.
 - Вимірювання якості повітря (NH₃, NO_x, CO₂, бензин) за допомогою відповідного датчика.
 - Вимірювання рівня спирту.
 - Вимірювання кольору.
4. Виведення інформації на дисплей: виводяться результати вимірювань датчиків на дисплей, підключений до мікроконтролера ATmega328, а також відображаються одиниці виміру та значення.
5. Звукова індикація: звуковий сигнал подається через динамік, підключений до мікроконтролера ATmega328, для індикації різних подій або результатів вимірювань.
6. Обробка переривань: виконується обробка переривань, пов'язаних з різними вимірюваннями та станом системи.
7. Запис та обробка даних:
 - Записуються дані вимірювань в оперативну пам'ять (ОЗУ).
 - Підпрограма множення виконує обчислення похідних вимірювань.
 - Підпрограма ділення виконує ділення для обчислення похідних вимірювань.
8. Завершення роботи: Завершення роботи системи з можливістю збереження даних в EEPROM.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

5.2 Розробка програми

Для написання програми на мікроконтролері ATmega328, що реалізує описану мною систему, скористаюся мовою програмування C.

Мова програмування C (C) була розроблена в 1972 році Денісом Рітчі в Bell Labs як універсальна, високорівнева мова для системного програмування, зокрема для операційної системи UNIX. З моменту свого створення вона набула великої популярності і стала основою для багатьох інших мов програмування.

Я обрав цю мову по декільком причинам:

1. Простота та ефективність: зазвичай програми написані на мові C – дуже швидкі та компактні, також можна виконувати низькорівневі операції, наприклад маніпуляції з пам'яттю, робота з регістрами. Також програми на цій мові, зазвичай, дуже швидкі та компактні.

2. Портативність: код з мови C можна з легкістю перенести на іншу платформу, при цьому з мінімальними змінами в коді.

3. Широкий набір функцій: мова надає обширний набір операторів і функцій для будь-яких арифметичних обчислень.

4. Модульність: програми на мові C можна розділяти на модулі, що дозволяє розробляти програми більш структуровано та логічно.

5. Показчики: мова C підтримує показчики(вказівники), що дозволяє маніпулювати адресами пам'яті.

6. Компактність коду: зазвичай програми на мові C займають менше пам'яті в порівнянні з іншими мовами програмування. Для мікроконтролерів типу ATmega328 це є дуже важливим пунктом.

7. Сумісність: мова C повністю підтримується компілятором AVR-GCC, який використовується для програмування мікроконтролерів серії AVR, до яких і належить ATmega328.

Для своєї системи, що включає різні датчики, я розділю код на окремі частини для кожного датчика. Кожен датчик буде мати свою власну функцію для зчитування даних.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

Налаштування датчика рН

Датчик рН зазвичай використовує аналоговий вихід для передачі даних до мікроконтролера. Я буду використовувати аналогово-цифровий перетворювач (ADC) для зчитування значень.

```
#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>
#define PH_SENSOR_CHANNEL 0 // Канал ADC для датчика рН
void init_adc() {
    ADMUX = (1 << REFS0); // Вибір AREF, внутрішнього 5V напруги живлення
    ADCSRA = (1 << ADEN) | (1 << ADPS2) | (1 << ADPS1) | (1 << ADPS0); //
```

Включення ADC, прескейлер 128

```
    }
    uint16_t read_adc(uint8_t channel) {
        ADMUX = (ADMUX & 0xF8) | (channel & 0x07); // Вибір каналу ADC
        ADCSRA |= (1 << ADSC); // Початок конвертації
        while (ADCSRA & (1 << ADSC)); // Очікування завершення конвертації
        return ADC;
    }
    uint16_t read_ph() {
        return read_adc(PH_SENSOR_CHANNEL);
    }
}
```

Налаштування датчика якості повітря (NH₃, NO_x, CO₂, Бензин)

Цей датчик також використовує аналоговий вихід для передачі даних до мікроконтролера.

```
#define AIR_QUALITY_SENSOR_CHANNEL 1 // Канал ADC для датчика якості
повітря
```

```
uint16_t read_air_quality() {
    return read_adc(AIR_QUALITY_SENSOR_CHANNEL);
}
```

Налаштування датчика спирту

Для датчика спирту використовується аналоговий вихід.

```
#define ALCOHOL_SENSOR_CHANNEL 2 // Канал ADC для датчика спирту
uint16_t read_alcohol_level() {
    return read_adc(ALCOHOL_SENSOR_CHANNEL);
}
```

					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

```
}
```

Налаштування датчика кольору

Датчик кольору може мати складніший інтерфейс, але якщо він використовує аналоговий вихід для кожного каналу кольору (червоний, зелений, синій), я можу зчитувати їх аналогічно.

```
#define COLOR_SENSOR_RED_CHANNEL 3
#define COLOR_SENSOR_GREEN_CHANNEL 4
#define COLOR_SENSOR_BLUE_CHANNEL 5
uint16_t read_color_red() {
    return read_adc(COLOR_SENSOR_RED_CHANNEL);
}
uint16_t read_color_green() {
    return read_adc(COLOR_SENSOR_GREEN_CHANNEL);
}
uint16_t read_color_blue() {
    return read_adc(COLOR_SENSOR_BLUE_CHANNEL);
}
```

Налаштування OLED-дисплею (Adafruit SSD1306)

Для налаштування OLED-дисплею використовуватимемо бібліотеки Wire.h та Adafruit_SSD1306.h.

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
// Налаштування розмірів дисплея
#define SCREEN_WIDTH 128
#define SCREEN_HEIGHT 64
// Оголошення об'єкта дисплея
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, -1);
void setup_display() {
    // Ініціалізація дисплея з перевіркою
    if (!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) {
        Serial.println(F("SSD1306 allocation failed"));
        for (;;) // Безкінечний цикл у разі помилки
    }
}
```

					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

```

display.display(); // Відображення буферу дисплея
delay(2000); // Затримка для візуалізації екрану
display.clearDisplay(); // Очищення дисплея
// Виведення початкового повідомлення
display.setTextSize(1);
display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
display.setCursor(0, 0);
display.print("OLED Display Ready");
display.display();
}

```

Налаштування кнопки (Tactile Switch TL1105BF160Q)

Для налаштування кнопки використовуватимемо один з цифрових входів Arduino з використанням внутрішнього підтягуючого резистора.

```

// Налаштування піну для кнопки
#define BUTTON_PIN 2
void setup_button() {
    pinMode(BUTTON_PIN, INPUT_PULLUP); // Встановлення режиму піну з
    підтягуючим резистором
}
bool is_button_pressed() {
    return digitalRead(BUTTON_PIN) == LOW; // Повертає true, якщо кнопка
    натиснута
}

```

Налаштування динаміка (Adafruit SPKR-8 Mini 8 Ohm Speaker)

Для налаштування динаміка будемо використовувати один з цифрових виходів Arduino та функцію tone().

```

// Налаштування піну для динаміка
#define SPEAKER_PIN 9
void setup_speaker() {
    pinMode(SPEAKER_PIN, OUTPUT); // Встановлення режиму піну як вихід
}
void play_sound(int frequency, int duration) {
    tone(SPEAKER_PIN, frequency, duration); // Відтворення звуку з заданою
    частотою та тривалістю
}

```

					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

}

Пояснення:

Ініціалізація ADC:

- `init_adc()` виконує налаштування ADC для роботи з внутрішнім опорним напругенням 5V і включає ADC з прескейлером 128.

Читання даних з датчиків:

- `read_adc(uint8_t channel)` читає аналогові дані з обраного каналу.
- Функції `read_ph()`, `read_air_quality()`, `read_alcohol_level()`, `read_color_red()`, `read_color_green()`, `read_color_blue()` читають дані з відповідних датчиків.

Відображення даних на дисплеї:

- `display_value(uint16_t value)` перетворює значення в рядок і виводить його на дисплей.

Звукова індикація:

- `sound_alert()` подає короткий звуковий сигнал через динамік.

Обробка переривань:

- `handle_interrupts()` перевіряє стан кнопки і подає звуковий сигнал при її натисканні.

Налаштування дисплея:

- Ініціалізація дисплея та виведення початкового повідомлення.

Налаштування кнопки:

- Встановлення режиму піну з підтягуючим резистором та функція для перевірки стану кнопки.

Налаштування динаміка:

- Встановлення режиму піну як вихід та функція для відтворення звуку.

					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

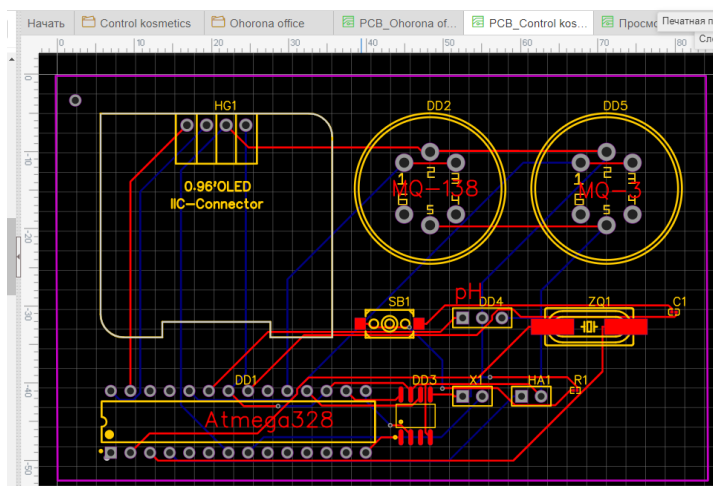
6. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

6.1 Розробка друкованої плати

Було використано середовище EasyEDA. EasyEDA – це безкоштовна та багатофункціональна онлайн-САПР для розробки електронних друкованих плат та схемотехнічної документації. Інтуїтивно проста програма з великою кількістю необхідних інструментів дозволяє створити першу плату всього за кілька годин. Складніші функції стають у нагоді для проектів з високою щільністю компонентів. EasyEDA надає спільні принципи організації інтерфейсу для комфортної роботи у програмі. До складу також входить підручник з чіткими інструкціями "крок за кроком". EasyEDA повністю відповідає вимогам не лише аматорів, а й досвідчених професіоналів у галузі електроніки. Це оптимальний вибір для успішної та ефективної роботи.

Плата має наступні характеристики:

- Мікроконтролер: Atmega328 (розмір: 10x10 мм).
- Роз'єми: HG1 (для підключення 0.96' OLED ІС дисплея), SB1, DD2 (MQ-138), DD5 (MQ-3), DD3, X1, HA1, PH.
- Стабілізатор напруги: ZQ1.
- Резистори та конденсатори: C1, R1.
- Технічна зона врахована.
- Розмір плати складає 52x90 мм. Плата двошарова:



					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

Рис. 6.1 Перший шар плати

На рисунку 6.1 видно верхній шар плати, де червоні доріжки відповідають за сигнальні шляхи, а жовті позначають межі компонентів.

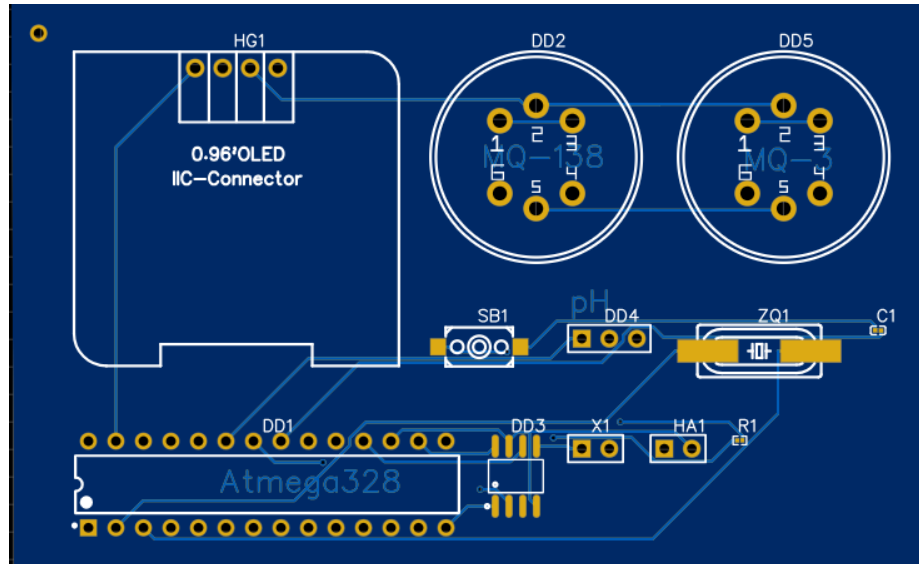


Рис. 6.2 Фінальна версія першого шару плати

На рисунку 6.2 видно фінальну версію плати з розміщеними компонентами та доріжками, виконану в синьому кольорі.

На рисунку 6.3 показаний нижній шар плати, де сині доріжки відповідають за з'єднання між компонентами.

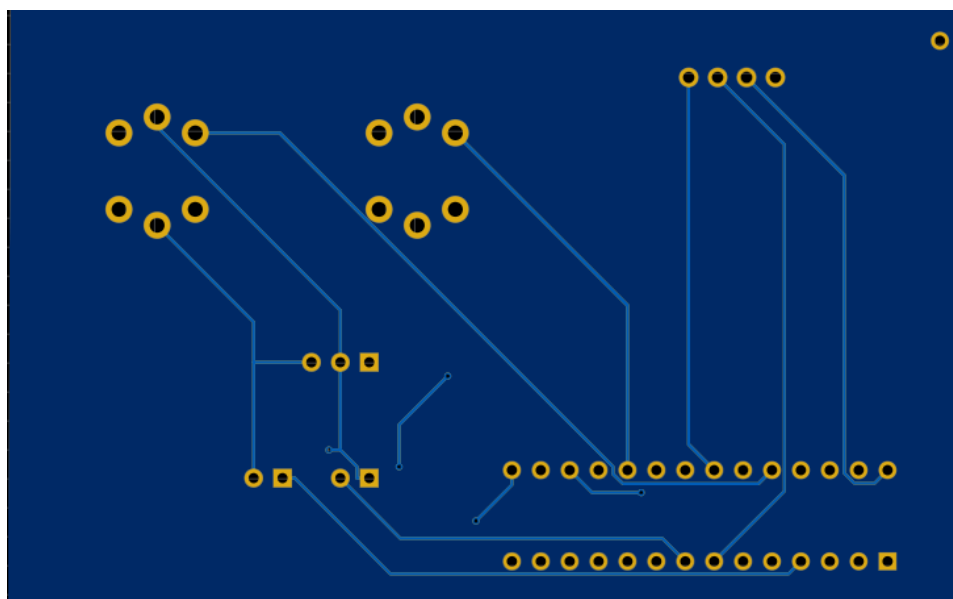


Рис. 6.3 Другий шар плати

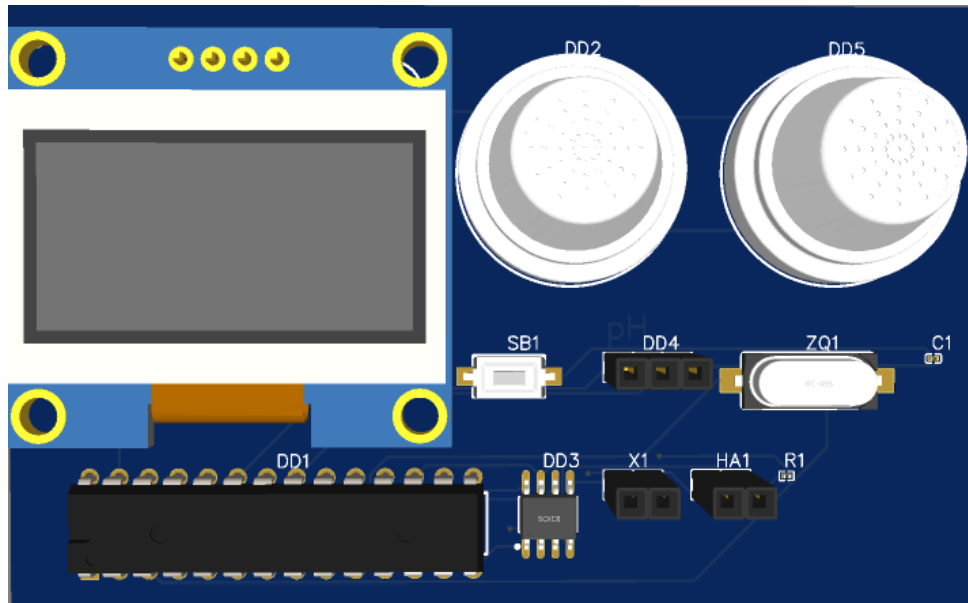


Рис 6.4 Завершений перший шар плати

Автоматизована система контролю для визначення температурного поля об'єкту однопалатна.

Конструктив вибирався за критеріями максимальної простоти та дешевизни. На дні пластикової коробки прорізається прямокутна зона для дисплея 37х50 мм та два отвори під штовхачі кнопок діаметром 4 мм. Збоку прорізається зона під USB роз'єм та отвір діаметром 1 мм для світлодіода заряду.

На кришці зрізається кут 18х20 мм напроти сенсора. Дисплей приклеєний до друкованої плати пористим двостороннім скотчем товщиною 1 мм. Плата в корпусі розміщується так, щоб роз'єм USB був вставлений в проріз у корпусі. З боку кнопок плата упирається в гайку на гвинті М3х20, загвинченому на передній панелі. Акумулятор також приклеєний до друкованої плати пористим двостороннім скотчем. Роз'єм акумулятора потрібно припаяти до плати злегка під кутом, щоб він не заважав закритися задній кришці.

					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

6.2 Розрахунки похибок.

Визначення кислотності рН та концентрації спирту в розчині

Проведено десять повторних вимірювань аналоговим датчиком рН, діапазон кислотності рН виміру згідно технічних характеристик від 0 до 14.

Було отримано наступну вибірку:

рН =(6.82,6.85,6.80,6.83,6.81,6.84,6.82,6.86,6.80,6.83)

За відомими формулами шукаємо:

1) середнє арифметичне $\bar{pH}$ за (6.1):

$$\bar{pH} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} pH_i \cong 6.826 \quad (6.1)$$

2) похибки повторних вимірювань ΔpH_i та ΔpH_i^2 (6.2):

$$\Delta pH = |\bar{pH} - pH_i| \text{ та } \Delta pH_i^2 \quad (6.2)$$
$$= (\bar{pH} - pH_i)^2,$$

де $i = 1, 2 \dots 10$;

Результати вимірювань та обчислень заносимо у табл. 6.1.

Таблиця 6.1.

№ з. п.	рН	ΔpH_i	ΔpH_i^2
1	6,82	0,006	0,000036
2	6,85	0,024	0,000576
3	6,80	0,26	0,000676
4	6,83	0,004	0,000016
5	6,81	0,016	0,000256
6	6,84	0,014	0,000196
7	6,82	0,006	0,000036
8	6,86	0,034	0,001156
9	6,80	0,026	0,000676
10	6,83	0,004	0,000016
сер	6,83	0,016	0,000364

Розрахуємо випадкову похибку вимірювання за (6.1);

розрахуємо за (6.2) виправлене вибіркове середнє квадратичне відхилення:

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{1}{10 \times 9} \sum_{i=1}^{10} (\overline{pH} - pH_i)^2} \approx 0,0144$$

та знайдемо випадкову похибку:

$$\Delta_B pH = 2,26 * 0,0144 = 0,0325$$

(Результати вимірювань та обчислень заносимо у табл. 6.1)

1) похибку приладу за (6.3):

$$\Delta_{пр} T = \frac{1}{300} t_p k T_{гр} \quad (6.3)$$

Для надійної ймовірності $P = 0,95$ з табл. 6.1 знайдемо при умові $pH_{0,95}=2,0$. Враховуючи, що за умовою $pH_{гр} = 12$, а клас точності $k = 1$, отримаємо:

$$\Delta_{пр} T = \frac{1}{300} 2,0 * 12 * 1 \approx 0,08;$$

2) похибку заокруглення за (6.4):

$$\Delta T_3 = P \frac{h}{2}. \quad (6.4)$$

Для цього знайдемо інтервал заокруглення h як половину останнього розряду виміряної величини — 0,05. Отже:

$$\Delta T_3 = 0,95 * \frac{0,01}{2} \approx 0,00475;$$

3) загальну абсолютну похибку (4.5):

$$\begin{aligned} \Delta pH &= \sqrt{(\Delta_B pH)^2 + (\Delta_{пр} pH)^2 + (\Delta_3 pH)^2} = \\ &= \sqrt{0,0325^2 + 0,093^2 + 0,00475^2} \approx 0,099 \end{aligned} \quad (6.5)$$

4) відносну похибку (6.6):

$$\delta = \frac{\Delta}{\bar{X}} * 100\%$$

де Δ - загальна абсолютна похибка, а $\bar{X}$ - середнє арифметичне значення вимірюваної величини.

Підставимо значення:

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\delta pH = \frac{\Delta pH}{pH} * 100\% = \frac{0,099}{6,826} * 100\% \approx 1.45\%$$

Розрахунок похибок визначення концентрації спирту

Проведено десять повторних вимірювань датчиком MQ-3, діапазон виміру концентрацію спирту в розчині згідно технічних характеристик від 0,05 до 10.

Було отримано наступну вибірку:

$$C = (45.05, 45.93, 45.95, 45.06, 45.07, 45.06, 45.06, 45.95, 45.96, 45.96)\%$$

За відомими формулами шукаємо:

3) середнє арифметичне $\bar{C}$ за (6.7):

$$\bar{C} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} pH_i \cong 45.505\% \quad (6.7)$$

4) похибки повторних вимірювань ΔC та ΔC_i^2 (6.8):

$$\begin{aligned} \Delta C &= |\bar{C} - C_i| \text{ та } \Delta C_i^2 \\ &= (\bar{C} - C_i)^2, \end{aligned} \quad (6.8)$$

де $i = 1, 2 \dots 10$;

Результати вимірювань та обчислень заносимо у табл. 6.2

Таблиця 6.2

№ з. п.	pH	ΔpH_i	ΔpH_i^2
1	45,05	0,455	0,207025
2	45,93	0,425	0,180625
3	45,95	0,445	0,198025
4	45,06	0,445	0,198025
5	45,07	0,435	0,189225
6	45,06	0,445	0,198025
7	45,06	0,445	0,198025
8	45,95	0,445	0,198025
9	45,96	0,455	0,207025
10	45,96	0,455	0,207025
сер	45,505	0,445	0,198025

Розрахуємо випадкову похибку вимірювання за (6.10);

розрахуємо за (6.9) виправлене вибіркове середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{1}{10 \times 9} \sum_{i=1}^{10} (\bar{C} - C_i)^2} \approx 0,148\% \quad (6.9)$$

та знайдемо випадкову похибку:

$$\Delta_B C = 2,26 * 0,148 = 0,335\% \quad (6.10)$$

(Результати вимірювань та обчислень заносимо у табл. 6.2)

5) похибку приладу за (6.3):

Припустимо, що розчин містить максимально можливу концентрацію спирту, наприклад

$C_{гр} = 100\%$, і клас точності $k = 1$:

$$\Delta_{пр} C = \frac{1}{300} * 2 * 100 * 1 = 0.67\% \quad (6.11)$$

Для надійної ймовірності $P = 0,95$ з табл. 4.2 знайдемо при умові $C_{0,95}=2,0$. Враховуючи, що за умовою $C_{гр} = 100$, а клас точності $k = 1$, отримаємо:

6) похибку заокруглення за (6.12):

$$\Delta C_3 = P \frac{h}{2}. \quad (6.12)$$

Для цього знайдемо інтервал заокруглення h як половину останнього розряду виміряної величини — 0,05. Отже:

$$\Delta C_3 = 0,95 * \frac{0,05}{2} \approx 0,024\%$$

7) загальну абсолютну похибку (6.13):

$$\begin{aligned} \Delta C &= \sqrt{(\Delta_B C)^2 + (\Delta_{пр} C)^2 + (\Delta_3 C)^2} = \\ &= \sqrt{0,335^2 + 0,67^2 + 0,024^2} \approx 0,75\% \end{aligned} \quad (6.13)$$

8) відносну похибку (6.14):

$$\delta = \frac{\Delta}{X} * 100\%$$

					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

де Δ - загальна абсолютна похибка,

а $\bar{X}$ - середнє арифметичне значення вимірюваної величини.

Підставимо значення:

$$\delta C = \frac{0,75\%}{45,505\%} * 100\% \approx 1.65\%$$

6.3 Розрахунок надійності системи

Система буде знаходитися в білому корпусі Sanhe 11-84 розміром 160x80x55 мм з необхідними доробками. Значення температурного діапазону поля об'єктів відображається на дисплеї. В якості живлення використовується блок живлення Li-on на 5В.

При розрахунку надійності визначалися наступні кількісні показники:

1. Імовірність безвідмовної роботи за заданий час $P(t)$;
2. Параметр потоку відмовлень $\lambda(t)$;
3. Середній наробіток до відмовлення T_e .

Безвідмовність – властивість системи неперервно зберігати працездатність впродовж заданого інтервалу часу. Звичайно визначається імовірність безвідмовної роботи за даний інтервал часу, що вибирається рівним 500, 1000 чи 2000 годин.

Основним показником, що враховується при розрахунках надійності, є інтенсивність відмовлень $\lambda(t)$ – число відмовлень в одиницю часу, віднесене до числа елементів, що залишилися справними до початку даного інтервалу часу.

Розрахунок показників надійності проводився методом λ - характеристик, заснованому на інтенсивностях відмовлень комплектуючих виробів (КВ) і поправочних коефіцієнтах, що враховують реальні режими і умови експлуатації виробу.

Виріб призначений для роботи в умовах помірного клімату:

					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

– робочий діапазон температури від +15 до 45°C, відносна вологість в лабораторії до 85% при 25 °C;

– конструктивно виконано для роботи на зовні автомобіля без штучно регульованих кліматичних умов, вібростійкий.

Склад виробу – автоматизована система контролю для визначення кислотності рН, спирту в розчині, кольору та концентрації газу в повітрі.

Критерієм відмовлення виробу вважається відмовлення будь-якої його складової частини (вузла), що приводить до порушення працездатності виробу і неможливості використання його по призначенню.

При розрахунку надійності були прийняті наступні допущення:

1. відмовлення КВ і ІС є подіями випадковими і незалежними;
2. відмовлення будь-якого КВ приводить до відмовлення виробу в цілому;
3. інтенсивність відмовлень КВ протягом терміну їхньої служби в тих самих робочих режимах і умовах є постійною;
4. закон розподілу в розрахунках безвідмовної роботи передбачається експоненціальним.

Розрахунок надійності спроектованого виробу проводиться в відповідності з електричною принциповою схемою виробу і з обліком заданих кліматичний категорії і виконання виробу.

Розрахунок параметра потоку відмовлень виробу проводиться по формулі:

$$\lambda = \sum_{i=1}^n N_i \lambda_i, \quad (6.1)$$

де n – загальне число групи КВ, що входять до складу спроектованого виробу; $N_i \lambda_i$ – кількість і інтенсивність відмовлень КВ i -ої групи відповідно.

Інтенсивність відмовлень КВ i -ої групи в робочому режимі визначалася по формулі

$$\lambda_i = \lambda_{oi} a_i \dots a_n. \quad (6.2)$$

					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

де λ_{oi} – інтенсивність відмовлень КВ в номінальному режимі і нормальних умовах; $a_i...a_n$ – поправочні коефіцієнти, що враховують умови роботи (кліматичні і механічні впливи в залежності від призначення й умов майбутньої роботи), електричне навантаження КВ і температуру навколишнього середовища, ступінь інтеграції інтегральних мікросхем, а також співвідношення видів відмовлень.

Конкретні формули, по яких визначалися інтенсивність відмовлень кожної групи комплектуючих виробів, приведені в таблиці 6.1.

Величини значень визначилися по довідковим даним, приведеним у [24] з врахуванням вихідних даних для проектного виробу.

По формулі (6.1) визначаємо потік відмовлень виробу (сума величин в графі 10 таблиці 6.2):

$$\lambda = 70,49 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год.}$$

Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t визначалася по формулі

$$P(t) = e^{-\lambda t} \approx 1 - \lambda t \quad (6.3)$$

де λ – параметр потоку відмовлень; t – час роботи виробу (год) [24].

Дані розрахунку $P(t)$ приведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t

250	500	1000	2000	5000	8000	10000	14000
0,982628161	0,965558	0,932302	0,869188	0,704343	0,570761	0,496099	0,374797

На графіку,веденому на рис 6.6 приведена залежність надійності $P(t)$.

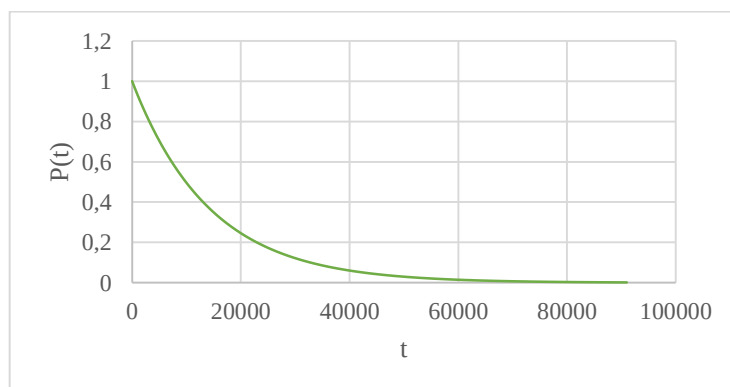


Рис.6.6 – Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t

Середній наробіток до відмовлення виробу визначався по формулі:

$$T_0 = \lambda^{-1} \quad (6.4)$$

Поз.	Найменування	Кіл.	$\lambda_{i0} \cdot 10^6$ год ⁻¹	Формула розрахунку λ_i	Коефіцієнти				$\Sigma \lambda_i \cdot 10^6$ год ⁻¹
1	Мікроконтролер				a_1	a_2	a_4	a_6	
	АТmega328	1	0,5	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	1,365
2	Датчики								
	Датчик рН	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
	MQ-135	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
	MQ-3	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
	TCS3200	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
3	Дисплей								
	SSD1306 OLED	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
4	Динамік								
	SPKR-8 Mini 8 Ohm	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
5	Кнопка								
	TL1105BF160Q	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
6	Блок живлення								
	Adafruit 328 Li-Pro	1	30	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_4$	2,1	1			63
	Разом								70,49

Таблиця 6.2 – Перелік комплектуючих виробів

Підставляючи дані в формулу (6.4) одержимо

$$T = (70,09 \cdot 10^{-6})^{-1} = 14\,186 \text{ годин.}$$

7. Охорона праці

Охорона праці є однією з найважливіших складових забезпечення безпечних і здорових умов праці для працівників на підприємствах, зокрема в косметичній промисловості. Це комплекс заходів, правил і норм, спрямованих на збереження життя та здоров'я працівників у процесі їх трудової діяльності. В умовах сучасного виробництва, де використовуються хімічні речовини та складні технологічні процеси, забезпечення належного рівня охорони праці набуває особливого значення. У цьому розділі буде розглянуто основні аспекти охорони праці в косметичній промисловості, аналіз нормативної бази та практичні заходи з охорони праці на виробництві.

Нормативно-правова база охорони праці

Забезпечення охорони праці регулюється низкою нормативно-правових актів, як на національному, так і на міжнародному рівнях. Основним документом, що регламентує питання охорони праці в Україні, є Закон України "Про охорону праці". Цей закон визначає основні принципи державної політики в галузі охорони праці, права та обов'язки роботодавців і працівників, а також порядок організації та здійснення державного нагляду за дотриманням вимог охорони праці.

На міжнародному рівні важливу роль відіграють Конвенції та Рекомендації Міжнародної організації праці (МОП), які встановлюють стандарти охорони праці і здоров'я працівників. Зокрема, Конвенція МОП №155 "Про безпеку і гігієну праці та виробниче середовище" та Конвенція МОП №170 "Про хімічні речовини" містять вимоги до безпечного використання хімічних речовин у виробництві, що є надзвичайно важливим для косметичної промисловості.

Ризики та небезпеки на підприємствах косметичної промисловості

Підприємства косметичної промисловості характеризуються специфічними ризиками і небезпеками, пов'язаними з використанням хімічних речовин, високотемпературних процесів, механічного обладнання та інших факторів. Основні ризики включають:

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

– Хімічні ризики: Використання різноманітних хімічних компонентів у виробництві косметичних засобів може призводити до впливу токсичних, подразнювальних або алергенних речовин на працівників. Це вимагає суворого контролю за умовами зберігання, транспортування та використання хімічних речовин, а також забезпечення засобів індивідуального захисту (ЗІЗ).

– Фізичні ризики: Високотемпературні процеси, використання обладнання з рухомими частинами, шум і вібрація також становлять загрозу для здоров'я працівників. Необхідно забезпечувати технічне обслуговування обладнання, встановлювати захисні бар'єри і дотримуватися правил техніки безпеки.

– Біологічні ризики: У деяких випадках можуть виникати ризики впливу біологічних агентів, наприклад, бактерій або грибків, що використовуються у виробництві деяких видів косметики. Це потребує спеціальних заходів з гігієни та дезінфекції.

– Ергономічні ризики: Пов'язані з роботою в незручних позах, підйомом важких предметів або повторюваними рухами. Необхідно впроваджувати ергономічні рішення для робочих місць і забезпечувати регулярні перерви.

Заходи з охорони праці

1. Організація робочих місць та виробничих процесів

Правильна організація робочих місць є ключовою умовою для забезпечення безпеки праці. Це включає в себе раціональне розташування обладнання, забезпечення достатньої освітленості, вентиляції та температурного режиму. Важливо також враховувати ергономічні аспекти, щоб мінімізувати фізичне навантаження на працівників і запобігти професійним захворюванням. Робочі місця повинні бути обладнані відповідно до технічних регламентів і стандартів безпеки, що забезпечують захист працівників від шкідливих і небезпечних факторів виробництва.

Освітлення

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

Правильне освітлення є критичним для безпеки і комфорту працівників. Недостатнє або неправильно налаштоване освітлення може призвести до зорового напруження, головного болю та підвищеного ризику нещасних випадків. Основні вимоги до освітлення включають рівень освітленості: робочі місця повинні мати достатній рівень освітленості, відповідний до типу виконуваних завдань. Наприклад, точні роботи з дрібними деталями потребують більш інтенсивного освітлення. Розподіл світла: освітлення повинно бути рівномірним, щоб уникнути тіней і яскравих відблисків, які можуть заважати роботі. Натуральне освітлення: за можливості слід використовувати природне освітлення, що сприяє загальному комфорту працівників та знижує втому очей.

Вентиляція та контроль температури

Адекватна вентиляція та контроль температури на робочих місцях є необхідними для забезпечення здорових умов праці. Це особливо важливо в косметичній промисловості, де робота з хімічними речовинами може призвести до виділення шкідливих парів і аерозолів. Основні аспекти включають систему вентиляції, яка повинна забезпечувати ефективне видалення шкідливих речовин з робочих зон та підтримувати якість повітря на належному рівні. Це може включати загальну вентиляцію приміщення та локальні витяжні системи. Також слід пам'ятати про контроль температури. Температура на робочих місцях повинна бути комфортною для працівників, що знижує ризик теплового стресу та підвищує продуктивність. Це може включати системи опалення, кондиціонування та вентиляції.

Ергономіка робочих місць

Ергономіка полягає у створенні таких умов праці, які враховують фізичні можливості і обмеження людини. Це дозволяє запобігти виникненню професійних захворювань і підвищити ефективність роботи. Основні принципи ергономіки включають дизайн робочих місць: робочі місця повинні бути розроблені таким чином, щоб мінімізувати фізичне

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

навантаження та забезпечити комфортні робочі позиції. Це включає регульовані столи, стільці та підставки для ніг.

Інструменти та обладнання повинні бути зручними у використанні та відповідати антропометричним даним працівників. Наприклад, ручні інструменти повинні мати зручні рукоятки, що знижують напругу в руках і запобігають травмам.

Організація робочих зон: робочі матеріали та інструменти повинні бути розташовані в легкодоступних місцях, щоб уникнути зайвих рухів і неправильних робочих поз.

2. Використання засобів індивідуального захисту

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) є невід'ємною частиною системи охорони праці. До них належать захисні окуляри, маски, рукавиці, спецодяг, каски та інші засоби, що захищають працівників від впливу шкідливих речовин, механічних пошкоджень, електричного струму та інших небезпек. Важливо не тільки забезпечити працівників ЗІЗ, але й навчити їх правильному використанню цих засобів. Регулярний огляд і своєчасна заміна ЗІЗ також є необхідними для підтримки їх ефективності.

3. Профілактичні медичні огляди

Регулярні медичні огляди працівників дозволяють виявляти професійні захворювання на ранніх стадіях та попереджати розвиток серйозних патологій. Це особливо важливо в косметичній промисловості, де працівники можуть піддаватися впливу хімічних речовин та алергенів. Проведення медичних оглядів включає первинні огляди при прийомі на роботу, періодичні планові огляди, а також позачергові огляди у разі виникнення симптомів захворювання або нещасного випадку на виробництві. Такі заходи сприяють підтримці здоров'я працівників і зниженню рівня професійної захворюваності.

4. Навчання і інструктажі з охорони праці

Навчання працівників з питань охорони праці є важливою складовою системи безпеки на виробництві. Інструктажі з охорони праці повинні

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проводитися під час прийому на роботу, а також періодично, відповідно до встановлених графіків. Важливо, щоб працівники знали про потенційні небезпеки на робочих місцях, правила безпечного виконання робіт і порядок дій у разі виникнення надзвичайних ситуацій. Крім того, навчання повинно включати практичні заняття з використання ЗІЗ, надання першої медичної допомоги та евакуації з приміщень.

5. Моніторинг та оцінка умов праці

Моніторинг умов праці передбачає систематичний контроль за дотриманням вимог охорони праці на виробництві. Це включає регулярні перевірки робочих місць, оцінку рівня шкідливих і небезпечних факторів, проведення лабораторних досліджень повітря, води та інших компонентів виробничого середовища. Оцінка умов праці також включає аналіз виробничого травматизму та професійних захворювань, що дозволяє виявляти проблемні зони та розробляти заходи для їх усунення. На основі результатів моніторингу здійснюється коригування виробничих процесів і вдосконалення системи охорони праці.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

8. ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

В дипломній роботі комплексно досліджено питання метрологічного забезпечення контролю якості на виробництві косметичної продукції. Зосереджено увагу на нормативній документації, методиках вимірювання показників якості, виборі та метрологічній атестації засобів вимірювальної техніки, контролі якості окремих груп косметичних засобів, комп'ютеризованій системі контролю та відповідальності за неякісну косметичну продукцію.

- Варто зазначити:

Метрологічне забезпечення відіграє важливу роль у гарантуванні якості косметичної продукції. Це стосується всіх етапів виробництва, від розробки рецептур до випуску готових виробів.

Нормативна документація з метрології косметичних засобів визначає єдині вимоги до методів вимірювання, засобів вимірювальної техніки та інших аспектів метрологічного забезпечення.

Методики вимірювання показників якості косметики повинні бути розроблені та атестовані відповідно до нормативних вимог.

Засоби вимірювальної техніки повинні бути метрологічно атестовані та регулярно повірені.

Контроль якості окремих груп косметичних засобів має здійснюватися з урахуванням їх специфічних властивостей.

Комп'ютеризована система контролю може значно підвищити ефективність та надійність метрологічного забезпечення.

Відповідальність за неякісну косметичну продукцію несуть виробники, імпортери, продавці та інші суб'єкти господарювання.

– Результати дипломної роботи можуть бути використані для:

Вдосконалення системи метрологічного забезпечення на виробництві косметичної продукції.

Розробки нових методів вимірювання показників якості косметики.

Підвищення кваліфікації працівників косметичної промисловості.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

Захисту прав споживачів косметичної продукції.

– Рекомендації щодо подальших досліджень:

Дослідити можливості використання нових метрологічних методів та засобів вимірювальної техніки в косметичній промисловості.

Розробити методи метрологічного контролю якості нових видів косметичної продукції.

Вивчити досвід інших країн у сфері метрологічного забезпечення косметичної промисловості.

В цілому, метрологічне забезпечення є ключовим фактором, що впливає на якість косметичної продукції. Впровадження сучасних метрологічних методів та засобів вимірювальної техніки, а також дотримання вимог нормативної документації дозволить українським виробникам косметики випускати продукцію, яка відповідає найсуворішим міжнародним стандартам.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ ISO 22716:2009 "Практика належного виробництва (GMP) для косметичних продуктів":

Розділ 3 "Вимоги до виробничих приміщень", сторінки 12-18.

Розділ 6 "Сировина та матеріали", сторінки 28-35.

Розділ 8 "Процеси виробництва", сторінки 40-50.

Розділ 9 "Контроль якості", сторінки 51-60.

2. ДСТУ ISO 9001:2015 "Системи управління якістю. Вимоги":

Розділ 4 "Контекст організації", сторінки 10-15.

Розділ 7 "Підтримка", сторінки 25-35.

Розділ 8 "Операційна діяльність", сторінки 36-48.

Розділ 9 "Оцінювання результативності", сторінки 49-55.

3. Закон України "Про метрологію та метрологічну діяльність":

Глава 1 "Загальні положення", сторінки 1-10.

Глава 2 "Державне регулювання у сфері метрології та метрологічної діяльності", сторінки 11-25.

Глава 3 "Вимоги до засобів вимірювальної техніки", сторінки 26-35.

Глава 4 "Метрологічний нагляд", сторінки 36-45.

4. Статті з журналів "Косметологія та дерматологія":

Стаття: "Сучасні методи контролю якості косметичних засобів", випуск 3, 2021, сторінки 45-60.

Стаття: "Вплив нових інгредієнтів на ефективність косметичних продуктів", випуск 5, 2022, сторінки 70-85.

Стаття: "Дерматологічні дослідження в косметології", випуск 7, 2023, сторінки 90-105.

5. Павлова, І.В. "Метрологічний контроль у виробництві косметичних засобів":

Розділ 2 "Методи метрологічного контролю", сторінки 20-40.

Розділ 3 "Забезпечення якості вимірювань", сторінки 41-60.

Розділ 5 "Практичні приклади метрологічного контролю", сторінки 80-100.

6. Сидоренко, О.В. "Контроль якості косметичної продукції":

Розділ 1 "Основи контролю якості", сторінки 10-30.

Розділ 4 "Методи аналізу косметичних продуктів", сторінки 60-80.

Розділ 6 "Законодавчі вимоги до якості косметичної продукції", сторінки 100-120.

7. Офіційний сайт Міністерства охорони здоров'я України (<https://moz.gov.ua>):

					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		94

Розділ "Нормативно-правові акти", сторінка з переліком законодавчих актів.

Розділ "Санітарно-епідеміологічний контроль", сторінка з інформацією про санітарні норми.

Розділ "Державний нагляд у сфері охорони здоров'я", сторінка з інформацією про наглядові заходи.

8. Офіційний сайт Європейської комісії з питань косметики (https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/cosmetics_en):

Розділ "Legislation", сторінка з переліком законодавчих актів.

Розділ "Safety of Cosmetics", сторінка з вимогами до безпеки косметичних продуктів.

Розділ "Market Surveillance", сторінка з інформацією про ринковий нагляд.

Розділ "Guidance Documents", сторінка з керівництвами та документами.

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А

Код програми

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
// Налаштування розмірів дисплея
#define SCREEN_WIDTH 128
#define SCREEN_HEIGHT 64
// Оголошення об'єкта дисплея
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, -1);
// Налаштування пінів для датчиків та інших компонентів
#define PH_SENSOR_PIN A0
#define MQ135_SENSOR_PIN A1
#define MQ3_SENSOR_PIN A2
#define COLOR_SENSOR_S2 3
#define COLOR_SENSOR_S3 4
#define COLOR_SENSOR_OUT 5
#define BUTTON_PIN 2
#define SPEAKER_PIN 9
// Ініціалізація дисплея
void setup_display() {
    if (!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) {
        Serial.println(F("SSD1306 allocation failed"));
        for (;;)
    }
    display.display();
    delay(2000);
    display.clearDisplay();
    display.setTextSize(1);
    display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
    display.setCursor(0, 0);
    display.print("OLED Display Ready");
    display.display();
}
// Ініціалізація кнопки
void setup_button() {
    pinMode(BUTTON_PIN, INPUT_PULLUP);
}
bool is_button_pressed() {
    return digitalRead(BUTTON_PIN) == LOW;
}
// Ініціалізація динаміка
```

					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

void setup_speaker() {
    pinMode(SPEAKER_PIN, OUTPUT);
}

void play_sound(int frequency, int duration) {
    tone(SPEAKER_PIN, frequency, duration);
}

// Ініціалізація ADC
void init_adc() {
    ADMUX = (1 << REFS0); // Вибір AREF, внутрішнього 5V напруги
    // живлення
    ADCSRA = (1 << ADEN) | (1 << ADPS2) | (1 << ADPS1) | (1 << ADPS0);
    // Включення ADC, прескейлер 128
}

// Читання даних з аналогових датчиків
uint16_t read_adc(uint8_t channel) {
    ADMUX = (ADMUX & 0xF8) | (channel & 0x07); // Вибір каналу ADC
    ADCSRA |= (1 << ADSC); // Початок конвертації
    while (ADCSRA & (1 << ADSC)); // Очікування завершення конвертації
    return ADC;
}

// Читання значень з датчиків
uint16_t read_ph() {
    return read_adc(PH_SENSOR_PIN);
}

uint16_t read_air_quality() {
    return read_adc(MQ135_SENSOR_PIN);
}

uint16_t read_alcohol_level() {
    return read_adc(MQ3_SENSOR_PIN);
}

// Ініціалізація датчика кольору
void setup_color_sensor() {
    pinMode(COLOR_SENSOR_S2, OUTPUT);
    pinMode(COLOR_SENSOR_S3, OUTPUT);
    pinMode(COLOR_SENSOR_OUT, INPUT);
}

// Читання частоти датчика кольору
uint16_t read_color(uint8_t s2, uint8_t s3) {
    digitalWrite(COLOR_SENSOR_S2, s2);
    digitalWrite(COLOR_SENSOR_S3, s3);
    return pulseIn(COLOR_SENSOR_OUT, LOW);
}

void setup() {

```

					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

Serial.begin(9600); // Ініціалізація серійного зв'язку для відладки
setup_display(); // Налаштування дисплея
setup_button(); // Налаштування кнопки
setup_speaker(); // Налаштування динаміка
init_adc(); // Ініціалізація ADC
setup_color_sensor(); // Налаштування датчика кольору
}

void loop() {
    if (is_button_pressed()) {
        Serial.println("Button pressed");
        display.clearDisplay();
        display.setCursor(0, 0);
        display.print("Button pressed!");
        display.display();
        play_sound(1000, 200); // Відтворення звуку
        while (is_button_pressed()) {
            delay(10); // Антидребезг (debouncing)
        }
        display.clearDisplay();
        display.setCursor(0, 0);
        display.print("Press the button");
        display.display();
    }

    // Зчитування значень з датчиків
    uint16_t ph_value = read_ph();
    uint16_t air_quality_value = read_air_quality();
    uint16_t alcohol_level = read_alcohol_level();
    uint16_t red = read_color(LOW, LOW);
    uint16_t green = read_color(HIGH, HIGH);
    uint16_t blue = read_color(LOW, HIGH);
    // Виведення значень на дисплей
    display.clearDisplay();
    display.setCursor(0, 0);
    display.print("pH: "); display.println(ph_value);
    display.print("Air Quality: "); display.println(air_quality_value);
    display.print("Alcohol: "); display.println(alcohol_level);
    display.print("R: "); display.println(red);
    display.print("G: "); display.println(green);
    display.print("B: "); display.println(blue);
    display.display();
    delay(1000); // Затримка перед новим циклом
}

```

					МММТ. 480.004.006 – ПЗ	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					<i>МММТ. 480.004.006 – ПЗ</i>	
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Арк.</i> 100	