

Галицький фаховий коледж імені В'ячеслава Чорновола
Відділення комп'ютерних технологій
Циклова комісія інформатики та комп'ютерних дисциплін

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач відділенням
комп'ютерних технологій

Наталія СТЕФУРАК _____
(підпис)

« ____ » _____ 2025р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

освітньо-професійного ступеня «фаховий молодший бакалавр»

зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

на тему:

«Система безконтактного дозування дезінфікуючих засобів з функцією
моніторингу використання»

Студент групи КІ-41

Денис КОС

(підпис)

Керівник роботи

Василь ПАВЛЮС

(підпис)

Консультанти:

з техніко-економічного
обґрунтування

Любов МЕЛЕНЧУК

(підпис)

нормоконтролер

Оксана СИРОТЮК

(підпис)

Тернопіль – 2025

Галицький фаховий коледж імені В'ячеслава Чорновола
Відділення комп'ютерних технологій
Циклова комісія інформатики та комп'ютерних дисциплін

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач відділенням

комп'ютерних технологій

Наталія СТЕФУРАК/_____ /

« ___ » _____ 2024р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «фаховий молодший бакалавр»

студенту Косу Денису Дмитровичу

1. Тема кваліфікаційної роботи: Система безконтактного дозування дезінфікуючих засобів з функцією моніторингу використання затверджено наказом по коледжу від "25" листопада 2024р., № 253 а-н.
2. Термін здачі студентом завершеної роботи "25" червня 2025р.
3. Вихідні дані до роботи: актуальні технології актуальні техгології та засоби безконтактної дезінфекції з функцією моніторингу використання, наявні рішення на ринку.
4. Перелік питань, які повинні бути розроблені в роботі:
 - а) основна частина дослідження предметної області, формалізація вимог до системи, проєктування структур та алгоритму роботи системи, реалізація та тестування системи.

б) техніко-економічне обґрунтування аналіз ринку наявних рішень, дослідження кошторису реалізації системи, підрахунок загальної вартості розробки системи.

5. Перелік графічного матеріалу блок-схема, принципова електрична схема, візуальна електрична схема, демонстрація роботи пристрою, структурна схема системи.

6. Консультанти роботи:

Розділ	Консультанти	Підпис, дата	
		Завдання видано	Завдання прийнято
З техніко-економічного обґрунтування	<u>Меленчук Л.І.</u> _____ _____		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Кваліфікаційної роботи

№ п/п	Найменування етапу	Термін	
		початку	кінця
1.	<i>Вибір теми, ознайомлення з вимогами до кваліфікаційної роботи.</i>	25.11.2024	25.11.2024
2.	<i>Дослідження предметної області, огляд типових рішень, дослідження технологій реалізації.</i>	02.12.2024	07.02.2025
3.	<i>Розробка функціональних вимог до системи, робота над її структурою.</i>	08.02.2025	08.03.2025
4.	<i>Проектування системи та підготовка відповідного графічного матеріалу.</i>	09.03.2025	05.04.2025
5.	<i>Реалізація системи та написання відповідного розділу кваліфікаційної роботи.</i>	06.04.2025	09.05.2025
6.	<i>Опрацювання економічного розділу та написання відповідного розділу кваліфікаційної роботи.</i>	10.03.2025	03.05.2025
7.	<i>Тестування системи та усунення недоліків.</i>	04.05.2025	31.05.2025
8.	<i>Розробка та оформлення пояснювальної записки.</i>	01.06.2025	15.06.2025
9.	<i>Попередній захист кваліфікаційної роботи.</i>	16.06.2025	16.06.2025
10.	<i>Підготовка до захисту кваліфікаційної роботи.</i>	16.06.2025	16.06.2025
11.	<i>Захист кваліфікаційної роботи</i>	26.06.2025	26.06.2025

Дата видачі «25» листопада 2024р. Керівник _____ / Василь ПАВЛЮС

Завдання прийнято до виконання _____ / Денис КОС

Реферат

Кваліфікаційна робота. Система безконтактного дозування дезінфікуючих засобів із функцією моніторингу використання. 55 сторінок, 15 рисунків, 4 додатки, 5 джерел.

Метою даної роботи є розробка та реалізація системи безконтактного дозування дезінфікуючих засобів із функцією моніторингу використання для підвищення санітарно-гігієнічної безпеки в громадських місцях, медичних закладах та підприємствах. Розроблена система забезпечує автоматичну подачу дезінфекційного засобу при виявленні руки користувача, веде облік кількості спрацювань дозатора та надає доступ до статистики через веб-інтерфейс.

Для реалізації проєкту використано мікроконтролер ESP8266 (NodeMCU), датчик перешкод, модуль реле KY-019, стабілізатор напруги LM7805, а також занурювальний насос. Програмне забезпечення розроблено у середовищі Arduino IDE. Реалізовано веб-сервер для виведення інформації про стан системи, лічильник використання та налаштування WiFi.

Система забезпечує енергоефективність, безпечне дозування без фізичного контакту та можливість віддаленого доступу.

У роботі детально описано аналіз предметної області, вибір технічних рішень, розробку апаратної та програмної частин, результати тестування, а також техніко-економічне обґрунтування розробки.

БЕЗКОНТАКТНИЙ ДОЗАТОР, ДЕЗІНФЕКЦІЯ, ESP8266, ARDUINO IDE, IoT, WIFI, MONITORING, РЕЛЕ KY-019

Abstract

Qualification Project: A Contactless Disinfection Dispensing System with Usage Monitoring Functionality 55 pages, 15 figures, 4 appendices, 5 references

The aim of this work is to design and implement a contactless disinfection dispensing system with usage monitoring functionality to enhance sanitary and hygienic safety in public places, healthcare facilities, and enterprises. The developed system automatically dispenses disinfectant upon detecting a user's hand, tracks the number of dispensing activations, and provides access to usage statistics via a web interface.

The project is based on the ESP8266 (NodeMCU) microcontroller, an obstacle detection sensor, KY-019 relay module, LM7805 voltage regulator, and a submersible pump. The software is developed using the Arduino IDE. A web server has been implemented to display system status, usage counter, and Wi-Fi configuration. The system ensures energy efficiency, safe contactless dispensing, and remote access capabilities.

This work includes a comprehensive analysis of the subject area, selection of technical solutions, hardware and software development, testing results, and a techno-economic justification of the project.

CONTACTLESS DISPENSER, DISINFECTION, ESP8266, ARDUINO IDE, IOT, WI-FI, MONITORING, KY-019 RELAY

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Аналіз предметної області та постановка завдання	9
1.1 Аналіз предметної області.....	9
1.2 Огляд наявних рішень.....	13
1.3 Постановка задачі.....	20
2 Проєктування системи.....	22
2.1 Обґрунтування проєктних рішень	22
2.2 Проєктування апаратної частини системи	24
2.3 Проєктування програмної частини системи.....	27
2.4 Етапи реалізації	28
3 Розробка та тестування системи.....	31
3.1 Розробка апаратно-програмного комплексу	31
3.2 Тестування системи	36
3.3 Аналіз результатів	38
4 Техніко-економічне обґрунтування	40
4.1 Аналіз ринку збуту продукту чи послуги.....	40
4.2 Обґрунтування необхідності розробки	44
Висновки	47
Перелік джерел посилання	48
Додатки.....	49

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Кос Д. Д.			Система безконтактного дозування дезінфікуючих засобів з функцією моніторингу використання	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Павлюс В. П.				5	55	
<i>Рецен.</i>		Квзик В. М.				ГФК. ВКТ. КІ-41		
<i>Н. Контр.</i>		Сиротюк О. Б.						
<i>Затверд.</i>		Стефурак Н. А.						

СКОРОЧЕННІ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧКИ

ABS — Acrylonitrile Butadiene Styrene, міцний термопластичний пластик.

CAD — Computer-Aided Design, автоматизоване проектування.

D1, D2, D3 — номери цифрових виводів (GPIO) плати ESP8266 NodeMCU.

DC — Direct Current, постійний електричний струм.

ESP8266 — мікроконтролер з вбудованим WiFi.

FC-51 — інфрачервоний сенсор або фотоелектричний далекомір.

GND — Ground, загальна точка (заземлення) у схемах живлення.

HTTP — HyperText Transfer Protocol, протокол передачі гіпертексту для веб-запитів.

I2C — Inter-Integrated Circuit, послідовний протокол зв'язку між мікросхемами.

IDE — Integrated Development Environment, інтегроване середовище розробки програм.

IoT — Internet of Things, Інтернет речей, концепція підключення пристроїв до мережі.

KY-019 — модуль реле, який дозволяє комутувати електричне навантаження.

LM7805 — стабілізатор напруги, що забезпечує постійні 5 вольт.

MQTT — Message Queuing Telemetry Transport, легкий протокол для обміну повідомленнями в IoT-системах.

NodeMCU ESP-12E — плата на базі ESP8266 із підтримкою WiFi та USB-програмування.

SPI — Serial Peripheral Interface, протокол обміну даними між контролером і периферією.

UART — Universal Asynchronous Receiver-Transmitter, протокол послідовної передачі даних.

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ВСТУП

Система безконтактного дозування дезінфікуючих засобів із функцією моніторингу використання є інноваційним рішенням, спрямованим на підвищення гігієнічних стандартів у медичних закладах, громадських місцях, приватних підприємствах та домогосподарствах. У сучасних умовах, коли питання санітарної безпеки залишаються актуальними через пандемії, зростання інших персональних захворювань та посилення вимог до гігієни, розробка таких систем набуває особливого значення. Запропонована система поєднує безконтактну технологію дозування, віддалений моніторинг через GSM-мережу та енергоефективність, що забезпечує її конкурентоспроможність на ринку.

Основною метою розробки є створення доступного, ефективного та зручного у використанні продукту, який дозволить оптимізувати витрати дезінфікуючих засобів, підвищити рівень безпеки здоров'я та сприяти дотриманню санітарних норм. Система пропонує унікальну функцію моніторингу використання, що дозволяє відстежувати рівень дезінфікуючого засобу та частоту його використання в реальному часі, що є особливо цінним для медичних закладів і громадських місць із високим потоком людей.

Актуальність проекту зумовлена:

- Після пандемії COVID-19 у всьому світі, включаючи Україну, зріс інтерес до технологій, що мінімізують контакт і знижують ризик поширення інфекцій.
- Віддалений моніторинг дозволяє уникнути надмірного використання дезінфікуючих засобів і своєчасно поповнювати запаси, що знижує витрати.
- Точне дозування та енергоефективність сприяють зменшенню відходів і викидів, що відповідає сучасним екологічним стандартам.

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

– Інтеграція з GSM-мережею та мобільними додатками відповідає тенденціям розвитку IoT (Інтернету речей) у сфері гігієни.

Ринок систем безконтактного дозування дезінфікуючих засобів в Україні має значний потенціал зростання, з орієнтовним розміром 17.4 млн грн у 2025 році. Цільова аудиторія включає медичні заклади, громадські місця, приватні підприємства та побутових користувачів, що забезпечує широкий спектр застосування продукту. Конкурентоспроможність системи ґрунтується на її доступній ціні (2500 грн), функції моніторингу та простоті встановлення порівняно з аналогами, такими як Toirk, Purell чи Dyson.

Метою даного дослідження є обґрунтування доцільності розробки системи безконтактного дозування дезінфікуючих засобів із функцією моніторингу використання, аналіз її ринкового потенціалу, економічних, соціальних та екологічних переваг, а також оцінка витрат на проектування та впровадження. У подальших розділах будуть розглянуті технічні характеристики продукту, аналіз ринку, розрахунки витрат і обґрунтування необхідності розробки, що підтверджують перспективність цього проекту.

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1 Аналіз предметної області

Система безконтактного дозування дезінфікуючих засобів з функцією моніторингу використання є актуальною розробкою, що відповідає сучасним викликам у сфері гігієни та профілактики захворювань. Аналіз предметної області дозволяє виявити ключові аспекти, проблеми та можливості, пов'язані з розробкою та впровадженням такої системи.

Актуальність та проблематика даної теми визначається тим, що сучасний світ характеризується зростанням усвідомлення важливості гігієни, особливо в умовах пандемій та зростаючої резистентності бактерій до антибіотиків. Підтримання належного рівня гігієни рук та поверхонь у громадських місцях, медичних установах, на підприємствах харчової промисловості є критично важливим для запобігання поширенню інфекцій.

Традиційні методи дезінфекції, такі як ручне розпилення або використання механічних дозаторів, мають ряд недоліків, які знижують їхню ефективність і безпечність.

По-перше, вони вимагають фізичного контакту, що може бути джерелом перехресного забруднення, особливо у місцях з великою кількістю відвідувачів. Кожен контакт із дозатором підвищує ризик перенесення мікроорганізмів, що зменшує ефективність дезінфекційних заходів.

По-друге, ефективність традиційних методів залежить від людського фактора. Неправильне дозування, нерегулярне або недостатнє застосування дезінфікуючих засобів може призвести до низького рівня захисту. Відсутність контролю за правильністю використання може створювати зони підвищеного ризику поширення інфекцій.

По-третє, традиційні методи не забезпечують автоматизований моніторинг фактичного використання дезінфікуючих засобів. Це ускладнює контроль витрат, планування поповнення запасів і аналіз ефективності

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

дезінфекційних заходів. Відсутність даних ускладнює прийняття обґрунтованих рішень щодо оптимізації процесу.

З огляду на ці недоліки виникає потреба в автоматизованих системах безконтактного дозування, які мінімізують вплив людського фактора, забезпечують точне дозування та можливість моніторингу використання. Такі рішення підвищують ефективність дезінфекції, знижують ризик перехресного забруднення та оптимізують витрати засобів [1].

Системи безконтактного дозування дезінфікуючих засобів з функцією моніторингу використання можуть бути застосовані в широкому спектрі галузей та установ, сприяючи покращенню гігієни, зниженню ризику поширення інфекцій і забезпеченню безпечного середовища.

У медичних закладах, таких як лікарні, поліклініки, лабораторії та стоматологічні кабінети, ці системи відіграють ключову роль у забезпеченні гігієни рук персоналу та пацієнтів. Особливо важливо використовувати їх в операційних блоках, палатах інтенсивної терапії та інфекційних відділеннях, де стерильність є критичною.

У місцях масового скупчення людей, таких як торгові центри, аеропорти, вокзали, готелі, ресторани, кінотеатри, спортивні комплекси та освітні заклади, безконтактні дозатори допомагають знизити поширення інфекцій серед відвідувачів і персоналу, створюючи більш безпечні умови.

На виробництві, зокрема у виробничих цехах, складах та лабораторіях, системи дозування забезпечують гігієну рук працівників і дезінфекцію технологічного обладнання. Це особливо важливо для харчової промисловості, де санітарні норми безпосередньо впливають на безпечність продукції.

У фармацевтичному виробництві такі системи допомагають підтримувати стерильність процесів і запобігати контамінації, що є необхідним для виготовлення якісних і безпечних лікарських засобів.

В офісних приміщеннях і робочих зонах використання безконтактних дозаторів сприяє створенню безпечного середовища та зменшенню

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

захворюваності серед співробітників, що позитивно впливає на продуктивність праці.

Також ці системи можуть бути встановлені в громадському транспорті, включаючи автобуси, трамваї, поїзди, метро, аеропорти та літаки, що дозволяє забезпечити гігієну пасажирів і персоналу під час поїздок [2].

Система безконтактного дозування дезінфікуючих засобів з функцією моніторингу використання повинна забезпечувати ряд ключових функцій для ефективного застосування та контролю.

Насамперед, безконтактне дозування має відбуватися автоматично або напівавтоматично, без фізичного контакту користувача з пристроєм. Це реалізується за допомогою сенсорів руху або інфрачервоних датчиків.

Далі, важливим є регульоване дозування, яке передбачає можливість налаштування кількості дезінфікуючого засобу залежно від умов використання, типу засобу та необхідної інтенсивності дезінфекції.

Функція моніторингу використання дозволяє реєструвати кожне спрацювання дозатора, фіксуючи час, дату та кількість використаного засобу, що сприяє подальшому аналізу та оптимізації витрат.

Також необхідна індикація рівня засобу у вигляді візуальних або звукових сповіщень про низький рівень, що дає змогу вчасно поповнювати запаси.

Живлення та автономність мають забезпечувати роботу пристрою як від електромережі, так і від акумуляторів, що підвищує зручність його розміщення. Енергоефективність відіграє важливу роль у продовженні терміну служби батарей.

Простота обслуговування передбачає легкість у заміні засобу, очищенні та технічному обслуговуванні, що мінімізує витрати часу на підтримку працездатності пристрою.

Нарешті, можливість інтеграції та звітності дозволяє підключати систему до загальної інфраструктури моніторингу будівлі, забезпечуючи централізований контроль і аналіз даних [3].

Розробка такої системи передбачає кілька технічних викликів, таких як вибір сенсорів, що повинні бути надійними, точними, стійкими до дезінфікуючих засобів та впливу навколишнього середовища. Механізм дозування має бути надійним, точним і без витоків, враховуючи різні типи дезінфікуючих засобів. Використані матеріали повинні бути стійкими до корозії та дії дезінфікуючих засобів, щоб забезпечити довговічність системи. Електроніка та керування мають ефективно обробляти дані та забезпечувати енергоефективне функціонування. Інтерфейс користувача повинен бути інтуїтивно зрозумілим і зручним для налаштування параметрів. Також важлива безпека використання, особливо для користувачів і обслуговуючого персоналу, що включає запобігання розпиленню засобу в очі. Окрім цього, необхідно враховувати економічну доцільність, забезпечуючи оптимальне співвідношення вартості та функціональності.

Можливі напрямки розвитку та інновацій у сфері безконтактного дозування дезінфікуючих засобів включають кілька ключових аспектів.

По-перше, інтелектуальні системи дозування можуть використовувати штучний інтелект для оптимізації подачі засобу залежно від інтенсивності використання, що сприятиме зменшенню витрат і підвищенню ефективності.

По-друге, інтеграція з технологіями Інтернету речей (IoT) дозволить здійснювати віддалений моніторинг та управління параметрами роботи дозаторів, що є важливим для великих підприємств та установ із розгалуженою інфраструктурою.

По-третє, аналіз даних і прогнозування на основі зібраної інформації допоможе оптимізувати витрати дезінфікуючих засобів, покращити планування обслуговування та вчасно виявляти можливі несправності.

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Також перспективним є напрямок персоналізації, що передбачає можливість налаштування дозування для різних груп користувачів, наприклад, залежно від віку, професії або індивідуальних потреб.

Нарешті, розширення функціональності може включати інтеграцію дозаторів із системами гігієни та безпеки, такими як контроль доступу або автоматичне визначення рівня чистоти рук, що забезпечить комплексний підхід до санітарії в громадських місцях [4].

Розробка такої системи є актуальною і перспективною для забезпечення гігієни, підвищення ефективності процесів дезінфекції та оптимізації використання дезінфікуючих засобів. Для її реалізації необхідно врахувати технічні вимоги, ретельно обирати компоненти та розробляти надійні алгоритми управління.

1.2 Огляд наявних рішень

На ринку вже є ряд рішень для безконтактного дозування дезінфікуючих засобів, деякі з яких включають обмежені можливості моніторингу використання. Огляд цих рішень дозволяє краще зрозуміти поточний стан технологій, виявити їхні переваги та недоліки, а також визначити напрямки для вдосконалення нових систем.

Існуючі рішення можна класифікувати за різними ознаками. За типом дозування розрізняють рідинні дозатори, які є найпоширенішими та використовують насоси для подачі рідкого дезінфекційного засобу, пінні дозатори, що створюють піну для кращого покриття поверхні рук, гелеві дозатори, які дозують гелі із зволожуючими компонентами, а також спреї-дозатори, які розпилюють засіб у вигляді дрібного спрею для рук або поверхонь.

За типом активації дозування виділяють дозатори з інфрачервоними сенсорами, які активують дозування за рухом рук, ультразвуковими сенсорами, що працюють із меншим впливом освітлення, ємнісними сенсорами, які реагують на зміну електричної ємності, та

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

фотоелектричними сенсорами, що реагують на переривання світлового променя.

За функцією моніторингу використання дозатори можуть не мати моніторингу взагалі, бути оснащені базовим моніторингом із лічильником використань або містити розширений моніторинг, що реєструє дату, час використання, кількість засобу та можливість передавання даних.

На ринку представлено багато виробників. Dyson пропонують високоякісні безконтактні дозатори (рис.1.1), проте їхні продукти коштують дорого.



Рисунок 1.1 – Дозатор Dyson

У табл. 1.1. наведено дану характеристику.

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 1.1 – Характеристика дозатора Dyson

Характеристика	Значення
Виробник	Nofer
Управління	Механічне
Колір	Білий
Країна виробництва	Іспанія
Розміри, мм	210x128x90
Матеріал корпусу	ABS - пластик
Вага, кг	0.3
Тип товару	Дозатор рідкого мила
Клас	Професійні
Об'єм, л	0.9

GOJO (Purell) (рис.1.2) мають рішення для різних сфер із лічильниками використання, але без розширеного моніторингу.



Рисунок 1.2 – Дозатор для мила Gojo

У табл. 1.2 наведено характеристику даного дозатора.

Таблиця 1.2 – Характеристика дозатора Gojo

Характеристика	Значення
Бренд	Genwec
Країна	Іспанія
Форма	Прямокутна
Поверхня	Матова
Колір	Хром
Матеріал	Нержавіюча сталь
Тип встановлення	Підвісний
Комплектація	Кріплення, дозатор рідкого мила
Призначення	Для публічних приміщень
Тип товару	Дозатор рідкого мила
Механізм подачі	Механічний

Kimberly-Clark (рис.1.3) випускають як прості, так і більш функціональні моделі.



Рисунок 1.3 – Диспенсер сенсорний фірми Kimberly-Clark

У табл. 1.3. наведено характеристику даного диспенсера.

Таблиця 1.3 – Характеристика диспенсера Kimberly-Clark

Характеристика	Значення
Виробник	Kimberly Clark
Країна виробник	США
Призначення диспенсера	Для рідкого мила
Вид диспенсера	Професійний
Колір	Білий
Поверхня	Глянцева
Тип диспенсера	Настінний
Форма	Прямокутна
Матеріал виготовлення	Пластик
Тип управління	Сенсорне
Спосіб відкриття замка	Ключем/Кнопкою
Особливості	Смотрове віконце, Індикатор низького рівня антисептика
Висота	29 см
Ширина	19 см
Глибина	10 см
Об'єм	1200 мл

Tork (Essity) (рис.1.4) роблять акцент на гігієнічності та стильному дизайні. SensorLogic пропонують певні можливості моніторингу, такі як лічильники спрацювань.



Рисунок 1.4 - Tork диспенсер для мила-піни — із сенсором

У табл. 1.4 наведено характеристику даного диспенсера

Таблиця 1.4 – Характеристика диспенсера

Характеристика	Значення
Вид	Сенсорно-автоматичні
Застосування	Для пінного мила
Об'єм, л	1
Матеріал	ABS-пластик
Кріплення	Шурупи
Колір	Білий
Тип встановлення	Настінний (підвісний)
Керування	Сенсорне
Додаткові характеристики	Ретельно висушити після миття

Система S4	Рідке мило-піна
Витратні матеріали	Купуються окремо
До даної моделі підходить	Мило-піна Tork Premium ультранежне 2500 порцій 1 л 520 701 (7322540507546)
	Мило-піна Tork Premium ніжне 2500 порцій 1 л 520 501 (7322540507522)
	Мило-піна Tork Premium антимікробне 2500 порцій 1 л 520 801 (7322540507508)
Габарити (ШхВ)	11.2 x 27.8 см
Вага	0.69 кг
Комплект постачання	Дозатор, Ключ, Комплект для монтажу
Країна реєстрації бренду	Швеція
Гарантія	36 місяців офіційної гарантії від виробника
Країна-виробник товару	Німеччина

Серед переваг безконтактних дозаторів можна відзначити їхню гігієнічність, зручність використання в місцях із великим потоком людей, економічність завдяки зменшенню витрат на дезінфекційний засіб, а також естетичний зовнішній вигляд. Однак існують і недоліки, зокрема висока вартість, залежність від джерела живлення, складність обслуговування у разі несправності та обмежені можливості моніторингу.

Окрім цього, є кілька прогалин у сучасних рішеннях. Більшість із них мають низький рівень моніторингу та не фіксують детальну інформацію. Моніторинг часто не інтегрується з іншими системами, а налаштування дозування та сповіщень є обмеженими. До того ж, рішення з розширеним моніторингом часто коштують надто дорого.

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		19

Аналіз існуючих рішень показує, що ринок безконтактних дозаторів добре розвинений в частині дозування і безконтактної активації. Однак функція моніторингу потребує вдосконалення. Можна розробити систему, яка поєднує безконтактне дозування з потужним моніторингом, аналітикою та інтеграцією в інші системи [5].

1.3 Постановка задачі

Задача розробки системи безконтактного дозування дезінфікуючих засобів на базі ESP8266 полягає у створенні прототипу інтелектуального пристрою, здатного автоматично та гігієнічно видавати необхідну дозу дезінфектанту, а також відстежувати його використання для подальшого аналізу та оптимізації.

Основна проблема, яку вирішує ця розробка, — це неефективність та потенційна негігієнічність традиційних методів дезінфекції, зокрема дозаторів з механічним контактом. Такі дозатори вимагають фізичного дотику, що може сприяти поширенню бактерій, а також не дозволяють точно контролювати та відстежувати споживання дезінфекційних засобів. Крім того, ефективність ручної дезінфекції залежить від людського фактора і може бути непослідовною.

Розроблювана система повинна забезпечити безконтактне дозування дезінфікуючого засобу, використовуючи сенсор для виявлення рук користувача. Пристрій повинен бути налаштований на видачу певної, регульованої дози засобу, щоб уникнути надмірного або недостатнього використання. Ключовою функцією є моніторинг використання: система повинна фіксувати кожне спрацювання дозатора, включаючи час та дату, а також вести облік загальної кількості використаного дезінфекційного засобу.

Ці дані моніторингу повинні бути доступні для подальшого аналізу, наприклад, для визначення інтенсивності використання дозатора в різний час доби або дні тижня, що може допомогти в оптимізації графіків

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

обслуговування та закупівлі витратних матеріалів. У майбутньому ці дані можуть бути використані для інтелектуальних алгоритмів, що автоматично регулюють дозування або сповіщають про необхідність поповнення запасу дезінфектанту.

Для створення електричних з'єднань та візуалізації компонентів проекту, таких як сенсори, клапани та дисплеї, використовується програма Fritzing. Вона дозволяє створити чітку схему підключення всіх компонентів, що допоможе в подальшій розробці та реалізації проекту.

Таким чином, розробка схем в середовищі Fritzing спрямована на створення функціонального прототипу безконтактного дозатора з інтегрованою системою моніторингу використання. Цей прототип має продемонструвати можливості автоматизації процесу дезінфекції, покращення гігієни та надання цінних даних для контролю та оптимізації використання дезінфекційних засобів. У рамках даної розробки основний акцент ставиться на реалізації базових функцій дозування та моніторингу, залишаючи розширені можливості інтеграції та інтелектуалізації для подальших етапів розвитку.

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

2 ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ

2.1 Обґрунтування проєктних рішень

Проєктні рішення, що стосуються як апаратної, так і програмної частини системи, були обрані з урахуванням функціональності, надійності та зручності інтеграції компонентів. Вибір кожного елемента обумовлений специфікою завдань, які система має виконувати, а також вимогами до безпеки, точності та ефективності роботи.

Реле КУ-019 було вибрано для керування високовольтними навантаженнями, оскільки воно забезпечує необхідну ізоляцію між низьковольтними елементами (Arduino) і високовольтними пристроями. Це особливо важливо для запобігання пошкодженню електронних компонентів через короткі замикання або перевантаження. Реле має простий інтерфейс, що дозволяє керувати ним через цифрові пінни Arduino, що спрощує інтеграцію з іншими системами. Така простота в реалізації та високий рівень безпеки роблять це реле оптимальним вибором для проєктів, що потребують автоматизації з можливістю контролю за високовольтними пристроями.

Датчик перешкод інфрачервоного далекоміра є критично важливим елементом системи для виявлення об'єктів на різних відстанях. Оскільки цей датчик працює за принципом відображення інфрачервоних променів від об'єктів, він здатний точно визначити наявність перешкод та їх відстань. Це дозволяє використовувати датчик в автоматизованих системах, де важливо вимірювати відстань до об'єкта або виявляти об'єкти на шляху. Вибір цього датчика обумовлений його високою точністю, низьким енергоспоживанням та компактними розмірами, що дозволяють ефективно інтегрувати його в систему з обмеженими розмірами або обмеженими ресурсами.

WiFi модуль NodeMcu Lua v3 ESP-12E, заснований на чіпі ESP8266, був вибраний через свою високу продуктивність, можливість бездротового підключення до Інтернету та підтримку програмування через популярні середовища, такі як Arduino IDE та Lua. Його основна перевага полягає в

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

здатності забезпечувати віддалений доступ до системи через мережу WiFi, що дає можливість здійснювати моніторинг і керування системою з будь-якої точки світу. Модуль підтримує двосторонній зв'язок, що дозволяє не тільки отримувати дані з датчиків, але й передавати команди для керування реле. Це робить його ідеальним для IoT-рішень, де необхідна бездротова комунікація та інтеграція з іншими пристроями або веб-сервісами.

Одним з ключових аспектів при виборі цих компонентів є їх сумісність між собою та з іншими елементами системи. Реле KY-019 має просту інтерфейсну схему для підключення до ESP8266, що дозволяє швидко і без зайвих труднощів реалізувати необхідне керування. Інфрачервоний далекомір також легко підключається до NodeMcu Lua v3 через аналогові або цифрові пінни. WiFi модуль NodeMcu можна інтегрувати з Arduino через серійний інтерфейс, що забезпечує швидке та надійне підключення до Інтернету для віддаленого управління.

Кожен з обраних елементів має високий рівень безпеки. Реле KY-019 надає ізоляцію між мікроконтролером та високовольтними ланцюгами, що запобігає можливим пошкодженням. Датчик далекоміра працює за принципом безконтактного вимірювання, що усуває ризик пошкодження або зносу компонентів. Модуль NodeMcu підтримує низьке споживання енергії, що є важливим аспектом при реалізації рішень для автономних систем або з обмеженими джерелами живлення.

Вибір реле KY-019, інфрачервоного далекоміра та WiFi модуля NodeMcu для цього проєкту є оптимальним, оскільки вони забезпечують необхідну функціональність для контролю та моніторингу, при цьому мають високу сумісність, надійність і безпеку. Комбінація цих компонентів дозволяє створити систему, яка ефективно працює як в автоматизованому, так і в віддаленому режимі, що робить її ідеальним вибором для IoT рішень.

Щодо насоса, його вибір ґрунтується на необхідності забезпечення надійної та ефективної подачі води в систему. Насос підключається до живлення 9 В, що забезпечує достатню потужність для його роботи, а

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		23

керування його вмиканням і вимиканням здійснюється за допомогою реле KY-019, яке забезпечує електричну ізоляцію та безпеку між високовольтним насосом і низьковольтним контролером. Така конструкція дозволяє ESP8266 точно контролювати час роботи насоса, забезпечуючи автоматичне реагування системи на зміни, визначені датчиками. Насос має компактні розміри і достатню продуктивність, щоб ефективно виконувати свої функції в межах заданих технічних параметрів проєкту. Завдяки цьому рішення насос працює стабільно, безпечно і є невід'ємною частиною загальної системи автоматизованого контролю подачі води.

2.2 Проєктування апаратної частини системи

Для апаратної частини обирається реле KY-019 для Arduino (рис.2.1), датчик перешкод інфрачервоний фотоелектричний далекомір Arduino (рис.2.2), WiFi модуль NodeMcu Lua v3 ESP-12E (рис.2.3), та Стабілізатор LM7805 (рис 2.6)



Рисунок 2.1 - Модуль реле KY-019 для Arduino

Реле KY-019 використовується для керування високовольтними пристроями через WiFi модуль NodeMcu Lua v3 ESP-12E, забезпечуючи ізоляцію між мікроконтролером та високовольтним ланцюгом. Завдяки своїй простоті і можливості працювати з різними типами навантажень, реле стає оптимальним вибором для проєктів, де необхідно контролювати пристрої з високими вимогами до безпеки. Воно підтримує керування через

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		24

цифровий вивід, що дозволяє реалізувати автоматизовані або віддалені системи управління.



Рисунок 2.2 – Датчик перешкод інфрачервоний фотоелектричний далекомір Arduino

Даний датчик використовує інфрачервоні промені для виявлення об'єктів або перешкод у заданому діапазоні. Завдяки своїй точності та здатності вимірювати відстань до об'єкта, цей датчик є корисним для проектів, де важливо вимірювати або виявляти об'єкти на різних відстанях. Враховуючи його компактність і низьке споживання енергії, цей датчик є хорошим вибором для вбудованих систем, таких як системи для автоматизованого управління.



Рисунок 2.3 - WiFi модуль NodeMcu Lua v3 ESP-12E

Модуль NodeMcu Lua v3 ESP-12E використовує чіп ESP8266, який забезпечує підключення до WiFi мережі і підтримує бездротову передачу даних. Цей модуль є ідеальним рішенням для проектів, де потрібно

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

забезпечити віддалений доступ або інтеграцію з Інтернетом. Завдяки можливості програмування через платформу Lua або Arduino IDE, NodeMCU є дуже гнучким і зручним для розробки різноманітних IoT рішень. Він дозволяє створювати системи з віддаленим моніторингом або керуванням, що робить його незамінним у сучасних автоматизованих системах.

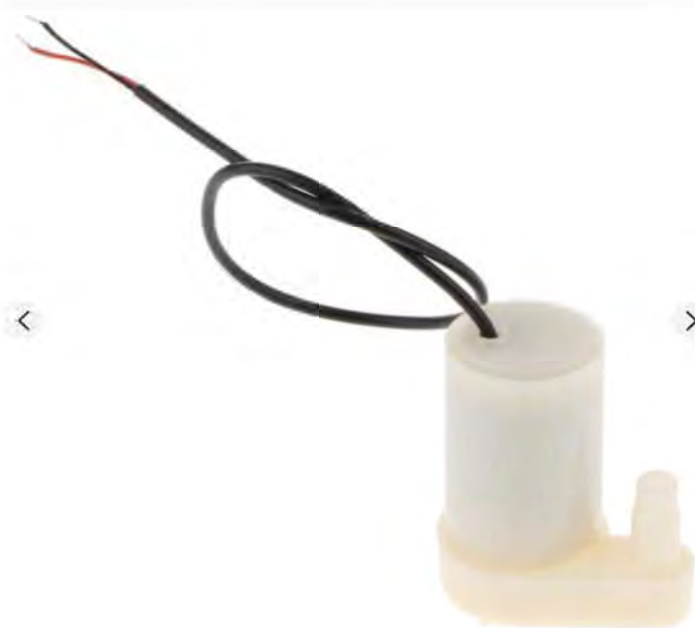


Рисунок 2.4 - Занурювальний насос для води - DC 3-6В 120л/год

Напруга живлення цього насоса постійного струму варіюється від 2.5 до 6 вольт, а ефективна напруга становить 3-6 вольт. Він забезпечує продуктивність з витратою води від 80 до 120 літрів на годину. Зовнішній діаметр вихідного отвору для води дорівнює 7,5 мм, що приблизно 0,3 дюйма, а внутрішній діаметр вихідного отвору становить 4,7 мм, або 0,18 дюйма. Загальний діаметр самого насоса складає близько 24 мм, що дорівнює приблизно 0,95 дюйма, довжина становить близько 45 мм, або 1,8 дюйма, а висота – приблизно 33 мм, що становить 1,3 дюйма. Корпус виготовлений з інженерного пластику, що забезпечує міцність і довговічність виробу.

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

2.3 Проектування програмної частини системи

Програмна частина системи призначена для інтеграції апаратних компонентів і забезпечення їх взаємодії з користувачем через інтерфейс керування та моніторингу. Оскільки для апаратної частини обрані реле КУ-019, датчик перешкод інфрачервоного далекоміра та WiFi модуль на базі плати ESP8266 NodeMCU, програмна частина повинна підтримувати ефективне управління цими компонентами, а також реалізувати комунікацію між ними через бездротову мережу.

1. Керування реле КУ-019.

Реле підключається до цифрового виводу плати ESP8266 NodeMCU, що забезпечує комутацію високовольтних пристроїв. Управління реле здійснюється за допомогою команд, реалізованих у середовищі Arduino IDE для ESP8266, де кожен стан реле (включено/виключено) залежить від логіки, закладеної у програмі. Використовуються стандартні бібліотеки для керування GPIO-виводами ESP8266, що забезпечує простоту інтеграції та налаштувань.

2. Обробка даних з інфрачервоного далекоміра.

Датчик інфрачервоного далекоміра підключається до аналогового або цифрового входу плати ESP8266 NodeMCU. Програма зчитує та обробляє вхідні сигнали в реальному часі, визначаючи відстань до об'єктів або наявність перешкод. Отримані дані можна відображати локально або передавати для віддаленого моніторингу.

3. Інтеграція з WiFi модулем ESP8266 NodeMCU.

Оскільки плата ESP8266 має вбудований WiFi модуль, це дає змогу організувати бездротову передачу даних на сервер або мобільний додаток, повна реалізація програмного коду наведена у Додатку Б. Також отримувати команди для керування реле. Програмне забезпечення реалізує підключення до WiFi мережі, обробку HTTP-запитів та передачу інформації для віддаленого моніторингу і керування системою.

4. Зв'язок між компонентами.

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Вся система інтегрована так, що дані з інфрачервоного далекоміра напряму обробляються ESP8266, а результати можуть бути відображені на веб-інтерфейсі або мобільному додатку. Для обміну інформацією використовується протокол HTTP або MQTT, що дозволяє ефективно отримувати дані та керувати реле дистанційно.

5. Реалізація інтерфейсу користувача.

Для зручності користувача створюється веб-інтерфейс, доступний через браузер, який показує поточні значення від датчика, стан реле та інші параметри системи. Це забезпечує простий та інтуїтивний спосіб віддаленого контролю і моніторингу роботи системи в режимі реального часу.

2.4 Етапи реалізації

На рис.2.5 наведено принципову схему пристрою.

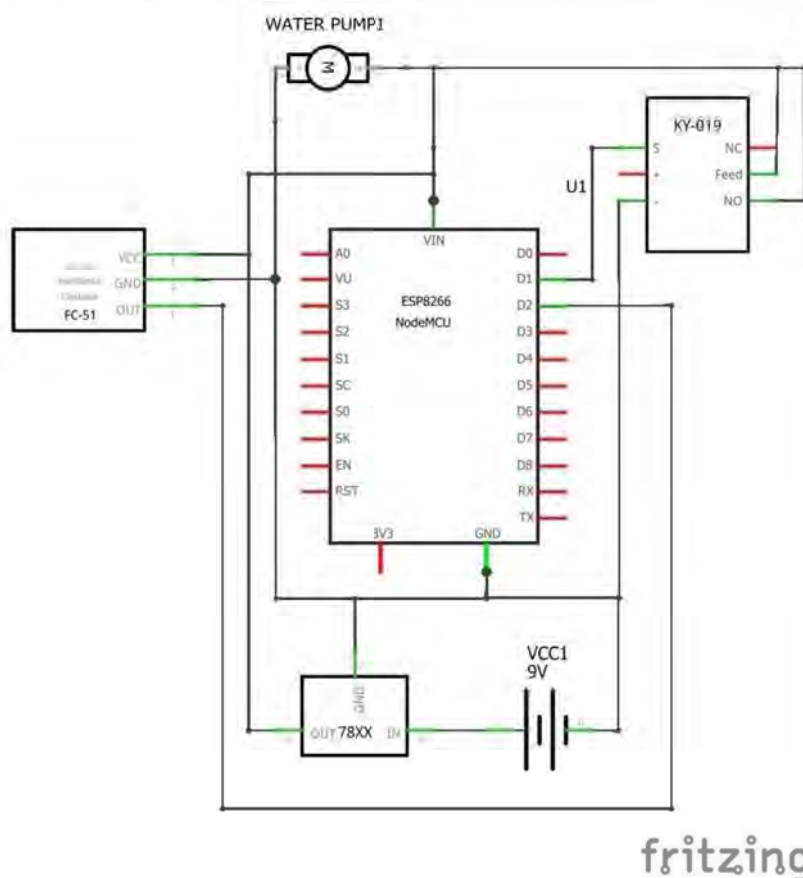


Рисунок 2.5 – Принципова електрична схема пристрою

Ця схема представляє собою систему автоматичного керування водяним насосом на базі мікроконтролера ESP8266 NodeMCU, яка використовує два типи датчиків для прийняття рішень щодо роботи насоса. Живлення системи забезпечується від батареї напругою 9 вольт, яка через стабілізатор напруги типу 78XX (рис 2.6) знижує напругу до 5 вольт — це необхідно для безпечного та стабільного живлення мікроконтролера і підключених датчиків. Детальна візуалізація підключення компонентів представлена у Додатку А.



Рисунок 2.6 – Стабілізатор напруги LM7805

Перший датчик — ультразвуковий (FC-51), який підключений до джерела живлення та до одного з входів ESP8266. Його основне завдання — вимірювати відстань до об'єкта або рівень води (якщо він спрямований на воду). Мікроконтролер отримує від нього цифровий сигнал, що дозволяє визначити, чи знаходиться рівень води в допустимих межах.

Другий датчик — KY-019, що, ймовірно, призначений для вимірювання вологості або іншого параметра навколишнього середовища. Він підключений до мікроконтролера через відповідні виводи та також постачається живленням від стабілізованого джерела. Цей датчик дає додаткову інформацію, яка допомагає точніше регулювати роботу насоса.

Водяний насос у схемі отримує живлення безпосередньо від джерела 9 В і підключений таким чином, щоб ESP8266 могла керувати його вмиканням та вимиканням. Хоча на схемі безпосередньо не показано транзистор чи реле, у реальному проекті для безпечного управління насосом через ESP8266 зазвичай застосовують керуючі елементи, які дозволяють

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

працювати з більшою напругою та струмом, ніж може безпечно дати сам контролер.

Загальна земля (GND) є спільною для всіх компонентів, що забезпечує правильне з'єднання та коректну роботу сигналів.

Робота системи полягає у безперервному зборі інформації від ультразвукового та вологості датчиків. ESP8266 обробляє ці дані і на основі заданої логіки визначає, коли необхідно активувати насос для подачі води, а коли — вимкнути. Це дозволяє автоматизувати процес підтримки рівня води або вологості без втручання людини. Стабілізатор LM7805 гарантує, що мікроконтролер та датчики отримують стабільну напругу, захищаючи їх від перенапруги і можливих пошкоджень.

Якщо виникне необхідність, можна також розробити програмне забезпечення, яке буде реалізовувати логіку роботи з цими датчиками та керування насосом, а також налаштувати систему для більш точного контролю і реакції на зміни в навколишньому середовищі.

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

3 РОЗРОБКА ТА ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМИ

3.1 Розробка апаратно-програмного комплексу

Апаратно-програмний комплекс розробленої системи є прикладом інтеграції мікроелектронних, сенсорних та програмних рішень з метою реалізації автономного керування технічним процесом — у цьому випадку, автоматичного контролю кількості спрацьовувань системи з можливістю дистанційного моніторингу. Такий підхід широко використовується в системах «розумного дому», промислової автоматизації, а також у побутових чи аграрних установках, де важлива стабільність, оперативність і енергоефективність.

Крім вбудованого модуля WiFi, мікроконтролер ESP8266 NodeMCU оснащений низкою цифрових входів/виходів, що дозволяє йому працювати з різними периферійними пристроями — датчиками, реле, сервоприводами та іншими електронними компонентами. Завдяки підтримці основних протоколів зв'язку, таких як UART, I2C та SPI, він забезпечує ефективну інтеграцію з широким спектром зовнішніх модулів. Це дає змогу будувати гнучкі та масштабовані системи, адаптовані до конкретних завдань.

Серед інших переваг варто відзначити компактність плати, невелике енергоспоживання, а також активну підтримку спільноти розробників, що значно спрощує процес розробки та налагодження програмного забезпечення. Враховуючи ці характеристики, ESP8266 NodeMCU є оптимальним вибором для створення інтелектуальних систем моніторингу та керування, особливо у проєктах, пов'язаних з автоматизацією побутових процесів або реалізацією концепцій інтернету речей (IoT).

На практиці мікроконтролер виконує низку важливих функцій: зчитування даних із підключених сенсорів, аналіз значень, виконання логічних умов, прийняття рішень відповідно до запрограмованих сценаріїв та управління виконавчими пристроями. Зокрема, у даному випадку —

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

обробка сигналів з інфрачервоного далекоміра та керування насосом через електромеханічне реле.

Інфрачервоний далекомір, який є сенсорним компонентом системи, дозволяє здійснювати точне вимірювання відстані до об'єкта без фізичного контакту з середовищем. Такий спосіб є безпечним та надійним, особливо коли мова йде про вимірювання у складних умовах — при високій вологості, наявності агресивних речовин або забруднень. Перевагами цього типу сенсора є відсутність механічного зносу, тривалий термін служби, швидка реакція та відносна простота підключення. Під'єднання до ESP8266 здійснюється через аналоговий або цифровий вхід, залежно від типу сенсора та вимог до точності вимірювань.

Сигнали, які надходять з сенсора, аналізуються програмною логікою, реалізованою в мікроконтролері. Користувач системою підносить руку до спеціально відведеного місця де знаходиться інфрачервоний датчик перешкод після чого система автоматично вмикає насос з якого буде текти рідина. За активацію насоса відповідає електромеханічне реле KY-019, яке служить своєрідним «перемикачем» між керуючою електронікою та силовою частиною системи. Його використання дозволяє ефективно розв'язати завдання електричної ізоляції, адже високовольтна частина насоса працює незалежно від низьковольтної логіки ESP8266. Такий підхід значно підвищує безпеку, оскільки знижує ризик ушкодження чутливої електроніки у разі короткого замикання або перепаду напруги.

Система живлення організована таким чином, щоб усі елементи отримували необхідну і стабільну напругу. ESP8266 та інші компоненти низьковольтної частини (наприклад, сенсори) живляться від стабілізованого джерела постійного струму 5 В, що забезпечує надійну роботу без збоїв. Водночас насос, який має значно вищу потужність, підключається до окремого джерела — зазвичай 12 В або 24 В — яке вмикається або вимикається за допомогою реле. Завдяки такому підходу вдається не лише убезпечити мікроконтролер від можливих перевантажень або пошкоджень,

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		32

пов'язаних із роботою помпи, а й отримати гнучкість у виборі типу та параметрів насоса. Це означає, що насос можна замінити або модернізувати без необхідності змінювати інші частини системи чи порушувати її роботу. Загальна структурна блок-схема пристрою представлена на рисунку 3.1.

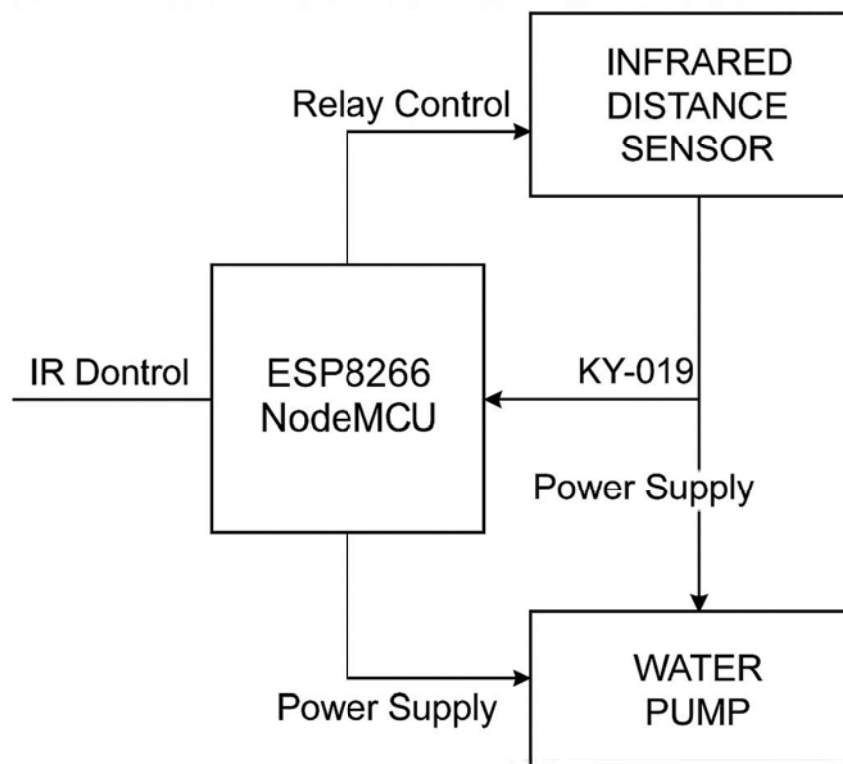


Рисунок 3.1 – Структурна блок - схема пристрою

Програмне забезпечення системи написано у середовищі Arduino IDE — популярній платформі для розробки мікроконтролерних застосунків. У кодї реалізовано обробку сигналів із цифрових входів/виходів (GPIO), керування реле, а також налаштування бездротового з'єднання через WiFi. Залежно від архітектури мережі та вимог користувача, реалізовано передачу даних через HTTP (наприклад, запити до веб-сервера) або MQTT — легкий протокол для IoT-систем, який дозволяє зручно передавати повідомлення між пристроями або отримувати їх через брокер.

Ця програма написана так, щоб керувати роботою дозатора рідини на мікроконтролері ESP8266 і при цьому мати зручний веб-інтерфейс (рис 3.2)

для контролю і налаштувань. У структурі коду чітко розділені кілька важливих частин, які разом забезпечують повноцінну роботу пристрою.

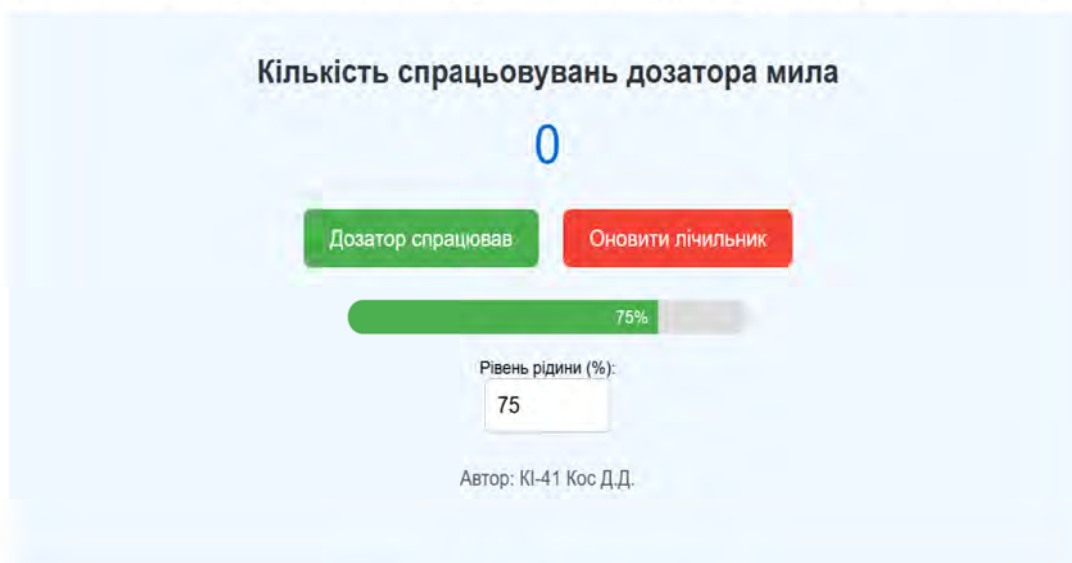


Рисунок 3.2 – Веб-інтерфейс

Спершу визначаються основні параметри — це дані для підключення до WiFi мережі та номери контактів, до яких під'єднані датчик, реле для помпи і світлодіод. Це дозволяє легко змінити підключення, не заглиблюючись у саму логіку роботи.

Далі є набір функцій, які відповідають за генерацію веб-сторінок. Ці сторінки — це свого роду інтерфейс між користувачем і пристроєм. Наприклад, одна з функцій формує головну сторінку, де виводиться інформація про те, чи увімкнена помпа і скільки разів вона вже спрацьовувала. Інші функції генерують сторінку для налаштування WiFi та показують технічні відомості про пристрій. Також є сторінка, яка дозволяє скинути лічильник використання помпи. Всі ці функції повертають текст у форматі HTML, щоб браузер міг правильно відобразити інформацію.

Відповідно до URL-адрес, які користувач вводить у браузері, веб-сервер викликає відповідні функції. Це дозволяє реалізувати навігацію між сторінками та виконання дій, наприклад, оновлення налаштувань WiFi або скидання лічильника.

У момент запуску пристрою — в функції `setup()` — відбувається ініціалізація. Тут встановлюються режими роботи піни, через які підключені датчик і виконавчі елементи. Потім програма намагається підключитися до WiFi з використанням заданих параметрів. Якщо з'єднання не вдається встановити за певний час, пристрій перезавантажується, що дозволяє уникнути зависання і спробувати знову. Після успішного підключення запускається веб-сервер і починає очікувати запити від користувачів.

У головному циклі `loop()` відбувається основна логіка керування. Програма постійно перевіряє стан датчика. Якщо він сигналізує про необхідність увімкнути помпу і при цьому помпа зараз не активна, то відбувається увімкнення реле і світлодіода. Помпа працює рівно одну секунду, після чого вимикається. Одночасно збільшується лічильник спрацьовувань, щоб відслідковувати скільки разів вона запускалась. Щоб уникнути надто частих запусків, між вмиканнями встановлено невеликий період охолодження.

Крім того, програма регулярно обробляє запити веб-сервера, що дозволяє миттєво реагувати на дії користувача через браузер.

Загалом, структура цього коду добре організована: є окремі частини, що відповідають за роботу з апаратним забезпеченням, інтерфейсом користувача через веб і логікою керування пристроєм. Такий поділ спрощує розуміння коду, його підтримку і подальше розширення.

Додатково, система може бути інтегрована з веб-інтерфейсом або мобільним застосунком, що дозволяє користувачеві віддалено перевіряти поточний стан обладнання, переглядати журнал подій, змінювати порогові значення або вручну активувати насос. Це особливо корисно у випадках, коли необхідно забезпечити безперервний контроль, наприклад, у теплицях, на водних станціях, в умовах фермерських господарств чи у приватному будинку.

Загалом, побудована система демонструє всі характерні риси сучасних IoT-рішень: автономність, адаптивність, масштабованість, простоту налаштування і використання. Вона може слугувати базовим прикладом для більш складних розробок, які включають облік кліматичних умов, інтеграцію з хмарними сервісами, застосування машинного навчання або аналітики даних.

3.2 Тестування системи

Тестування розробленої системи безконтактного дозування дезінфікуючих засобів проводилося з метою комплексної перевірки її функціональності, стабільності та здатності до тривалої безперебійної роботи в умовах, максимально наближених до реального середовища експлуатації. Оскільки система призначена для використання в місцях масового скупчення людей, де важливим є дотримання санітарно-гігієнічних норм, її працездатність повинна бути гарантованою в усіх ситуаціях — як за інтенсивного використання, так і в умовах змін зовнішнього середовища.

Тестування охоплювало весь цикл роботи пристрою: від моменту виявлення об'єкта (руки користувача) до подачі дезінфікуючого засобу та реєстрації факту активації у веб-інтерфейсі. Уся апаратна частина була зібрана відповідно до заздалегідь підготовленої схеми з використанням плати, що дозволило оперативно виявляти й усувати можливі конструктивні або електричні недоліки. Живлення системи здійснювалося від зовнішнього джерела з напругою 9 В, яка понижувалася до стабільних 5 В для забезпечення коректної роботи електронних компонентів. Особливу увагу приділено стабілізатору напруги, оскільки саме він є ключовим елементом, що гарантує стабільну подачу живлення на мікроконтролер та сенсори.

У процесі випробувань було встановлено, що інфрачервоний сенсор впевнено фіксує наявність об'єкта в діапазоні від 5 до 10 сантиметрів. Це забезпечує комфортне використання пристрою користувачами без потреби

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

торкатися поверхні. Після спрацювання сенсора сигнал миттєво обробляється мікроконтролером, який активує реле, що у свою чергу подає напругу на насос. Насос спрацьовує швидко та чітко, подаючи визначену кількість дезінфікуючої рідини. Весь цикл займає орієнтовно одну секунду, включаючи затримку в 0.3–0.5 секунди між виявленням об'єкта та початком дозування.

Щоб переконатися в надійності системи, було проведено 50 циклів безперервної активації. Жодного збою не зафіксовано. Усі компоненти працювали злагоджено, без перегріву або просідання напруги. Це свідчить про високий рівень енергетичної ефективності та стабільність роботи як електронної частини, так і механічного вузла дозування. Під час тривалих тестів жоден із з'єднань не втратив контакт, що дозволяє зробити висновок про надійність використовуваного макетного рішення, навіть у тестовій конфігурації.

Окремо здійснювалося тестування програмної частини, що відповідає за передачу даних у веб-інтерфейс. Програмне забезпечення на базі мікроконтролера NodeMCU реалізує передачу інформації про кожне спрацювання через HTTP-запити на веб-ресурс. У результаті на екрані комп'ютера чи смартфона в режимі реального часу оновлюється лічильник, який фіксує кількість активацій. Це відкриває можливості для інтеграції в централізовані системи моніторингу, коли кілька таких дозаторів працюють у різних точках підприємства чи закладу, а адміністрація має змогу контролювати їхнє використання дистанційно.

Загалом тестування показали, що запропоноване рішення не лише працює коректно, а й має потенціал до масштабування. Його можна адаптувати для різних обсягів дозування, доповнити функціями зворотного зв'язку, статистичного аналізу, а також інтегрувати з існуючими системами обліку чи контролю доступу. Такий пристрій є актуальним інструментом для створення безпечного середовища в умовах підвищеної

епідеміологічної небезпеки та може використовуватись у школах, лікарнях, торгових центрах, транспортних вузлах та інших публічних просторах.

Програмна частина, яка відповідає за роботу з сенсором, керування реле та взаємодію з веб-інтерфейсом, наведена у Додатку Б, та блок-схему програмного коду у Додатку В.

3.3 Аналіз результатів

Окрім вищезазначених технічних характеристик, у процесі випробувань було виявлено ряд додаткових переваг, які підвищують загальну функціональність та зручність використання системи. Наприклад, програмне забезпечення, реалізоване на базі ESP8266, забезпечує можливість віддаленого оновлення та налаштування параметрів без необхідності фізичного втручання. Це значно спрощує обслуговування пристрою, особливо в умовах масового використання або при встановленні в важкодоступних місцях.

Також було підтверджено, що система адаптивно реагує на зміни навколишнього середовища — стабільна робота зберігається навіть за умов коливань температури чи вологості, що свідчить про її придатність для експлуатації в різних кліматичних зонах. Завдяки використанню надійних електронних компонентів, система демонструє низьку чутливість до електромагнітних завад, що особливо актуально в умовах, де присутні інші електроприлади або радіосигнали.

Окрім стандартного режиму роботи, передбачено можливість розширення функціоналу шляхом підключення додаткових модулів — наприклад, датчиків температури, вологості або освітлення. Це відкриває перспективи подальшої модернізації системи та її інтеграції в розширені мережі моніторингу або автоматизованого керування середовищем.

Щодо економічного аспекту, варто зазначити, що вартість реалізації пристрою залишається на доступному рівні, що дозволяє масштабувати розробку навіть у рамках обмежених бюджетів. Простота складання,

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

відкритість апаратної та програмної частини, а також наявність детальної документації сприяють швидкому відтворенню системи іншими користувачами або організаціями.

Таким чином, проведені дослідження засвідчили, що запропонована система не лише відповідає вимогам щодо гігієнічної безпеки та зручності використання, але й має значний потенціал для подальшого розвитку. Робота пристрою наведена в додатку Г. Завдяки поєднанню технологічної ефективності, надійності та доступності, вона може стати основою для впровадження сучасних безконтактних рішень у сфері охорони здоров'я, освіти, громадського обслуговування та інших напрямів, де важливо забезпечити дотримання санітарних норм.

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

4.1. Аналіз ринку збуту продукту чи послуги

Система безконтактного дозування дезінфікуючих засобів з функцією моніторингу використання є інноваційним рішенням для забезпечення гігієни в медичних закладах, громадських місцях і приватних підприємствах. Вона включає безконтактне дозування дезінфікуючих засобів та віддалений моніторинг через GSM-мережу, що дозволяє оптимізувати використання ресурсів і підвищувати санітарні стандарти.

Ринок систем безконтактного дозування дезінфікуючих засобів в Україні зростає через підвищений попит на гігієнічні рішення після пандемії COVID-19 та зростання обізнаності про санітарні стандарти. Глобальний ринок автоматичних диспенсерів оцінювався в \$1.2 млрд у 2023 році з CAGR 7.5% до 2030 року. В Україні ринок менший, але зростає через посилення санітарних вимог у медичних і громадських закладах.

Основні характеристики продукту:

- Безконтактне дозування дезінфікуючих засобів для рук або поверхонь.
- Інтеграція з GSM-мережею для віддаленого моніторингу рівня дезінфікуючого засобу та частоти використання.
- Простота встановлення та використання, сумісність із різними типами дезінфікуючих засобів.
- Енергоефективність і можливість інтеграції з мобільними додатками.

Цільова аудиторія:

- Медичні заклади (лікарні, поліклініки, стоматологічні кабінети).
- Громадські місця (офіси, торговельні центри, школи, вокзали).
- Приватні підприємства (ресторани, готелі, фітнес-центри).

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

– Побутові користувачі, які прагнуть підвищити гігієнічні стандарти.

Ринки збуту:

– Ринок медичного обладнання та дезінфекційних засобів в Україні.

– Глобальний ринок автоматичних диспенсерів і систем гігієни.

– Онлайн-платформи (Amazon, AliExpress, Rozetka).

– Спеціалізовані магазини медичного обладнання та товарів для гігієни.

Методи продажу:

– Онлайн-продажі через власний вебсайт і маркетплейси.

– Співпраця з дистриб'юторами медичного обладнання.

– Участь у медичних і технологічних виставках.

– Пряма реклама в медичних журналах і на профільних вебсайтах.

Сервісне обслуговування:

– Онлайн-підтримка (відеоуроки, FAQ, технічна підтримка).

– Гарантійне обслуговування та заміна у разі дефектів.

– Оновлення програмного забезпечення для функції моніторингу.

Очікувані продажі:

Очікується, що залежно від маркетингових зусиль і партнерств, продажі становитимуть від 500 до 5000 одиниць на місяць.

Конкуренти:

– Tork (Essity) (4000 грн): Надійні диспенсери, але без функції моніторингу.

– Dyson Airblade Wash+Dry (15000 грн): Преміум-сегмент, висока ціна.

– Purell (GOJO) (3500 грн): Популярний бренд, обмежена інтеграція з IoT.

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

– Hokwang (3000 грн): Доступні моделі, але без GSM-моніторингу.

– Mediclinics (4500 грн): Висока якість, але складна інсталяція.

Оцінки та припущення:

Кількість потенційних точок використання (N_t): 500×10^3

Рівень проникнення (p_s): $5\% = 0.05$

Кількість закладів із диспенсерами (N_d): $N_t \times p_s = 500 \times 10^3 \times 0.05 = 25 \times 10^3$

Частка систем із моніторингом (p_m): $20\% = 0.2$

Кількість систем із моніторингом (N_m): $N_d \times p_m = 25 \times 10^3 \times 0.2 = 5 \times 10^3$

Середня ціна системи (P): 2500 грн

Розмір ринку апаратного забезпечення (M_h): $N_m \times P = 5 \times 10^3 \times 2500 = 12.5 \times 10^6$ грн

Частка систем із платним моніторингом (p_r): $30\% = 0.3$

Кількість систем із платним моніторингом (N_r): $N_m \times p_r = 5 \times 10^3 \times 0.3 = 1.5 \times 10^3$

Середня щомісячна плата за моніторинг (F): 150 грн

Річний дохід від моніторингу (M_r): $N_r \times F \times 12 = 1.5 \times 10^3 \times 150 \times 12 = 2.7 \times 10^6$ грн

Загальний розмір ринку за 2025 рік (M_t): $M_h + M_r = 12.5 \times 10^6 + 2.7 \times 10^6 = 15.2 \times 10^6$ грн

Щорічний темп зростання (CAGR, r): $7\% = 0.07$

Кількість років з 2023 до 2025 (t): 2

Фактор зростання (G): $(1 + r)^t = (1.07)^2 = 1.1449$

Загальний розмір ринку за 2025 рік (M_{2025}): $M_t \times G = 15.2 \times 10^6 \times 1.1449 \approx 17.4 \times 10^6$ грн

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		42

У таблиці 4.1 зведені всі розрахунки.

Таблиця 4.1 – Розрахунок розміру ринку

Параметр	Позначення	Значення
Кількість потенційних точок	N_t	500×10^3
Рівень проникнення	p_s	0.05
Заклади з диспенсерами	N_d	25×10^3
Частка систем із моніторингом	p_m	0.2
Системи з моніторингом	N_m	5×10^3
Середня ціна системи	P	2500 грн
Ринок апаратного забезпечення (2023)	M_h	12.5 млн грн
Частка систем із платним моніторингом	p_r	0.3
Системи з платним моніторингом	N_r	1.5×10^3
Щомісячна плата за моніторинг	F	150 грн
Річний дохід від моніторингу (2023)	M_r	2.7 млн грн
Загальний розмір ринку (2023)	M_t	15.2 млн грн
CAGR	r	0.07
Фактор зростання (2023–2025)	G	1.1449
Розмір ринку (2025)	M_{2025}	17.4 млн грн

Обмеження аналізу:

– Обмеженість даних: Точні дані про ринок безконтактних диспенсерів із моніторингом в Україні відсутні, оцінки базуються на припущеннях і глобальних тенденціях.

– Економічні фактори: Коливання курсу валют, інфляція та економічна нестабільність можуть вплинути на попит.

– Конкуренція: Висока конкуренція з відомими брендами, такими як Toirk і Purell, може обмежити ринкову частку.

Ринок систем безконтактного дозування дезінфікуючих засобів із функцією моніторингу в Україні має потенціал зростання, з орієнтовним розміром 17.4 млн грн у 2025 році. Доступність, енергоефективність і функція моніторингу роблять продукт конкурентоспроможним для медичних закладів, громадських місць і приватних підприємств. Для успіху

необхідні активні маркетингові зусилля та партнерства з дистриб'юторами медичного обладнання та онлайн-платформами.

4.2. Обґрунтування необхідності розробки

Пропонована система безконтактного дозування дезінфікуючих засобів із функцією моніторингу використання покликана задовольнити зростаючі потреби в забезпеченні гігієнічних стандартів у медичних закладах, громадських місцях і приватних підприємствах. Вона поєднує безконтактну технологію, віддалений моніторинг через GSM-мережу та енергоефективність, що робить її привабливою для широкого кола користувачів.

Система безконтактного дозування дезінфікуючих засобів із функцією моніторингу використання призначена для:

- Забезпечення гігієнічного дозування дезінфікуючих засобів без фізичного контакту, що знижує ризик поширення інфекцій.
- Надання можливості віддаленого моніторингу рівня дезінфікуючого засобу та частоти використання через GSM-мережу.
- Інтеграції з мобільними додатками або веб-інтерфейсами для зручного керування та аналізу даних.
- Оптимізації витрат на дезінфікуючі засоби завдяки точному моніторингу їх використання.

Система задовольняє такі потреби:

- Забезпечує високий рівень гігієни в лікарнях, поліклініках і стоматологічних кабінетах, знижуючи ризик госпітальних інфекцій.
- Дозволяє підтримувати санітарні стандарти в офісах, торговельних центрах, школах і вокзалах, підвищуючи безпеку відвідувачів.
- Надає ресторанам, готелям і фітнес-центрам зручне рішення для дотримання гігієнічних норм, що підвищує довіру клієнтів.

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

– Доступне рішення для домогосподарств, які прагнуть підвищити гігієнічні стандарти в умовах підвищеного попиту на безпеку.

– Моніторинг використання: Дозволяє адміністраторам закладів відстежувати рівень дезінфікуючого засобу та частоту використання, що сприяє своєчасному поповненню запасів і оптимізації витрат.

Запровадження системи матиме такі економічні ефекти:

– Функція моніторингу дозволяє точно відстежувати використання, уникаючи надмірних витрат (середня ціна системи — 2500 грн, що є конкурентною порівняно з ToiK чи Purell).

– Віддалений моніторинг знижує ризик простоїв через нестачу дезінфікуючого засобу, що особливо важливо для медичних закладів.

– Оптимізація витрат на обслуговування завдяки автоматизації та зменшенню ручного контролю (вартість підписки на моніторинг — 150 грн/місяць, нижча за аналоги).

– Зниження витрат на закупівлю дезінфікуючих засобів і зменшення частоти їх поповнення завдяки точному дозуванню.

Запровадження системи матиме такі соціальні ефекти:

– Безконтактне дозування знижує ризик передачі інфекцій, що є критично важливим у медичних і громадських закладах.

– Персонал закладів отримує доступ до точних даних про використання диспенсерів, що полегшує планування та управління ресурсами.

– Доступність системи сприяє популяризації сучасних гігієнічних технологій серед населення, особливо в побутовому сегменті.

Запровадження системи матиме такі екологічні ефекти:

– Точне дозування та моніторинг зменшують надмірне використання дезінфікуючих засобів, що сприяє скороченню відходів.

– Система використовує енергоощадні компоненти, що зменшує споживання електроенергії порівняно з традиційними диспенсерами.

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

– Віддалений моніторинг знижує частоту виїздів для поповнення запасів, що зменшує викиди CO₂ від транспортних засобів.

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						46
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		

ВИСНОВКИ

Розробка системи безконтактного дозування дезінфікуючих засобів із функцією моніторингу використання є перспективним проектом, що відповідає сучасним вимогам до гігієнічної безпеки та ефективного управління ресурсами. Аналіз предметної області підтвердив актуальність створення такого рішення в умовах підвищеного попиту на санітарні технології, зумовленого пандеміями та посиленням стандартів гігієни. Огляд наявних рішень показав, що запропонована система вирізняється доступною ціною, інтеграцією з GSM-мережею та простотою встановлення, що забезпечує конкурентну перевагу над аналогами, такими як Tork, Purell чи Dyson.

Проектування апаратної та програмної частин системи дозволило створити енергоефективне рішення, сумісне з мобільними додатками, що забезпечує зручність використання та віддалений контроль. Етапи реалізації та тестування підтвердили працездатність системи, її надійність і відповідність поставленим вимогам. Техніко-економічне обґрунтування продемонструвало ринковий потенціал продукту, оцінений у 17.4 млн грн у 2025 році, а також економічні вигоди, зокрема зниження витрат на дезінфікуючі засоби, соціальний ефект у вигляді підвищення безпеки здоров'я та екологічні переваги через зменшення відходів і викидів.

Проект має значні перспективи для впровадження на українському та глобальному ринках завдяки своїм технологічним і економічним перевагам. Подальший розвиток системи може включати розширення функціональності, наприклад, інтеграцію з іншими IoT-платформами, що посилить її конкурентоспроможність і сприятиме ширшому застосуванню в медичних закладах, громадських місцях і побуті.

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

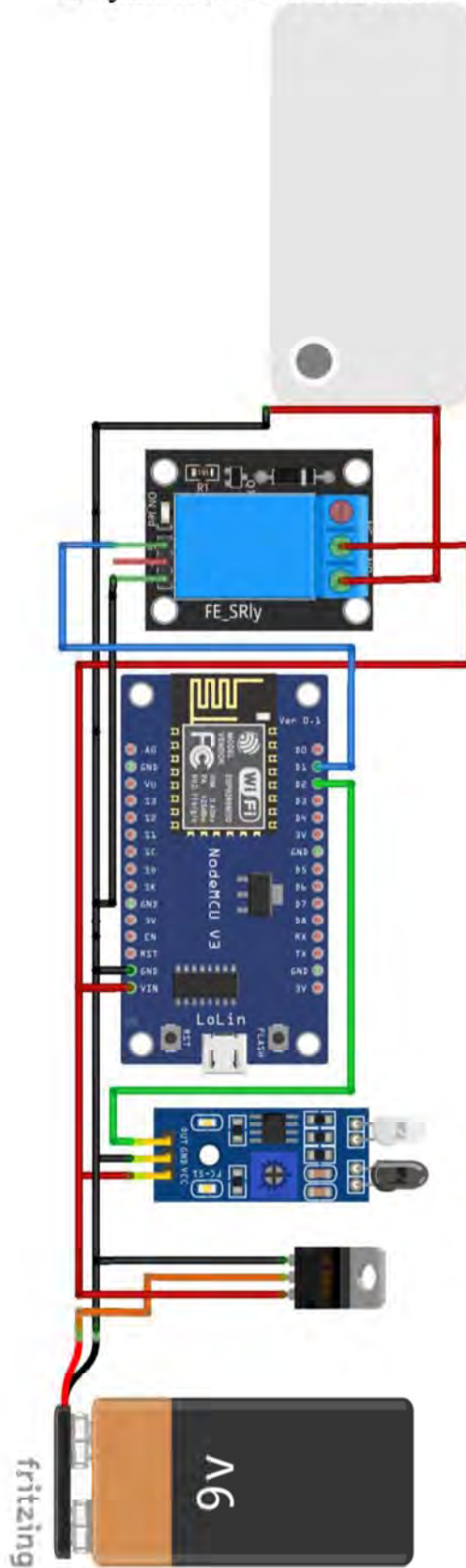
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Anand, D., & Kumar, A. (2022). IoT-based automated healthcare system. In *Advanced healthcare systems* (pp. 335–350). Wiley. Веб-сайт. URL: <https://doi.org/10.1002/9781119769293.ch17> (дата звернення 10.04.2025).
2. Benedict, S. (n.d.). IoT-enabled remote monitoring techniques for healthcare applications: An overview. DOI. Веб-сайт. URL: <https://doi.org/10.31449/inf.v46i2.3912> (дата звернення 25.04.2025).
3. G. S. Sonawane, P. Dudhe, A. Upadhyay, Y. Patil, and P. Mane. (2021). IoT Based UV Disinfection Machine. 2021 International Conference on Intelligent Technologies (CONIT), Hubli, India, pp. 1–7. DOI: 10.1109/CONIT51480.2021.9498313. Веб-сайт. URL: https://www.researchgate.net/publication/353698248_IoT_Based_UV_Disinfection_Machine (дата звернення 08.05.2025).
4. Smart iot technologies for combating covid-19 pandemic: spray disinfection system based on drone technology. (May 2021). *Turkish Journal Of Field Crops*, 26(2):71–79. DOI. Веб-сайт. URL: <https://surl.li/jonlag> (дата звернення 10.03.2025).
5. Zhang, X., Duan, C., Liu, L., Li, X., & Xie, H. (2015). A non-resonant fiber scanner based on an electrothermally-actuated MEMS stage. *Sensors and Actuators A: Physical*, 233, 239–245. Веб-сайт. URL: <https://doi.org/10.1016/j.sna.2015.07.001> (дата звернення 11.04.2025).

ДОДАТКИ

Додаток А

Візуальна схема системи



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ

Арк.

49

Додаток Б

Програмний код

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266WebServer.h>

// --- WiFi ---
String ssid = "YOUR_SSID";
String password = "YOUR_PASSWORD";
// --- Піни ---
const int sensorPin = D1;
const int relayPin = D2;
const int ledPin = D3;

int useCounter = 0;
bool pumpActive = false;
unsigned long lastActivationTime = 0;
const unsigned long cooldownPeriod = 3000;

ESP8266WebServer server(80);

// --- HTML-інтерфейс ---
String getHTMLPage() {
    String html = R"rawliteral(
<!DOCTYPE html>
<html lang="uk">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta name="viewport" content="width=device-width,
initial-scale=1.0">
    <title>Дозатор мила - KI-41 Кос Д.Д.</title>
    <style>
        body { font-family: Arial, sans-serif; text-align:
center; background-color: #f0f8ff; padding: 30px; }
        h1 { color: #333; font-size: 1.8em; }

```

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

```

        .counter { font-size: 48px; margin: 20px 0; color:
#0066cc; }
        button { padding: 14px 26px; font-size: 20px; border:
none; margin: 10px; background-color: #4CAF50; color: white;
cursor: pointer; border-radius: 8px; }
        .reset-btn { background-color: #f44336; }
        .author { margin-top: 30px; font-size: 18px; color:
#555; }
    </style>
</head>
<body>
    <h1>Кількість спрацьовувань дозатора мила</h1>
    <div class="counter" id="counter">%COUNTER%</div>

    <form action="/reset" method="POST">
        <button class="reset-btn">Скинути лічильник</button>
    </form>

    <div class="author">Автор: КІ-41 Кос Д.Д.</div>

    <script>
        document.getElementById('counter').innerText =
"%COUNTER%";
    </script>
</body>
</html>
)rawliteral";

    html.replace("%COUNTER%", String(useCounter));
    return html;
}

// --- Обробники веб-сервера ---
void handleRoot() {
    server.send(200, "text/html", getHTMLPage());
}

```

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

```

void handleReset() {
    useCounter = 0;
    server.sendHeader("Location", "/");
    server.send(303);
}

// --- Налаштування ESP ---
void setup() {
    Serial.begin(115200);
    pinMode(sensorPin, INPUT);
    pinMode(relayPin, OUTPUT);
    pinMode(ledPin, OUTPUT);
    digitalWrite(relayPin, LOW);
    digitalWrite(ledPin, LOW);

    WiFi.begin(ssid.c_str(), password.c_str());
    Serial.print("Підключення до WiFi");

    unsigned long wifiStartTime = millis();
    const unsigned long wifiTimeout = 10000;

    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
        delay(500);
        Serial.print(".");
        if (millis() - wifiStartTime > wifiTimeout) {
            Serial.println("\nНе вдалось підключитись.
Перезапуск...");
            delay(1000);
            ESP.restart();
        }
    }

    Serial.println("\nПідключено. IP: " +
WiFi.localIP().toString());

```

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

```

server.on("/", handleRoot);
server.on("/reset", HTTP_POST, handleReset);
server.begin();
}

// --- ОСНОВНИЙ ЦИКЛ ---
void loop() {
    server.handleClient();

    int sensorValue = digitalRead(sensorPin);
    unsigned long currentTime = millis();

    if (sensorValue == LOW && !pumpActive && (currentTime -
lastActivationTime > cooldownPeriod)) {
        pumpActive = true;
        digitalWrite(relayPin, HIGH);
        digitalWrite(ledPin, HIGH);
        Serial.println("Помпа увімкнена");
        delay(1000);
        digitalWrite(relayPin, LOW);
        digitalWrite(ledPin, LOW);
        Serial.println("Помпа вимкнена");

        useCounter++;
        lastActivationTime = currentTime;
        pumpActive = false;
    }
}
}

```

					КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Додаток В

Блок-схема програмного коду



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

Додаток Г
Демонстрація роботи пристрою



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

КР.КІ 25.009.07.000 ПЗ

Арк.

55