ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Макет «Розумний дім» із використанням контролера ESP32 та функцією дистанційного керування»

на здобуття освітнього ступеня бакалавра
зі спеціальності 123 Комп'ютерної інженерії
(код, найменування спеціальності)
освітньо-професійної програми Комп'ютерна інженерія
(назва)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

	Олена ВОЛОШУН
(підпис)	*Ім'я, ПРІЗВИЩЕ здобувача*

Виконав:	здобувач вищої освіти гр. КІД-41
	Олена ВОЛОШУН
	Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
Керівник:	Наталія ЛАЩЕВСЬКА
науковий ступінь, вчене звання	Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
Рецензент:	
науковий ступінь, вчене звання	Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Київ 2025

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут Інформаційних технологій

Кафедра 123 Комп'ютерної інженерії

Ступінь вищої освіти бакалавр

Спеціальність 123 Комп'ютерної інженерії

Освітньо-професійна програма Комп'ютерна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Комп'ютерної інженерії
_____ Наталія ЛАЩЕВСЬКА
_____
«_____» _____ 2025р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Волошун Олена Сергіївна
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Макет «Розумний дім» із використанням контролера ESP32 та функцією дистанційного керування
керівник кваліфікаційної роботи Наталія ЛАЩЕВСЬКА,
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій від «24» лютого 2025р. № 56
2. Строк подання кваліфікаційної роботи «3» червня 2024р.
3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: науково-технічна література; технічні характеристики мікроконтролера ESP32; технічні характеристики та вимоги до роботи додаткових модулів та сенсорів(Gas Sensor, Button module, RFID module, Passive buzzer module, motor, steam sensor, Temperature and humidity sensor, PIR motion sensor, Yellow LED module, servo, LCD module)
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
1. Поняття інтелектуальних систем керування. IoT-платформи та мікроконтролери
2. Інфраструктура системи «Розумний дім» на базі ESP32
3. Тестування та налагодження макету «Розумного дому»
5. Перелік ілюстративного матеріалу: *презентація*
6. Дата видачі завдання «24» лютого 2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Збір даних	25.02-24.03.2025	Виконано
2	Обробка матеріалу	23.03-05.04.2025	Виконано
3	Розробка теоретичної частини	06.04-10.04.2025	Виконано
4	Розробка моделі мережі	11.04-20.04.2025	Виконано
5	Висновки за результатами аналізу	21.04-06.05.2025	Виконано
6	Оформлення пояснювальної записки	07.05-08.05.2025	Виконано
7	Розробка презентації	09.05-11.05.2025	Виконано
8	Передзахист	14.05-17.05.2025	Виконано
9	Здача в деканат	27.05-03.06.2025	Виконано

Здобувач вищої освіти _____ Олена ВОЛОШУН
(підпис) *(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)*

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Наталія ЛАЩЕВСЬКА
(підпис) *(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)*

РЕФЕРАТ

Текстова частина кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня бакалавра: 40 стор., 23 рис., 0 табл., 30 джерел.

Мета роботи – Розробка макету «Розумний дім» із використанням контролера ESP32 та реалізацією функцією дистанційного керування

Об'єкт дослідження – Система «Розумний дім» створений на базі контролера ESP32

Предмет дослідження – Макет «Розумний дім» із використанням контролера ESP32

Короткий зміст роботи: У теперішньому світі технології розвиваються неймовірно стрімкими темпами, і прилади, які сьогодні стали звичними, ще декілька років тому здавалися фантастикою. Особливої уваги заслуговує концепція «Розумного дому» – інтелектуальної системи, котра інтегрує різноманітні сенсори й виконавчі пристрої задля автоматизації побутових процесів. Ці рішення створені з метою підвищення комфорту, безпеки та енергоефективності у щоденному житті людини.

У рамках проєкту було розроблено функціональний макет «Розумного дому», що демонструє можливості сучасних технологій у керуванні освітленням, температурою та іншими системами. Проєкт охоплює дослідження актуальності використання технологій, а також приклади впровадження в реальних умовах.

Результати роботи підтверджують, що системи «Розумного дому» не лише покращують якість життя, а й відкривають нові перспективи розвитку автоматизованих будівель у майбутньому.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: РОЗУМНИЙ ДІМ, ESP32, IOT, ДИСТАНЦІЙНЕ КЕРУВАННЯ, WI–FI, ДАТЧИКИ, МІКРОКОНТРОЛЕР, АВТОМАТИЗАЦІЯ, SMART HOME, СЕНСОРИ, ARDUINO IDE, МОДУЛЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП…… 6
1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОЗРОБКИ СТВОРЕННЯ СИСТЕМ «РОЗУМНИЙ ДІМ»……... 7
1.1 Основні поняття та функції систем «Розумний дім»…… 7
1.2 Концепція та технічні принципи бездротової передачі інформації…….. 9
1.3 Опис мікроконтролера ESP32…….. 11
2. РОЗРОБКА МАКЕТУ «РОЗУМНИЙ ДІМ» НА ОСНОВІ ESP32..…… 14
2.1 Список модулів та сенсорів периферії…… 14
2.2 Створення структурної та принципової схеми макету…….. 27
2.3 Організація бездротового керування через Wi–Fi……..... 28
3. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМИ…..……. 30
3.1 Розробка програмного забезпечення для ESP32 …… 30
3.2 Реалізація функцій дистанційного моніторингу і керування…… 35
3.3. Тестування, налагодження та оцінка ефективності роботи системи….. 36
ВИСНОВКИ…… 39
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……... 41
Додаток А. Програмний код…….. 44
Додаток Б. Приклад принципової схеми……... 51
Додаток В. Приклад структурної схеми макету……... 52
Додаток Г. Презентація……..…… 53

ВСТУП

З широким розповсюдженням інтернету, інтелектуальні пристрої стають все більш невід’ємною частиною нашого повсякденного життя. Наприклад, RFID–технологія дозволяє безперешкодно відчиняти двері та вікна, а сигналізатори виявлення газу на кухнях сповіщають мешканців про небезпечні умови. Датчики дощу можуть автоматично збирати білизну з вулиці, тоді як керування електроприладами, як–от лампи, вентилятори та кондиціонери, за допомогою мобільного телефону стало нормою. У цьому контексті я маю намір розробити передову систему "розумного будинку" з використанням контролера ESP32, ряду датчиків і модулів та підключенням до інтернету між пристроями. Ця система покращує доступність і відкриває нові можливості для моніторингу та автоматизації повсякденних процесів. Виникнення концепції "розумного будинку" було обумовлене необхідністю підвищення комфорту, енергоефективності та безпеки житла. Інтеграція різних технологій може революціонізувати наш спосіб життя та взаємодії з навколишнім середовищем.

Розроблений макет може бути використаний як основа для подальшого вдосконалення інтелектуальних систем керування в побуті, у комерційних чи промислових об'єктах, а також для навчальних і наукових цілей.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОЗРОБКИ СТВОРЕННЯ СИСТЕМ «РОЗУМНИЙ ДІМ»

1.1 Основні поняття та функції систем «Розумний дім»

Розумний дім (розумний будинок, smart home) – система об'єднаних пристроїв, здатних виконувати дії і вирішувати певні повсякденні завдання без участі людини[1].

Як правило, всі складові системи під'єднуються до локальної мережі або Інтернету та централізовано керуються через контролер, хаб або сервер. Управління системою реалізується різними способами: за допомогою пульта дистанційного керування, мобільного застосунку на смартфоні або планшеті, а також голосовими командами. Спільна робота всіх пристроїв у рамках єдиної системи дає змогу автоматично виконувати поставлені завдання, пристосовуватись до змін навколишнього середовища та значно покращувати рівень комфорту, енергоефективності й безпеки оселі.

Проєктування системи "розумного дому" можна робити як самостійно, так і за участі спеціалізованих компаній інженерів. При цьому важливо визначитися між дротовими та бездротовими рішеннями, виходячи з особливостей об'єкта, бюджету та вимог. Дротові системи зазвичай впроваджуються на етапі будівництва або капітального ремонту, оскільки потрібне прокладання кабельних комунікацій у стінах. Вони часто функціонують через центральний контролер (наприклад, на базі PLC), що забезпечує стабільне з'єднання та високу швидкість обміну даними. Водночас встановлення та налаштування таких систем потребують професійних навичок.

Бездротові системи, на противагу, не вимагають прокладання кабелів і можуть бути встановлені в уже підготовлених приміщеннях. Для зв'язку між приладами використовуються технології Wi–Fi, Zigbee, Z–Wave або Bluetooth.

Завдяки простоті монтажу, порівняно невисокій вартості та можливості самостійного налаштування бездротові рішення стають популярнішими серед широкого кола користувачів.

Окрім базового функціоналу, що дозволяє керувати освітленням, кліматом, безпекою, сучасні системи «розумного дому» можуть взаємодіяти з камерами спостереження, сигналізаціями, мультимедійними центрами, домашньою технікою, а також системами економії енергії. Завдяки цьому забезпечуються не лише зручність та безпека, але й ефективне споживання енергоресурсів, що сприяє зменшенню рахунків за електрику та опалення.

Розумні сценарії роботи систем можуть передбачати автоматичне підняття жалюзі з появою сонця, вимикання освітлення, якщо в приміщенні нікого немає, або ж підготовку житла до прибуття власників – з увімкненням опалення, світла та улюбленої музики. Такі функції стають можливими завдяки налаштуванню правил та тригерів у контролерах або хмарних сервісах.[5]

Інтеграція з голосовими помічниками, як–от Google Assistant, Alexa чи Siri, відкриває додаткові шляхи для комфортного керування без фізичного контакту з пристроями. А мобільні додатки надають змогу повноцінно контролювати систему віддалено, з будь–якої точки світу, де є доступ до мережі Інтернет.

Попри численні позитивні аспекти, впровадження системи «розумного дому» потребує врахування питань кібербезпеки. Захист особистої інформації, шифрування з'єднань та застосування надійних паролів – обов'язкові вимоги для безпечного функціонування системи.[6]

Отже, концепція «розумного дому» перетворює звичайне житло на середовище, що базується на передових технологіях, яке вміє адаптуватися до потреб мешканців, покращуючи їхній щоденний побут, роблячи його безпечнішим, зручнішим та економічно ефективнішим. У серці такої системи інтегруються електронні пристрої, сенсори, виконавчі механізми та програмне забезпечення, що функціонують в рамках спільної інфраструктури. І доступність даних технологій та відкритих ресурсів в інтернеті дозволяє спробувати складати системи «розумних домів» самостійно.

1.2 Концепція та технічні принципи бездротової передачі інформації

Бездротова передача інформації означає обмін відомостями між пристроями без застосування фізичних кабелів. Термін "безпровідний" описує передавання сигналів через середовище, де відсутнє пряме кабельне з’єднання. Діапазон безпровідних з’єднань може значно різнитися, від кількох метрів (наприклад, дистанційне управління телевізором) до тисяч чи навіть мільйонів кілометрів, як у супутниковому зв'язку.[7]

Важливо зауважити, що концепція "безпровідного середовища" не обов’язково передбачає цілковиту відсутність кабелів. Насправді, безпровідні компоненти часто працюють спільно з дротовими мережами, які забезпечують основний зв’язок або живлення.[8]

Безпровідні технології охоплюють низку способів передавання даних, враховуючи інфрачервоне випромінювання, радіохвилі (наприклад, DECT), мобільні мережі, такі як GSM, GPRS і CDMA, а також системи на основі оптичного або лазерного випромінювання.

Одним із найпоширеніших способів бездротового передавання даних є Wi–Fi (Wireless Fidelity). Ця торгова марка вже міцно увійшла у вжиток, ставши загальною назвою для стандарту IEEE 802.11. Пристрої, що пройшли відповідне тестування у Wi–Fi Alliance, отримують право використовувати відповідний логотип лише після успішного підтвердження їх відповідності вимогам стандарту. Найбільш використовуваною версією стандарту на сьогодні є протокол IEEE 802.11n, який відзначається високою швидкістю обміну даними та стабільністю з'єднання.

Загалом, бездротові технології – ключовий напрямок в інформаційних технологіях. Вони забезпечують передавання даних між двома або більшою кількістю пристроїв на різні відстані. Сучасні бездротові системи, використовуючи різні фізичні принципи, наприклад, радіохвилі, інфрачервоне чи лазерне випромінювання, мають дуже широке поле застосування. Знайомі споживачам

назви Wi–Fi, WiMAX, Bluetooth – це лише вершина айсберга технічних рішень. Кожне з цих рішень має свої особливості, обмеження та сильні сторони, що визначають їхню сферу використання.[8]

У рамках концепції «розумного будинку», бездротові рішення грають ключову роль, адже дають гнучкість, масштабованість та спрощують встановлення. Оскільки немає потреби у кабелях, користувачі можуть без проблем додавати чи переміщати пристрої, пристосовуючи систему до змінних потреб і конфігурації приміщень. Такі протоколи, як Zigbee, Z–Wave та Thread, спеціально створені для систем автоматизації житла. Вони характеризуються малим енергоспоживанням, стабільним сигналом і можливістю створення сітчастих (mesh) мереж, де пристрої взаємодіють між собою напряму, посилюючи сигнал та покращуючи загальну стабільність зв’язку.

Окремо варто згадати інновації на основі Wi–Fi 6 та Wi–Fi HaLow, які забезпечують більшу пропускну здатність, ефективне споживання енергії та кращу роботу у перевантажених мережах. У перспективі, широке впровадження 5G у поєднанні з IoT (інтернетом речей) значно розширить можливості автономного керування, дозволяючи системам розумного будинку отримувати дані з хмарних сервісів у реальному часі, адаптивно керувати кліматом, енергоспоживанням та безпекою. Отже, бездротові технології – не просто зручний інструмент, а основа, на якій будується інтелектуальна автоматизація житлових та комерційних об’єктів. Їх розвиток визначає майбутнє смарт–інфраструктури, орієнтованої на раціональне використання ресурсів, екологічність та підвищення комфорту користувачів.[8]

Wi–Fi (Wireless Fidelity) – одна з найбільш використовуваних бездротових технологій сьогодення. Завдяки універсальності, високій швидкості передачі даних та відносно великому радіусу дії, Wi–Fi став стандартом в домашніх, офісних та публічних мережах. У системах «розумного будинку» він застосовується для підключення різноманітних пристроїв – від камер відеоспостереження та розумних розеток до голосових асистентів і мультимедійних систем.[3]

Головна перевага Wi–Fi – можливість передавати великі обсяги інформації у режимі реального часу. Це важливо для пристроїв, які потребують потокового відео

чи аудіо, як–от IP–камери, відеодомофони або розумні телевізори. Wi–Fi також чудово підходить для інтеграції з хмарними сервісами, забезпечуючи віддалений доступ та керування з будь–якої точки світу через інтернет.

Варто відзначити, що сучасні версії стандарту Wi–Fi, наприклад IEEE 802.11ac (Wi–Fi 5) та IEEE 802.11ax (Wi–Fi 6), демонструють покращену продуктивність, менші затримки та вищу енергоефективність. Це дозволяє одночасно підключати велику кількість смарт–пристроїв без суттєвої втрати якості зв'язку. Зокрема, Wi–Fi 6 орієнтовано на роботу в умовах з високою щільністю підключень, що ідеально підходить для інтелектуальних будинків з великою кількістю датчиків та контролерів.

Проте, Wi–Fi має деякі обмеження, зокрема, відносно велике енергоспоживання порівняно з такими технологіями, як Zigbee чи Bluetooth Low Energy. Тому для живлення від батарей краще підходять альтернативні бездротові протоколи. У той же час, Wi–Fi залишається незамінним там, де потрібна висока швидкість і стабільний зв'язок. Завдяки постійному вдосконаленню стандартів, Wi–Fi залишається важливим елементом при побудові інфраструктури «розумного дому», забезпечуючи надійний зв'язок між пристроями, зручність у налаштуванні та широку підтримку в сучасних гаджетах.[3]

1.3 Опис мікроконтролера ESP32

ESP32 – це високопродуктивний, з низьким споживанням енергії мікроконтролер, що вироблений Espressif Systems. Він має широке застосування у проєктах Internet of Things (IoT), системах автоматизації, а також в розумних будинках. Пристрій оснащений вбудованими Wi–Fi та Bluetooth модулями, що дає можливість створювати бездротові мережі без додаткового обладнання.

Одним із найзручніших варіантів для розробників є ESP32 PLUS Development Board – універсальна плата розробки, побудована на модулі ESP32–WROOM–32,

плата зображена на Рисунку 1.1. Вона повністю сумісна з платформою Arduino, що значно полегшує процес створення прототипів і відкриває доступ до великої кількості готових бібліотек та прикладів.

Плата має вбудований датчик Холла, який дозволяє виявляти магнітні поля без необхідності додаткових підключень. Для підключення зовнішніх пристроїв доступні високошвидкісні інтерфейси SDIO/SPI, UART, I2S, а також I2C, що забезпечує різноманітні можливості для комунікації з іншими модулями та сенсорами. ESP32 PLUS Development Board функціонує під управлінням операційної системи реального часу freeRTOS, що гарантує ефективне багатозадачне виконання програм. Це робить плату ідеальною для створення складних систем, де необхідно одночасно управляти кількома процесами в режимі реального часу. Компактні розміри, низьке енергоспоживання та висока обчислювальна потужність дозволяють використовувати ESP32 в безлічі додатків, таких як системи розумного дому, сенсорні мережі, портативна електроніка та промислові рішення.

Ще однією перевагою чіпу ESP32 є його двоядерний процесор Tensilica Xtensa LX6, що здатен працювати на частотах до 240 МГц. Завдяки цій потужності ESP32 без проблем обробляє складні обчислення, наприклад, під час обробки сигналів, аналізу даних з сенсорів або керування мультимедійним обладнанням. Важливо зазначити, що цей мікроконтролер забезпечує оптимальний баланс між продуктивністю та споживанням енергії, що надзвичайно важливо для систем, які працюють автономно на батареях. Для роботи з аналоговими сигналами, ESP32 обладнаний 12–бітними аналого–цифровими перетворювачами (АЦП), а також цифро–аналоговим перетворювачем (ЦАП).

Окремо варто згадати про гнучкість програмування ESP32. Окрім Arduino IDE, плата також сумісна з такими середовищами розробки, як PlatformIO, ESP–IDF (офіційна IDE від Espressif) та MicroPython. Це відкриває перед розробниками широкі можливості, дозволяючи реалізовувати проекти будь–якого рівня складності: від простих експериментів до розробки професійних IoT–рішень.

В контексті систем "розумного дому", ESP32 може виступати в ролі

центрального контролера, який об'єднує різні датчики (температури, вологості, диму, руху, освітлення) та управляє різними пристроями (реле, вентилятори, світлодіодні стрічки, дисплеї). Його функціональність дозволяє будувати як автономні вузли, так і повноцінні розподілені мережі з централізованим або хмарним керуванням.

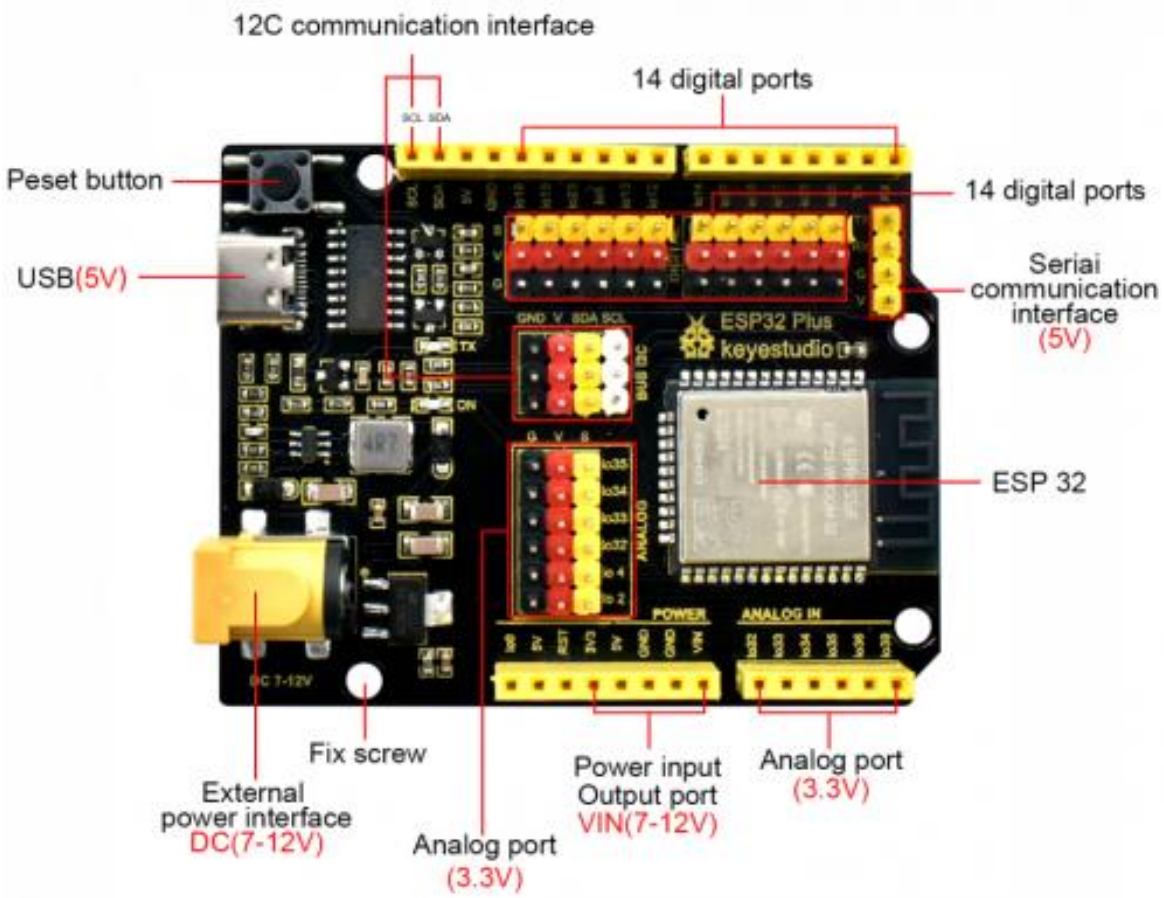


Рисунок 1.1 – Плата керування ESP32 PLUS Development Board

Технічні характеристики ESP32 PLUS Development Board:

– Напруга: 3,3В–5В;
– Вихідний струм: 1,2А (максимальний);
– Максимальна вихідна потужність: 10 Вт;
– Робоча температура: від –10°С до +50°С;
– Розміри: 69 × 54 × 14,5 мм;
– Вага: 25,5 г;
– Екологічні характеристики: відповідає стандарту ROHS.

2 РОЗРОБКА МАКЕТУ «РОЗУМНИЙ ДІМ» НА ОСНОВІ ESP32

2.1 Список модулів та сенсорів периферії

Для втілення повноцінної системи розумного дому, що базується на ESP32, необхідне залучення різних периферійних модулів та датчиків. Кожен з них виконує певну задачу – від збору інформації про навколишнє середовище до контролю над пристроями. Завдяки численним доступним інтерфейсам на ESP32, включаючи GPIO, I2C, SPI, UART, плата забезпечує підтримку підключення різноманітних зовнішніх компонентів.

В даному розділі представлено перелік ключових сенсорів та модулів, що використовуються в рамках проекту. Для кожного з них наводяться ключові технічні специфікації. У проекті використовувались наступні модулі та сенсори:

Перший модуль що буде розглядатись це модуль 6812 RGB що зображений на Рисунку 2.1. Модуль 6812 RGB створений для генерування насичених, рухомих світлових ефектів у різноманітних електронних розробках. Головне його призначення - декоративне підсвічування, відображення станів, зорові сигнали або світлодіодна анімація. Через те, що кожний світлодіод може змінювати колір і яскравість незалежно, модуль часто застосовується в проєктах "розумного будинку", робототехніці, інтерактивних дисплеях, дизайнерських пристроях, а також у рекламних конструкціях чи світлодіодних екранах. Основна його особливість - адресованість, тобто можливість управління кожним світлодіодом окремо, навіть при з'єднанні кількох модулів у ланцюжок. Це дає змогу створювати різні ефекти: від плавного перетікання кольорів до складних, послідовних анімацій, таких як "біжуче світло", пульсації або світлові хвилі. Користувач має можливість встановлювати будь-який колір та рівень яскравості кожного світлодіода, що розширює горизонти для креативного дизайну або функціонального відображення інформації.



Рисунок 2.1 – Модуль 6812 RGB

Технічні характеристики модуля 6812 RGB що зображений на Рисунку 2.1:

– Напруга живлення: 3,3В–5В;

– Інтерфейс керування: цифровий, одна лінія даних;

– Тип світлодіода: інтегрований інтелектуальний RGB–світлодіод (WS6812);

– Кількість світлодіодів: 1 шт.;

– Кут випромінювання: 120°;

– Колір підсвічування: повнокольоровий (RGB);

– Яскравість: висока, індивідуальне регулювання кожного каналу кольору;

– Рівень вологозахисту: без захисту (підходить для використання в сухих умовах);

– Швидкість передавання даних: до 800 кбіт/с;

– Робоча температура: від –25°C до +80°C;

– Розміри плати: близько 20 мм × 20 мм;

– Особливості: можливість послідовного з'єднання декількох модулів для створення світлових ефектів.

Другий сенсор що використовувая був Сенсор MQ–2 Gas який зображений на рисунку 2.2. Датчик газу MQ-2 розроблений для розпізнавання різноманітних газів, зокрема диму, окису вуглецю, метану та інших вибухонебезпечних або

отруйних газів. Цей датчик є важливим елементом для розробки систем безпеки та моніторингу у випадках, де існує загроза забруднення повітря шкідливими газами. Його активно застосовують у системах пожежної охорони, контролі якості повітря у приміщеннях, а також у «розумних будинках», де автоматично активуються вентиляційні системи або інші прилади для забезпечення безпеки. Основна перевага MQ-2 полягає в його здатності оперативно реагувати на зміни концентрації газів, що робить його незамінним для виявлення потенційно небезпечних ситуацій у режимі реального часу. Завдяки високій чутливості та сумісності з різними мікроконтролерами, датчик може використовуватися для автоматизації різних процесів, наприклад, активації сигналізації, запуску вентиляції або зупинки обладнання, яке працює в небезпечних умовах.



Рисунок 2.2 – Сенсор MQ–2 Gas

Технічні характеристики сенсора MQ–2 Gas що зображений на Рисунку 2.2:

– напруга нагріву (VH): AC або DC 5±0.5V;

– робоча напруга: 5В;

– опір навантаження (RL): 2 кОм;

– опір очищувального повітря (Ra): ≤4000 кОм;

– чутливість (S=Ra/Rdg): ≥4 (в 1000ppmC4H10);

– час відгуку (tres): ≤ 10S;

– час відновлення (TREC): ≤ 30 с;

– діапазон виявлення: 50–10000ppm.

Третій сенсор це Button та у проекті їх використовувалось два, та зображений він на рисунку 2.3. Кнопковий сенсор - це невибагливий, але вкрай корисний компонент в електроніці, який застосовується для фіксації фактів натискання кнопки. Його головна мета - створити спосіб комунікації між людиною та електронним пристроєм, дозволяючи запускати або вимикати певні операції системи простим натисканням на кнопку. Сенсор Button знаходить застосування у широкому спектрі проектів, серед яких регулювання освітлення, керування різноманітними приладами, введення команд для систем управління, формування інтерфейсів для «розумного будинку», а також для відстеження подій в пристроях, де потрібно просто отримати сигнал від користувача. Він без зусиль інтегрується з мікроконтролерами і може запускати певні дії, скажімо, увімкнення вентилятора, старт таймера чи регулювання звукових сигналів.



Рисунок 2.3 – Сенсор Button

Технічні характеристики сенсора Button що зображений на Рисунку 2.3:

– інтерфейс: цифровий;

– напруга живлення: від 3,3 до 5 В;

– простота підключення та експлуатації;

– велика кнопкова клавіатура та якісний ковпачок;

– стандартна складальна конструкція.

Наступний модуль це Модуль Passive Buzzer що зображений на рисунку 2.4. Модуль Passive Buzzer – це прилад для генерації звуків, що застосовується в електроніці для звукових сповіщень або тривожних сигналів. На відміну від активного дзвоника, пасивний бузер не продукує звуки сам по собі, а відтворює їх лише тоді, коли на нього подано відповідний сигнал від мікроконтролера. Цей модуль часто використовується для сповіщень, сигналізації про помилки чи події в таких системах, як охоронні комплекси, "розумні будинки", пристрої для навчання або розваг. Завдяки простоті конструкції та можливості змінювати звукові сигнали через різні частоти, пасивний бузер може відтворювати як короткі, так і тривалі звуки, що дозволяє формувати різноманітні аудіо сигнали. Це зручно для створення звукових інтерфейсів у пристроях, де потрібна індикація стану, скажімо, для позначення помилок, підтвердження дій користувача чи сповіщення про завершення операції. Модуль легко інтегрується у різні електронні схеми та піддається програмуванню для виконання конкретних звукових команд.

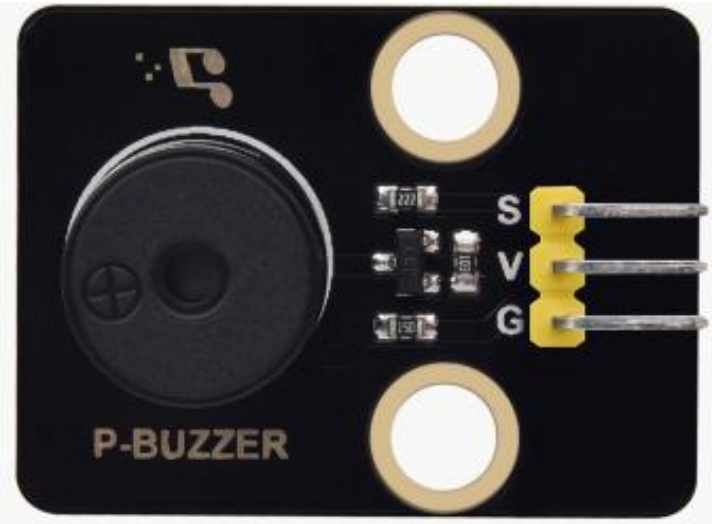


Рисунок 2.4 – Модуль Passive Buzzer

Технічні характеристики модуля Passive Buzzer що показаний на Рисунку 2.4:

– Тип: пасивний зумер;

– Напруга живлення: 3,3В–5В;

– Струм споживання: ≤ 30 мА;

– Частота роботи: настроювана (залежить від частоти сигналу керування);

– Інтерфейс: цифровий (керування через подачу PWM–сигналу);

– Гучність: до 85 дБ на відстані 10 см (при 5В і 2,7 кГц);

– Матеріал корпусу: пластик;

– Робоча температура: від –20°C до +70°C;

– Розміри: приблизно 12 мм (діаметр) × 9,5 мм (висота);

– Особливості: можливість відтворення мелодій шляхом зміни частоти PWM–сигналу.

Також у проекті використовується мотор з додатковою пластиковою імітацією вентилятора що зображено на рисунку 2.5.

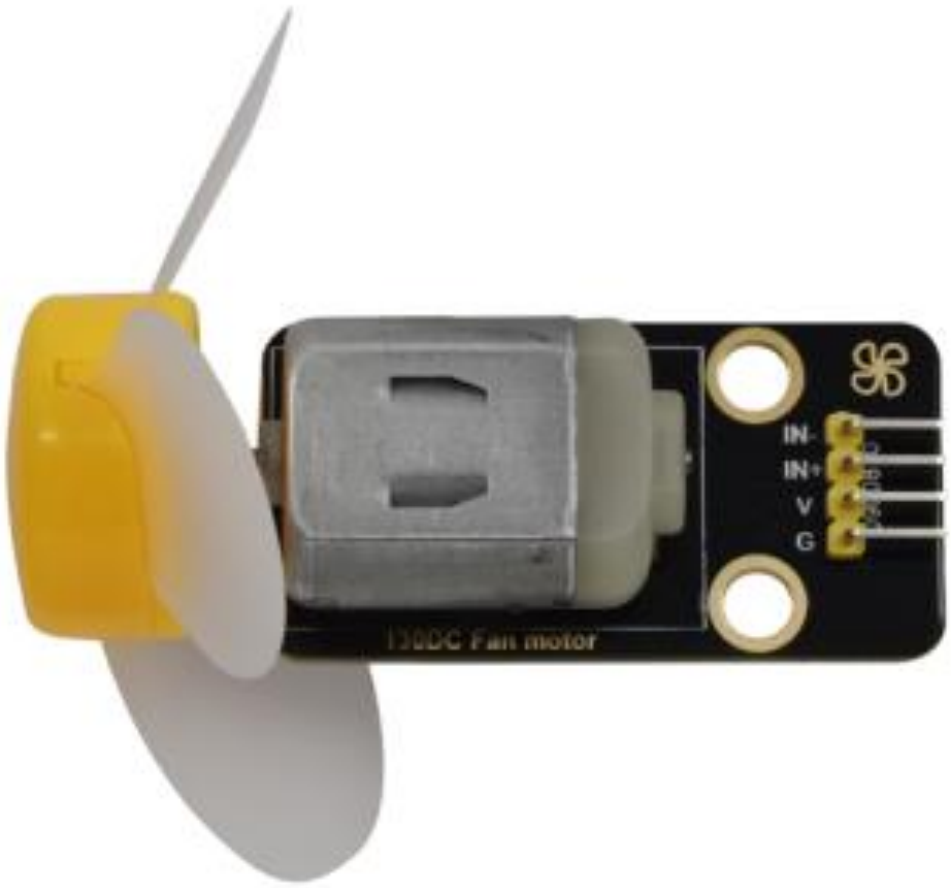


Рисунок 2.5 – 130 Мотор

Технічні характеристики 130 мотора що зображений на Рисунку 2.5:

- Тип двигуна: постійного струму (DC motor);
- Робоча напруга: 3В–6В;
- Номінальна напруга: 3В;
- Струм споживання: 100–250 мА (без навантаження при 3В);
- Швидкість обертання:
  - приблизно 6000 об/хв при 3В;
  - до 12000 об/хв при 6В.
- Крутний момент: близько 10–20 г·см (залежить від напруги);
- Споживана потужність: 0,5–1,5 Вт;
- Робоча температура: від –10°C до +60°C;
- Розміри корпусу: приблизно 25 мм × 20 мм × 15 мм;
- Діаметр вала: 2 мм;
- Довжина вала: близько 8–10 мм;
- Вага: близько 15 г;
- Матеріал корпусу: метал і пластик;

Наступний сенсор це Steam сенсор що зображений на рисунку 2.6. Сенсор Steam розроблено для розпізнавання присутності пари або вологості в повітряному просторі. Основна мета його функціонування – відстеження величини вологості чи пари в різноманітних умовах, де зміни цих показників мають значення для безпеки або належної роботи системи. Наприклад, цей датчик може бути впроваджено в опалювальні, вентиляційні та кліматичні системи (HVAC), для виявлення наявності пари в приміщеннях, таких як кухні або пральні, а також у промислових цілях, де важливо контролювати рівень вологості з метою уникнення корозійних процесів або забезпечення стабільної роботи устаткування.

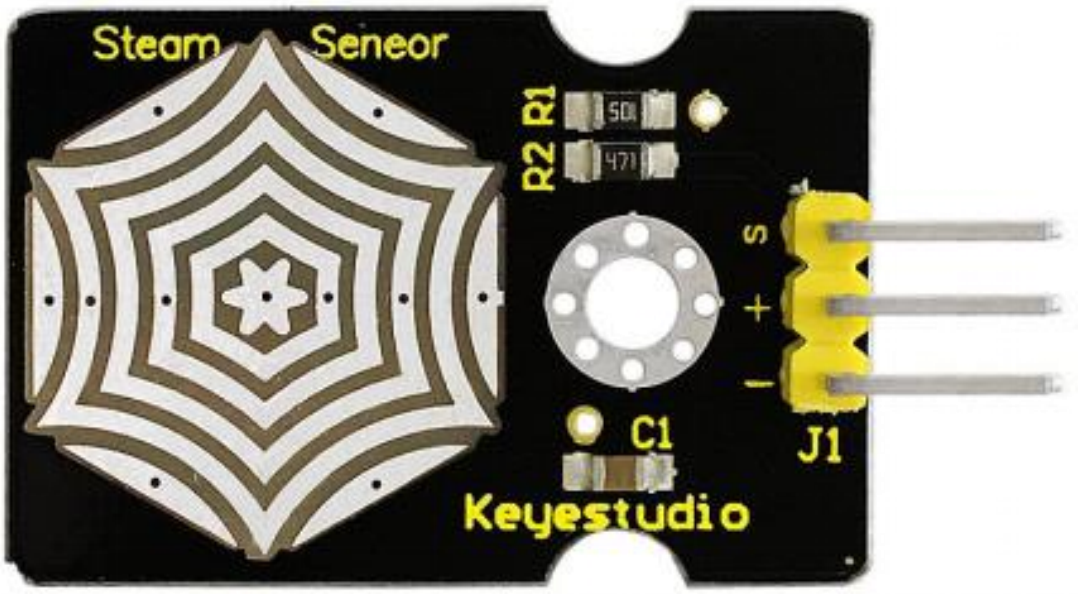


Рисунок 2.6 – Сенсор Steam

Технічні характеристики сенсора Steam що зображений на Рисунку 2.6:

– робоча напруга: 3,3 В або 5 В;

– робочий струм: <20 мА;

– діапазон робочих температур: –10 ℃ ~ + 70 ℃;

– тип інтерфейсу: вихід аналогового сигналу;

– визначення PIN–коду;

– S: вихідний сигнал;

– + : джерело живлення (VCC);

– – : земля (GND).

Наступний сенсор XHT11 Temperature and Humidity зображений на рисунку 2.7 та він призначений для вимірювання показників температури та рівня вологості у довкіллі. Його практичність особливо важлива в проєктах, де потрібно відстежувати екологічні чинники, зокрема вологість та температуру повітря. Завдяки цьому є можливість автоматизувати процеси та підтримувати оптимальні умови для широкого спектра застосувань, включно з системами вентиляції, клімат-контролю, захисту від вологи чи зберігання чутливих до середовища матеріалів. Датчик XHT11 можна інтегрувати в "розумні будинки" для автоматичного контролю кліматичних параметрів, наприклад, вмикаючи

кондиціонер або обігрівач при зміні температури, або запускаючи вентиляцію при підвищенні вологості.

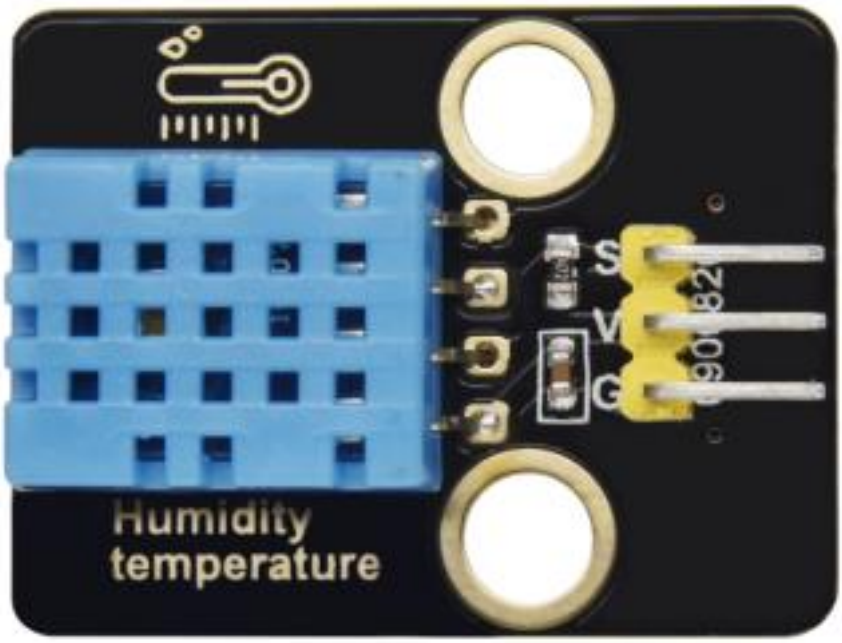


Рисунок 2.7 – Сенсор XHT11 Temperature and Humidity

Технічні характеристики сенсора XHT11 Temperature and Humidity що зображений на Рисунку 2.7:

- Тип датчика: цифровий датчик температури та вологості;
- Діапазон вимірювання температури: від 0°C до +50°C;
- Точність вимірювання температури: ±2°C;
- Діапазон вимірювання вологості: 20%RH – 90%RH;
- Точність вимірювання вологості: ±5%RH;
- Робоча напруга: 3.3В – 5.5В;
- Струм споживання: ≤2.5 мА (під час вимірювання);
- Інтерфейс зв'язку: цифровий однопровідний (single–wire);
- Частота оновлення даних: 1 раз на 2 секунди;
- Робоча температура: від 0°C до +50°C;
- Робоча вологість: до 95%RH (без конденсації);
- Розміри модуля: близько 23 мм × 12 мм × 5 мм;
- Вага: близько 2 г.

Також у проекті використовувався Сенсор PIR Motion що показаний на рисунку 2.8. Сенсор PIR Motion (піромеханічний датчик руху) використовується для виявлення руху в заданій зоні, за допомогою виявлення інфрачервоного випромінювання, яке виділяють теплокровні об'єкти, наприклад, люди або тварини. Його основне застосування — це забезпечення безпеки та автоматизації у різних проєктах. Наприклад, він часто використовується в системах сигналізації для виявлення вторгнень, у системах "розумного дому" для автоматичного вмикання освітлення чи інших пристроїв, коли користувач входить у кімнату або проходить через певну зону. Сенсор PIR Motion може бути інтегрований в різноманітні автоматизовані системи, де є потреба у виявленні руху. Він дозволяє автоматично включати освітлення в коридорах, активацію охоронних систем або запуск різноманітних пристроїв, що знижує споживання енергії, оскільки пристрої працюють лише при виявленні руху. Це також дуже корисно в системах автоматичного відкриття дверей, розумних замках або для активування інших функцій, таких як кондиціонування чи вентиляція, коли людина входить в кімнату.

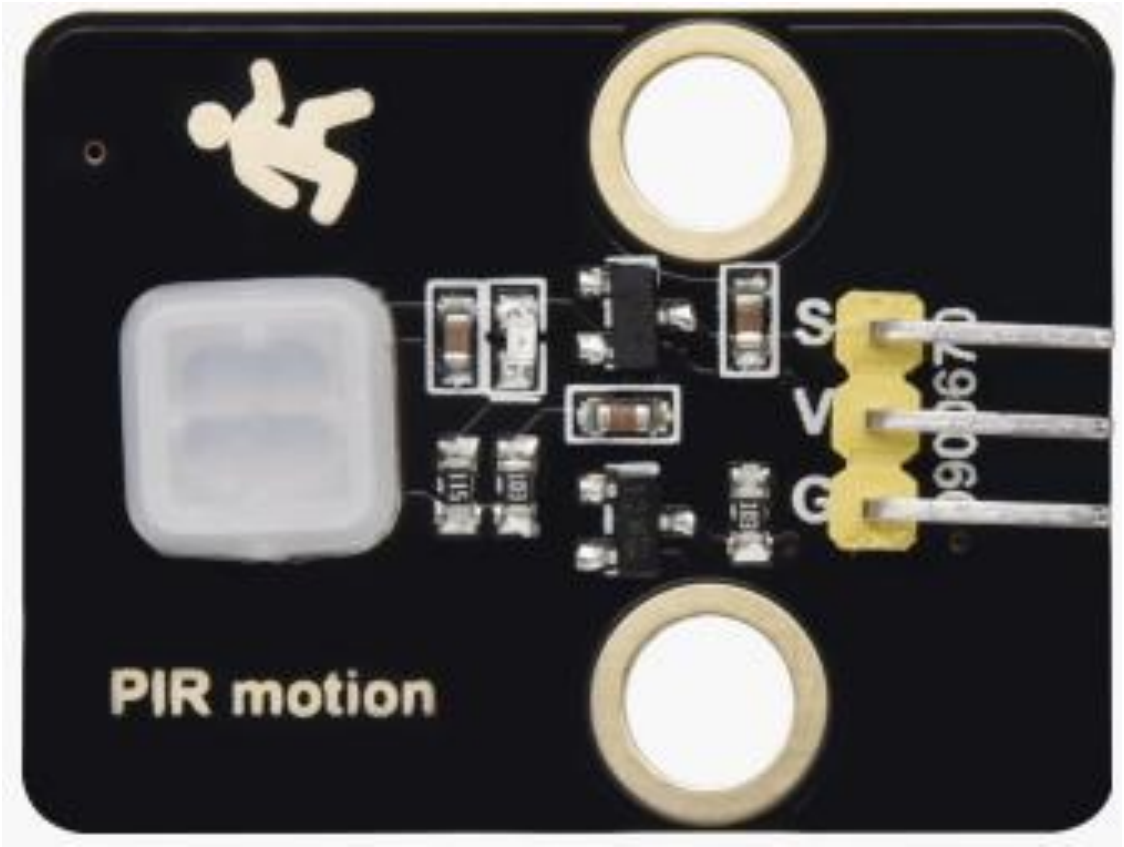


Рисунок 2.8 – Сенсор PIR Motion

Технічні характеристики Сенсора PIR Motion що зображений на Рисунку 2.8:

– Тип датчика: пасивний інфрачервоний (PIR) датчик руху;
– Напруга живлення: 4.5В – 20В постійного струму (рекомендовано 5В);
– Струм споживання: ≤65 мкА (в режимі очікування);
– Дальність виявлення: до 6–7 метрів;
– Кут огляду: близько 120°;
– Частота ІЧ–випромінювання: 10 мкм;
– Робоча температура: від –15℃ до +70℃;
– Час запуску (ініціалізації): близько 1 хвилини після подачі живлення;
– Регулювання часу утримання сигналу: 5–300 секунд (залежно від моделі);
– Інтерфейс виходу: цифровий (Високий/Низький рівень сигналу);
– Розміри модуля: приблизно 32 мм × 24 мм × 18 мм;
– Вага: близько 10 г .

Наступним іде Модуль Yellow LED що показаний на рисунку 2.9. Модуль жовтого світлодіода широко застосовується в електроніці для освітлення та індикації. Найчастіше його використовують у сигнальних пристроях та декоративному підсвічуванні, щоб виділити конкретні обставини або привернути увагу. Жовтий світлодіод може слугувати сигналом застереження або компонентом різнобарвних систем, де колірна гамма вказує на різні умови чи стани. Наприклад, в проєктах "розумного дому" жовте світло може сповіщати про функціонування вентиляції, активацію режиму економії енергії, інформувати в системах безпеки про помилки чи несанкціоноване проникнення, а також підсвічувати кнопки чи інтерфейси. Через свою простоту він без зусиль інтегрується в проєкти, надаючи яскраве, але помірне освітлення для позначення ключових подій або станів.



Рисунок 2.9 – Модуль Yellow LED

Технічні характеристики модуля Yellow LED що зображений на Рисунку 2.9:

– інтерфейс управління: цифровий;

– робоча напруга: DC 3.3–5V;

– крок шпильки: 2,54 мм;

– колір світлодіода: білий.

Для відображення повідомлень був використаний Модуль LCD1602 Display що показаний на рисунку 2.10. Модуль LCD1602 Display використовується для виведення текстової інформації на екран в різноманітних електронних проєктах. Це дозволяє створювати прості інтерфейси для відображення даних, таких як показники температури, вологості, часу, стану системи або інших змінних, що можуть бути важливими для користувача. Цей модуль часто використовується в проєктах, де потрібно відображати різноманітну інформацію в реальному часі, наприклад, у системах "розумного дому", метеостанціях, приладах для

моніторингу або в навчальних проектах. LCD1602 дозволяє зручно виводити короткі повідомлення, що робить його дуже корисним для створення дисплеїв, панелей керування або інформаційних терміналів. Завдяки простому підключенню та використанню з популярними мікроконтролерами, такими як Arduino або ESP32, цей дисплей може стати основним елементом для інтерфейсів, де потрібна зручність і доступність текстової інформації.



Рисунок 2.10 – Модуль LCD1602 Display

Технічні характеристики Модуля LCD1602 Display що зображений на Рисунку 2.10:

– адреса I2C: 0x27;

– підсвічування (блакитна, біла);

– напруга живлення: 5В;

– регульована контрастність;

– GND: контакт, який підключається до землі;

– VCC: контакт, який підключається до джерела живлення +5 В;

– SDA: контакт, який підключається до аналогового порту A4 для зв’язку IIC;

– SCL: контакт, який підключається до аналогового порту A5 для зв’язку IIC.

2.2 Створення структурної та принципової схеми макету

Принципові схеми є фундаментом технічної документації, бо вони з усією ретельністю зображують електричні ланцюги, даючи змогу збагнути функціонування всієї системи. Ці схеми візуалізують кожний електричний елемент, його з'єднання з іншими складовими та принципи його роботи у різних режимах. Це конче необхідно для комплексних систем, де компоненти тісно взаємодіють, виконуючи власні, специфічні функції.

Принципові схеми є ключем до тестування та діагностики. У випадку збоїв або помилок у системі, використання принципових схем дозволяє точно встановити місце несправності. Вони є незамінними при аналізі причин поломок, оскільки допомагають виявити можливі пошкодження з'єднань, причини виходу з ладу елементів чи інші проблеми, які впливають на роботу системи.

Структурна схема системи відображає головні функціональні блоки та їх взаємодію, що є важливим аспектом проектної документації. Вона пояснює функціонування системи на архітектурному рівні. Залежно від складності системи, ця схема може включати блоки живлення, сенсори, виконавчі пристрої, контрольні елементи та їх взаємодію. Структурні схеми демонструють не тільки розташування цих елементів, але й їх функціональні зв'язки та взаємодію, забезпечуючи надійну та ефективну роботу системи.

Обидві схеми – принципова та структурна – відіграють ключову роль не тільки на етапі первинного проєктування, але й протягом усього життєвого циклу виробу. Вони стають незамінними при вдосконаленні чи модифікації системи, а також під час розробки нових функцій, оскільки дають чітке уявлення про архітектуру та взаємозв’язки компонентів. При ремонті чи оновленні пристрою ці схеми дозволяють оперативно вносити зміни чи усувати несправності, не витрачаючи час на вивчення всієї конструкції.

У цьому дипломному проєкті розробка принципової та структурної схем була критичним етапом. Вони стали основою для подальшого процесу проєктування та

налаштування системи. Детальний опис кожного елемента та його функціональних зв'язків спрощує процес розробки, запобігає помилкам при складанні та гарантує стабільність роботи системи в майбутньому. Розміщення принципової та структурної схем у додатках Б і В забезпечує зручний доступ до цих важливих документів для подальшого використання в роботі, обслуговуванні чи ремонті пристрою.

2.3 Організація бездротового керування через Wi–Fi

Для втілення дистанційного управління у макеті «Розумний дім» застосовується мікроконтролер Keyestudio ESP32 Plus, що має вбудований Wi–Fi–модуль відповідно до стандарту IEEE 802.11 b/g/n. Це дає змогу реалізувати бездротове з'єднання з локальною мережею через домашній роутер. ESP32 працює в режимі станції (STA), тобто приєднується до вже наявної точки доступу. Для цього у прошивці вказуються назва мережі (SSID) та пароль. Після успішного підключення роутер присвоює контролеру IP–адресу, за якою згодом відбувається обмін даними.

Щодо апаратної частини, важливим є забезпечення стабільного живлення мікроконтролера, оскільки під час передавання даних по Wi–Fi споживання струму збільшується до 250 мА. Для цього використовується стабілізоване джерело живлення 5В або 3.3В, а також фільтрувальні конденсатори для зменшення імпульсних перешкод. Додатково, ESP32 необхідно розташовувати в зоні стійкого сигналу Wi–Fi, як правило, на відстані до 10–15 метрів від роутера, уникаючи місць з екрануванням або джерелами електромагнітних завад.

У мережі роутер виступає ретранслятором, забезпечуючи доступ ESP32 до глобального Інтернету. У випадку потреби віддаленого з’єднання (наприклад, з мобільного пристрою поза домом) може бути використано перенаправлення портів

(Port Forwarding) або систему управління через хмарні сервіси, такі як Blynk чи Firebase.

Завдяки надійній реалізації апаратного забезпечення Wi–Fi–з'єднання, мікроконтролер ESP32 здатний підтримувати сталий зв'язок із мережею та безперебійно відповідати на команди користувача, забезпечуючи ефективне дистанційне керування всіма компонентами макету розумного дому.

3 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМИ

3.1 Розробка програмного забезпечення для ESP32

Для програмування головного контролера обрано Arduino IDE. Це популярне програмне забезпечення, що надає комфортний інтерфейс для створення, компіляції та завантаження коду на мікроконтролери типу Arduino, ESP32 та інші сумісні плати. Програми пишуться на мовах C і C++, що дає можливість створювати ефективні та адаптовані рішення для вбудованих систем. IDE означає інтегроване середовище розробки, яке об'єднує редактор коду, компілятор, засоби налагодження та завантажувач в одному вікні, відчутно полегшуючи працю розробника. Це особливо важливо при роботі з мікроконтролерами, де зручність і швидкість взаємодії з пристроєм є вирішальними факторами.

Arduino IDE сприяє не лише створенню скетчів (.ino файлів), але й підсвічує синтаксис, вказує на помилки компіляції, пропонує автодоповнення та забезпечує швидкий доступ до інформації про функції. Це зменшує ймовірність помилок під час розробки, особливо для новачків. До того ж, середовище підтримує широкий перелік плат і процесорів, таких як ESP32, що було використано у цьому проєкті. Перевагою Arduino IDE є активне співтовариство користувачів, яке розробляє численні бібліотеки для різних сенсорів і модулів. Це дає змогу швидко інтегрувати нові компоненти до проєкту без потреби писати низькорівневий код для кожного з них.

Середовище є безкоштовним і має відкритий вихідний код, що робить його доступним для усіх бажаючих. Завантажити програму можна з офіційного сайту Arduino, де розміщено документацію, приклади, інструкції з установки та підтримка користувачів. Інтерфейс програми продемонстровано на рисунку 3.1, де показано основні функціональні елементи, зокрема поле редагування коду, консоль компіляції та кнопки завантаження коду на плату. Завдяки своїй простоті та

багатофункціональності, Arduino IDE стала одним із найпопулярніших інструментів в галузі аматорської та професійної електроніки для розробки вбудованих систем, на кшталт системи розумного будинку, втіленої в цьому проєкті.

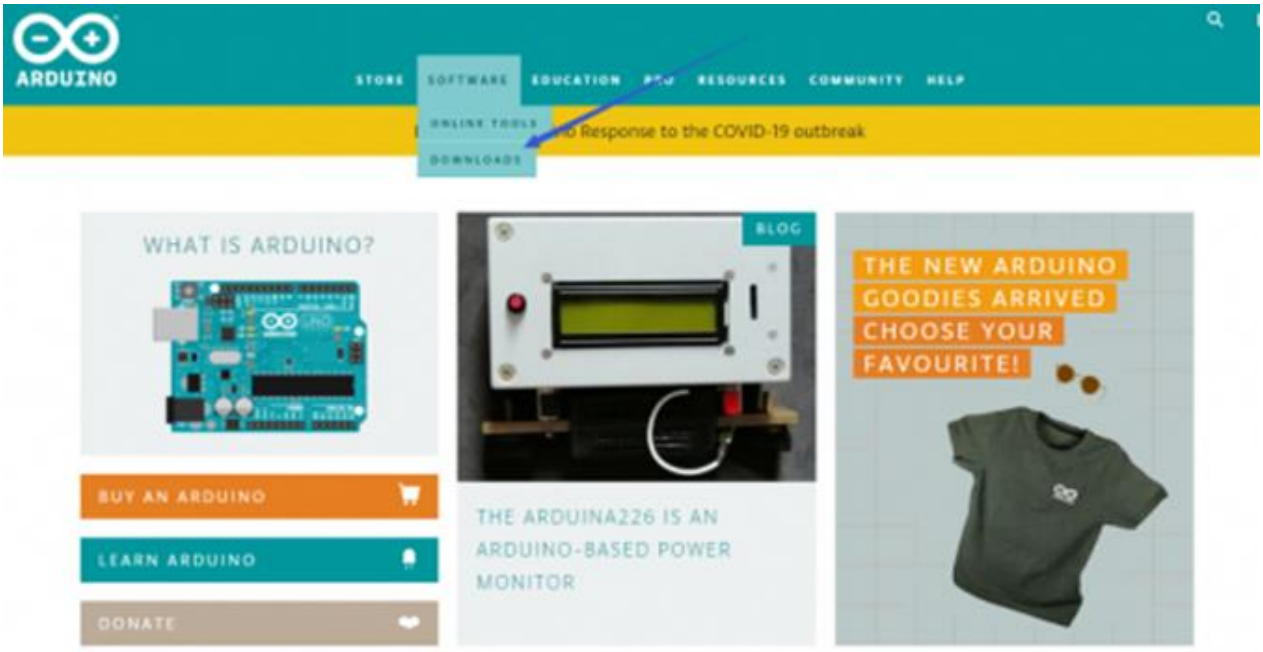


Рисунок 3.1 – Зображення розділу для завантаження Arduino IDE

Arduino IDE, як програмний комплекс, коректно функціонує на численних основних операційних системах, включаючи Windows, macOS та різноманітні дистрибутиви Linux (Рисунок 3.2). Така кросплатформена сумісність робить його універсальним рішенням для користувачів з різним досвідом, від початківців до досвідчених розробників. Ця характеристика дозволяє гнучко визначати середовище розробки, підтримуючи роботу з Arduino майже на будь-якому комп'ютері.

Для реалізації поточного проекту було прийнято рішення використовувати версію Arduino IDE для операційної системи Windows. Вибір цієї платформи був зумовлений її розповсюдженістю та зручністю в умовах як освітнього, так і домашнього використання. Окрім того, версія для Windows відрізняється простотою інсталяції, підтримкою великої кількості драйверів та сумісністю з

різноманітними пристроями, а також містить усі потрібні бібліотеки, плагіни та розширення для ефективної роботи з ESP32 та іншими мікроконтролерами.

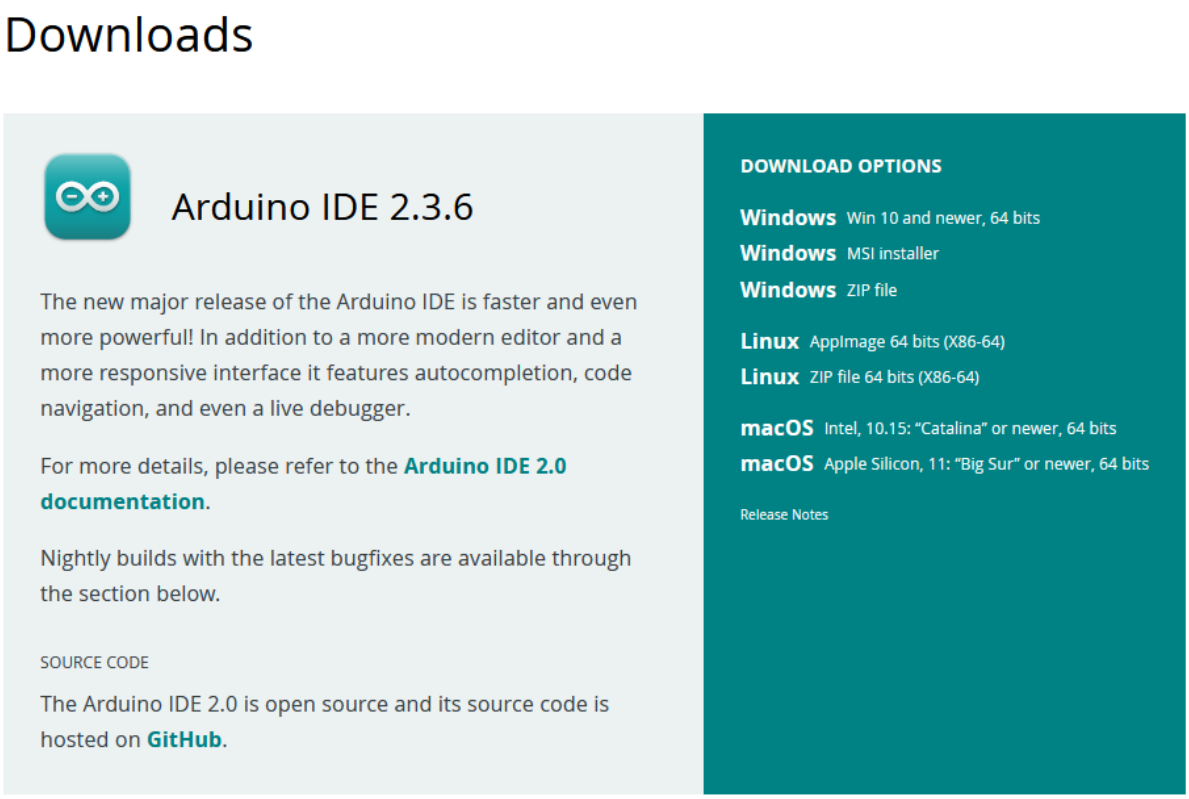


Рисунок 3.2 – Зображення різних версій для завантаження

Для налаштування Arduino IDE під певну модель, спершу з'ясуйте, котрий номер COM–порту призначив комп'ютер вашій платі. Задля цього зайдіть у «Диспетчер пристроїв» Windows та розгорніть розділ «Порти (COM та LPT)». Після перевірки необхідно зайти до програми Arduino IDE та у меню «Інструменти» >> «Порт» як показано на рисунку 3.3. Там потрібно обрати той COM порт, котрий в нас встановив комп’ютер.

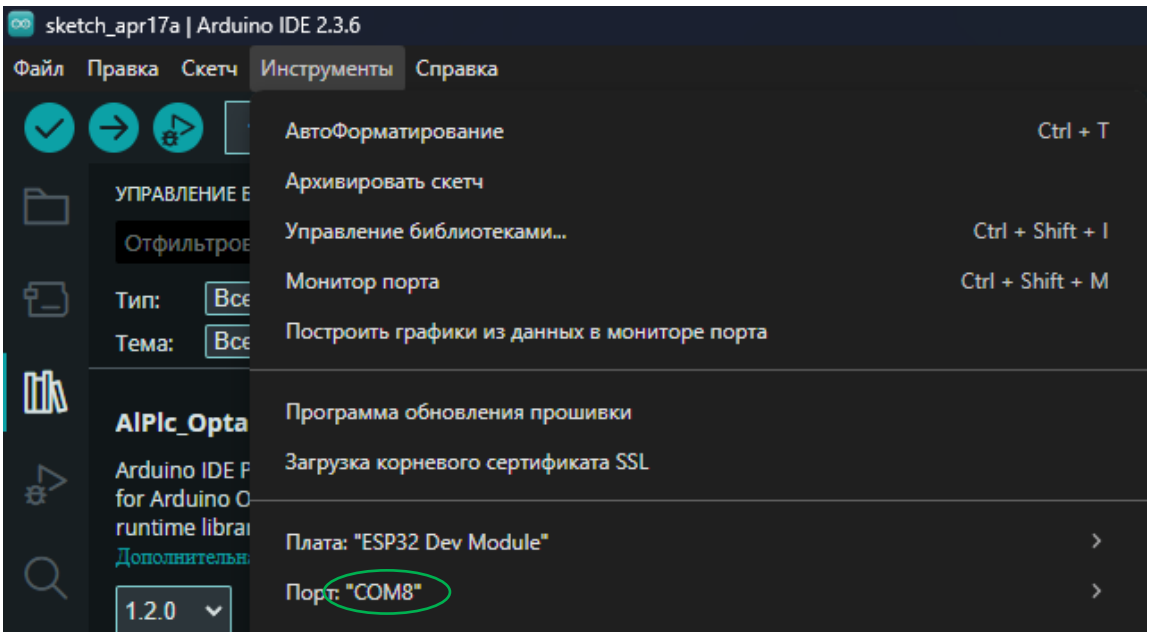


Рисунок 3.3 – Встановлення порту

Ми обираємо плату ESP32 Dev Module як зображено на Рисунку 3.4. Модуль розробки ESP32 в Arduino IDE - це зручна та потужна платформа для втілення електронних задумів, що поєднує простоту програмування Arduino з широким функціоналом мікроконтролера ESP32. Завдяки інтеграції цього модуля в Arduino IDE, користувачі мають змогу легко створювати скетчі, завантажувати їх на плату через USB та управляти різноманітними датчиками, виконавчими пристроями чи комунікаційними модулями. ESP32 пропонує вбудовану підтримку Wi-Fi та Bluetooth, відкриваючи двері до проєктів з бездротовим зв'язком, таких як створення вебінтерфейсів, відправка даних на віддалені сервери або взаємодія з іншими пристроями через Bluetooth. У середовищі Arduino IDE розробники можуть використовувати готові бібліотеки для широкого спектра датчиків, дисплеїв та комунікаційних модулів, що суттєво полегшує реалізацію складних функцій. Крім того, є можливість програмувати багатозадачність, працювати з файлами у внутрішній пам'яті, зберігати налаштування, обробляти переривання та інше. Поєднання ESP32 Dev Module та Arduino IDE створює просте та ефективне середовище для розробки сучасних мікроконтролерних систем та IoT проєктів.

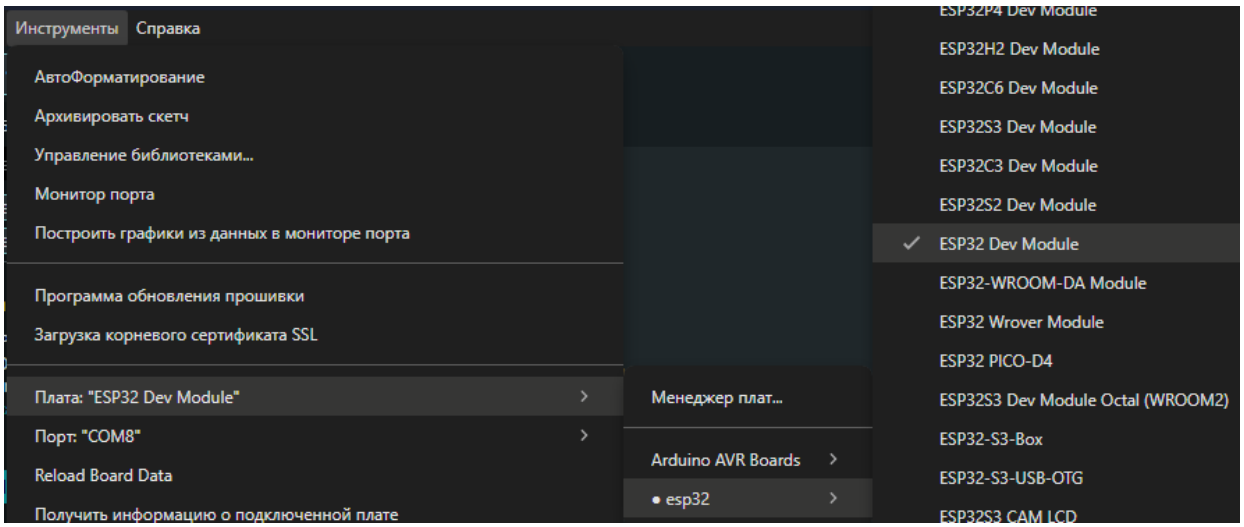


Рисунок 3.4 – Обираємо вид плати

На цьому налаштування Arduino IDE закінчено та з цього моменту я почала програмування макету. Програмний код для макета розумного дому подано у Додатку А.

У коді проекту "розумного дому" було використано ряд бібліотек, що полегшують взаємодію з різними модулями та пристроями. Бібліотека Arduino.h надає базовий функціонал для мікроконтролера в середовищі Arduino IDE. Зв'язок з Wi-Fi здійснюється за допомогою WiFi.h, ESPmDNS.h та WiFiClient.h, що забезпечують підключення до мережі, передачу даних та підтримку DNS. Adafruit_NeoPixel.h керує RGB-світлодіодами WS6812, дозволяючи змінювати їх колір і яскравість. Бібліотека LiquidCrystal_I2C.h використовується для виведення інформації на LCD-дисплей через інтерфейс I2C. Для зчитування показників температури та вологості використовується DHT.h, сумісна з датчиками DHT11 або XHT11. ESP32Servo.h забезпечує контроль серводвигунів, дозволяючи точно регулювати їхнє положення для, наприклад, відкривання дверей чи вікон. Також для налаштування широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) застосовується driver/ledc.h, що є частиною апаратних можливостей ESP32 і відповідає за генерацію стабільних PWM-сигналів для керування, наприклад, вентиляторами або зумерами. Разом ці бібліотеки формують основу для повноцінної роботи системи "розумний дім" та автоматизації взаємодії між її компонентами.

3.2 Реалізація функцій дистанційного моніторингу і керування

В рамках реалізації проєкту «розумного дому» важливою функціональною складовою стало забезпечення можливості віддаленого моніторингу та управління. Така функція дозволяє не лише переглядати дані з підключених сенсорів, а й взаємодіяти з виконавчими пристроями без фізичного доступу до плати управління.

В цій системі зв’язок із макетом здійснюється через бездротове підключення Wi–Fi. Для цього використовується вбудований модуль Wi–Fi мікроконтролера ESP32, який під'єднується до локальної мережі. Користувач, своєю чергою, може здійснювати управління системою за допомогою мобільного додатку що зображений на рисунку 3.5.

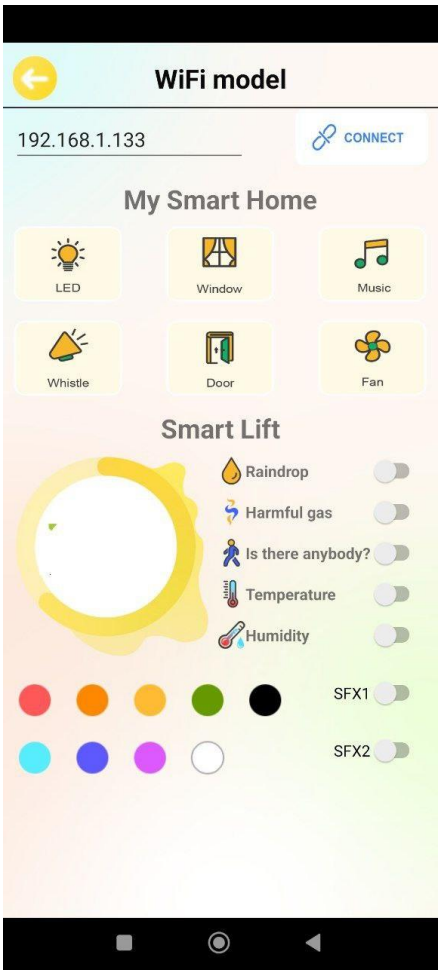


Рисунок 3.5 – Зображення мобільного додатку на смартфоні

Через мобільний застосунок забезпечується:

– перегляд показників температури і вологості з датчика XHT11;

– контроль за наявністю руху в приміщенні (датчик PIR);

– управління станом RGB–підсвітки;

– вмикання та вимикання вентилятора, двигуна на вікнах чи дверях та звукового сигналу;

– сповіщення про тривожні події (наприклад, виявлення руху або перевищення температури).

Застосунок дозволяє не тільки управляти пристроями, але й отримувати дані в режимі реального часу завдяки прямому з’єднанню з ESP32 по Wi–Fi. Такий підхід спрощує процес налаштування та зменшує затрати на розгортання додаткового програмного забезпечення (наприклад, вебсерверу).

Особисто я приділила значну увагу зручності використання мобільного інтерфейсу, що забезпечує доступ до всіх потрібних функцій системи з одного екрану. Таким чином, реалізована система є практичною та придатною до використання у реальних умовах побутового середовища.

3.3 Тестування, налагодження та оцінка ефективності роботи системи

По завершенню стадій розробки, як апаратної частини, так і програмного забезпечення, було проведено масштабне тестування та налагодження системи «розумного дому». Це дало змогу перевірити не лише коректність взаємодії між окремими складовими, але й стійкість роботи пристрою в реальному середовищі. Під час тестування аналізувалися реакції системи на зміни параметрів навколишнього простору, таких як температура, вологість, виявлення диму, пари або руху. Також було перевірено функціонування автоматизованих елементів, зокрема сервомоторів, вентиляторів, освітлення, дисплеїв та звукових сигналізаторів, а також іншого обладнання. Окрему увагу приділили перевірці

логіки керування пристроями, коректному відображенню даних на екрані та стабільності бездротового з’єднання, що критично важливо для систем Інтернету речей (IoT). Усі функції, закладені в програмному забезпеченні, показали правильну та своєчасну реакцію на відповідні сигнали з датчиків. І результат готового «розумного дому» зображений на рисунку 3.6.



Рисунок 3.6 – Результат збору «розумного дому»

Тестування проводилося поетапно, окремо для кожного компонента:

– Датчик температури і вологості (XHT11) був перевірений за різних умов – при зміні температури в кімнаті та поблизу нагрівальних приладів. Дані коректно передавалися на мобільний додаток;

– Датчик руху (PIR) успішно реагував на переміщення в зоні дії та активував задані виконавчі пристрої;

– Світлодіодна RGB–стрічка (WS6812) реагувала на зміну кольору в додатку без затримок;

– Вентилятор і двигун (130 Motor) вмикались за умовами температурного контролю або вручну;

– Звуковий сигналізатор (Buzzer) спрацьовував при виявленні руху чи аварійної події.

Налагодження полягало у виправленні логіки керування, калібруванні значень, а також стабілізації Wi–Fi–з'єднання між ESP32 і мобільним додатком. Особливу увагу я приділила усуненню затримок у передачі даних, котрі виникали на початковому етапі тестування.

Після налагодження система демонструвала високий рівень стабільності, точність зчитування сенсорних даних, а також миттєву реакцію на команди користувача через додаток.

Оцінка ефективності показала, що створена система:

– виконує всі функції моніторингу та керування в реальному часі;

– дозволяє здійснювати контроль за станом приміщення дистанційно;

– спрощує взаємодію з побутовими пристроями;

– легко адаптується до додавання нових компонентів або сценаріїв роботи.

Таким чином, реалізована система може бути впроваджена в реальні умови житла чи офісу як функціональне рішення для підвищення комфорту і безпеки.

ВИСНОВКИ

В межах кваліфікаційної роботи було здійснено повний цикл проєктування, розробки та тестування макету системи «Розумний дім», що базується на мікроконтролері ESP32, з функціоналом дистанційного управління та моніторингу.

У процесі роботи було проаналізовано актуальні підходи до створення систем автоматизації житла, обґрунтовано вибір апаратної частини та програмного забезпечення. Мікроконтролер ESP32 було обрано як оптимальний варіант для завдань Інтернету речей (IoT) з огляду на його багатофункціональність, вбудовані модулі Wi–Fi та Bluetooth, підтримку багатозадачності через FreeRTOS, а також сумісність з Arduino IDE, що істотно спрощує процес створення програмного забезпечення.

В результаті розроблено функціональний макет розумного будинку, що включає датчики температури, вологості, руху, а також виконавчі пристрої – RGB–стрічку, вентилятор, двигун та звуковий сигналізатор. Особливу увагу було приділено реалізації віддаленого мобільного управління: завдяки Wi–Fi–з'єднанню користувач має можливість керувати системою в реальному часі за допомогою мобільного додатку, не вдаючись до створення веб–інтерфейсу.

Програмне забезпечення, розроблене на базі Arduino IDE, забезпечує коректну взаємодію між усіма компонентами системи. У ході тестування було підтверджено стабільність передачі даних, швидкість реакції на дії користувача, а також можливість масштабування системи в майбутньому – додавання нових датчиків чи виконавчих пристроїв без значних змін в структурі.

Ключові результати роботи:

– створено структурну і принципову схему макету (див. Додатки Б та В);

– забезпечено повноцінну інтеграцію сенсорів і виконавчих пристроїв;

– розроблено надійне програмне забезпечення з багатозадачним управлінням;

– проведено практичне тестування системи, підтверджено її ефективність та

придатність до реального застосування.

Отже, представлена дипломна робота демонструє практичну реалізацію концепції розумного дому на базі доступних технологій. Створений макет може служити не лише як навчальний або демонстраційний приклад, але й як основа для подальшого розвитку проектів з автоматизації дому, енергозбереження чи безпеки.

Перспективи розвитку проекту включають:

– впровадження голосового управління;

– інтеграцію з хмарними платформами;

– розробку повноцінного веб–інтерфейсу або кросплатформного додатку;

– розширення функціональності за допомогою технологій штучного інтелекту для передбачення дій користувача та автоматизації сценаріїв.

Загалом, проведене дослідження підтверджує доцільність використання ESP32 для реалізації інтелектуальних систем управління в побуті та відкриває значні можливості для майбутніх розробок у сфері IoT.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Розумний дім – Вікіпедія. Wikipedia. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Розумний_дім (дата звернення: 25.04.2025).
2. Плахотник О. О., Хома Н. О. Дослідження можливостей платформи ESP32 для побудови системи «Розумний будинок». Електронний архів КПІ ім. Ігоря Сікорського. URL: https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/ab30c487–9147–47aa–8561–47b2064c3ce4/content (дата звернення: 26.04.2025).
3. Wi–Fi – Вікіпедія. Wikipedia. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Wi–Fi (дата звернення: 25.04.2025).
4. Keyestudio Wiki Main Page. Keyestudio. URL: https://wiki.keyestudio.com/Main_Page (дата звернення: 29.04.2025).
5. Що таке розумний дім? – Alter Air. URL: https://alterair.ua/stati/chto–takoe–umnyy–dom/ (дата звернення: 28.04.2025).
6. Що таке розумний дім – SmartSys. URL: https://smartsys.team/uk/smart–home/ (дата звернення: 27.04.2025).
7. Бездротові технології – Вікіпедія. Wikipedia. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Бездротові_технології (дата звернення: 28.04.2025).
8. Савін О. М. Системи автоматизації інтелектуального будинку: навч. посіб. КПІ ім. Ігоря Сікорського. URL: https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/ab30c487–9147–47aa–8561–47b2064c3ce4/content (дата звернення: 25.04.2025).
9. ДСТУ 3008:2015. Документація. Звіти у сфері науково-технічної діяльності. Структура та правила оформлення. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 18 с.
10. ДСТУ 8302:2015. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 16 с.
11. Сервопривід SG–90 – Arduino.ua. URL: https://arduino.ua/prod416–servoprivod–sg90–2kg (дата звернення: 16.04.2025).

12. Модуль Bluetooth JDY-31 – Arduino.ua. URL: https://arduino.ua/ru/prod4311–bluetooth–modyl–jdy–30–spp–bk3231 (дата звернення: 20.04.2025).

13. ГОСТ 12.1.005–88. Загальні санітарно–гігієнічні вимоги до повітря робочої зони. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc–page.html?id_doc=6264 (дата звернення: 26.04.2025).

14. Борисенко Є. О. Системи обробки інформації. Електронна бібліотека НБУВ. URL: http://www.irbis–nbuv.gov.ua/cgi–bin/irbis_nbuv (дата звернення: 21.04.2025).

15. ESP-IDF Programming Guide for ESP32 – Espressif Systems. URL: https://docs.espressif.com/projects/esp–idf/en/stable/esp32/index.html (дата звернення: 25.04.2025).

16. Сопер М. Е. Практические советы и решения по созданию «Умного дома». – М.: НТ Пресс, 2007. – 432 с.

17. Огляд контролерів (апаратної платформи) Arduino – Supereyes.ru. URL: https://supereyes.ru/articles/other/obzor_kontrollerov_apparatnoy_platformy_arduino/ (дата звернення: 25.04.2025).

18. Технологія розумного будинку: як AI створює простір, комфортний для життя – Everest.ua. URL: https://www.everest.ua/tehnologiya–rozumnogo–budynku–yak–ai–stvoryuye–prostir–komfortnyj–dlya–zhyttya/ (дата звернення: 27.04.2025).

19. Розумне освітлення – MiLight Україна. URL: https://milight.com.ua/ua/umnoe–osveshchenie/ (дата звернення: 29.04.2025).

20. Алімовнін С. Г., Мільчаков С. А., Сиротініна Н. Ю. Спеціальні можливості системи "Розумний будинок" // Наука і Просвітництво. – Пенза, 2017. – Електрон. зб. наук. праць. – МК-196. – URL: http://naukaip.ru (дата звернення: 01.05.2025).

21. Протоколи зв’язку для "розумного будинку" // Аналітичні огляди комп’ютерів. URL: https://www.ferra.ru (дата звернення: 21.04.2025).

22. Система домашней автоматизации. URL: http://pro–smarthome.ru/multiroom (дата звернення: 28.04.2025).

23. Основні проблеми розумних будинків і як їх можна вирішити? – Кластер. Інженерні системи та мережі. URL: https://klaster.ua/ua/stati–i–obzory/osnovnye–problemy–umnyh–domov–i–kak–ih–mozhno–reshit/ (дата звернення: 29.04.2025).

24. Дужак І. О. Розумний будинок / І. О. Дужак // Автоматизація технологічних і бізнес-процесів. – ОНАХТ, 2013. – №13. – С. 31.

25. An Overview of Home Automation Systems – IEEE Xplore. URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/7791223/ (дата звернення: 21.04.2025).

26. Dickson B. How to prevent your IoT devices from being forced into botnet bondage – TechCrunch. URL: https://techcrunch.com/2016/08/16/how–to–prevent–your–iot–devices–from–being–forced–into–botnet–slavery/ (дата звернення: 22.04.2025).

27. Smart Home – Arduino Project Hub. URL: https://create.arduino.cc/projecthub/projects/tags/smart–home (дата звернення: 28.04.2025).

28. Інтернет речей (IoT) – Вікіпедія. Wikipedia. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Інтернет_речей (дата звернення: 25.04.2025).

29. NodeMCU ESP8266 WiFi модуль – robocraft.ru. URL: https://robocraft.ru/product/nodemcu–esp8266/ (дата звернення: 26.04.2025).

30. IoT Security Risks – Kaspersky. URL: https://www.kaspersky.com/resource–center/threats/internet–of–things–risks (дата звернення: 24.04.2025).

Додаток А

Код програми

```
#include <Arduino.h>
#include <WiFi.h>
#include <ESPmDNS.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <Adafruit_NeoPixel.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <DHT.h>
#include <ESP32Servo.h>
#define DHTPIN 17
#define DHTTYPE DHT11
#define LED_PIN 26
#define LED_COUNT 4
#define BUZZER_PIN 25
#define WATER_PIN 34
#define FAN_PIN1 19
#define FAN_PIN2 18
#define LED_YELLOW 12
#define GAS_PIN 23
#define PIR_PIN 14
#define BUTTON_DOOR 16
#define BUTTON_WINDOW 27
const int SERVO_WINDOW_PIN = 5;
const int SERVO_DOOR_PIN = 13;
Servo windowServo;
Servo doorServo;
Adafruit_NeoPixel strip(LED_COUNT, LED_PIN, NEO_GRB + NEO_KHZ800);
LiquidCrystal_I2C mylcd(0x27, 16, 2);
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
```

```
WiFiServer server(80);
const char* ssid = "НАЗВАМЕРЕЖІ";
const char* password = "ПАРОЛЬМЕРЕЖІ";
bool doorOpen = false;
bool windowOpen = false;
unsigned long lastDebounceTime1 = 0;
unsigned long lastDebounceTime2 = 0;
const unsigned long debounceDelay = 200;
class Buzzer {
public:
  Buzzer(int pin) {
    _pin = pin;
    pinMode(_pin, OUTPUT);}
  void playTone(int freq, int duration) {
    if (freq > 0) {
      tone(_pin, freq, duration); } else {
      noTone(_pin);}
    delay(duration);}
  void setTimbre(int) {} // заглушка
private:
  int _pin;};
Buzzer buzzer(BUZZER_PIN);
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  mylcd.init();
  mylcd.backlight();
  pinMode(BUTTON_DOOR, INPUT_PULLUP);
  pinMode(BUTTON_WINDOW, INPUT_PULLUP);
  pinMode(LED_YELLOW, OUTPUT);
  pinMode(FAN_PIN1, OUTPUT);
```

```
  pinMode(FAN_PIN2, OUTPUT);
  pinMode(WATER_PIN, INPUT);
  pinMode(GAS_PIN, INPUT);
  pinMode(PIR_PIN, INPUT);
  dht.begin();
  buzzer.setTimbre(30);
  buzzer.playTone(0, 0);
  windowServo.setPeriodHertz(50);
  windowServo.attach(SERVO_WINDOW_PIN, 500, 2400);
  doorServo.setPeriodHertz(50);
  doorServo.attach(SERVO_DOOR_PIN, 500, 2400);
  windowServo.write(0);
  doorServo.write(0);
  strip.begin();
  strip.show(); // вимкнути всі пікселі
  strip.setBrightness(50);
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");}
  Serial.println("\nWiFi connected");
  Serial.print("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
  mylcd.setCursor(0, 0);
  mylcd.print("IP:");
  mylcd.setCursor(0, 1);
  mylcd.print(WiFi.localIP());
  server.begin();
  MDNS.addService("http", "tcp", 80);}
void loop() {
```

```
  if (digitalRead(BUTTON_DOOR) == LOW && (millis() - lastDebounceTime1) > debounceDelay) {
    doorOpen = !doorOpen;
    doorServo.write(doorOpen ? 90 : 0);
    lastDebounceTime1 = millis();
    // Зелений — двері відкрито, червоний — закрито
    setLEDColor(doorOpen ? 0 : 255, doorOpen ? 255 : 0, 0);}
  if (digitalRead(BUTTON_WINDOW) == LOW && (millis() - lastDebounceTime2) > debounceDelay) {
    windowOpen = !windowOpen;
    windowServo.write(windowOpen ? 90 : 0);
    lastDebounceTime2 = millis();
    // Синій — вікно відкрито, фіолетовий — закрито
    setLEDColor(windowOpen ? 0 : 0, 0, windowOpen ? 255 : 128);}
  WiFiClient client = server.available();
  if (!client) return;
  while (client.connected() && !client.available()) delay(1);
  String req = client.readStringUntil('\r');
  int addr_start = req.indexOf(' ');
  int addr_end = req.indexOf(' ', addr_start + 1);
  if (addr_start == -1 || addr_end == -1) return;
  req = req.substring(addr_start + 1, addr_end);
  Serial.println(req);
  if (req == "/led/on") {
    digitalWrite(LED_YELLOW, HIGH);
    client.println("LED on");
  } else if (req == "/led/off") {
    digitalWrite(LED_YELLOW, LOW);
    client.println("LED off");
  } else if (req == "/window/on") {
```

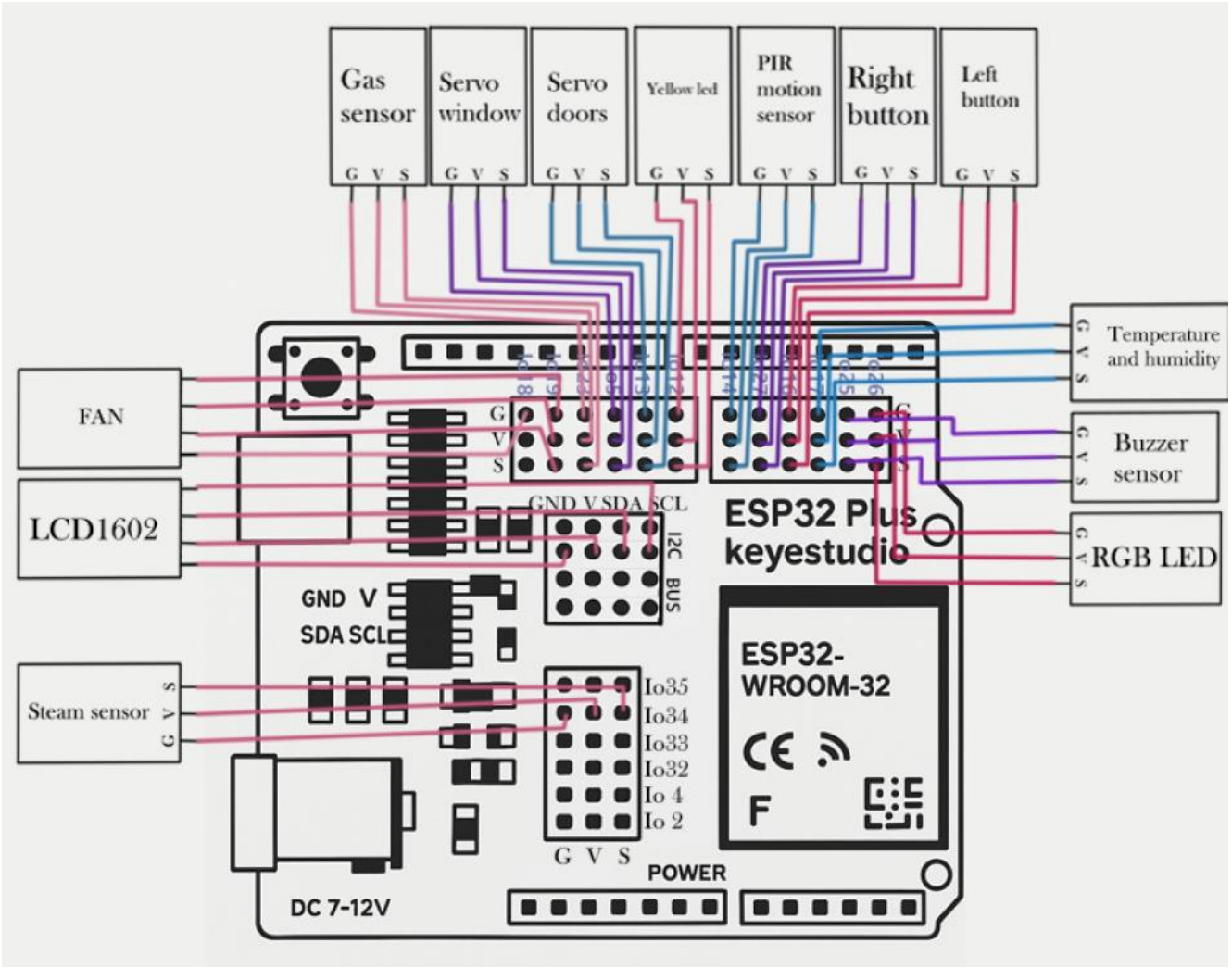
```
  windowServo.write(90);
  windowOpen = true;
  setLEDColor(0, 0, 255);
  client.println("window opened");
 } else if (req == "/window/off") {
  windowServo.write(0);
  windowOpen = false;
  setLEDColor(128, 0, 128);
  client.println("window closed");
 } else if (req == "/door/on") {
  doorServo.write(90);
  doorOpen = true;
  setLEDColor(0, 255, 0);
  client.println("door opened");
 } else if (req == "/door/off") {
  doorServo.write(0);
  doorOpen = false;
  setLEDColor(255, 0, 0);
  client.println("door closed");
 } else if (req == "/music/off") {
  birthday();
  client.println("music played");
 } else if (req == "/buz/on") {
  buzzer.playTone(392, 250);
  client.println("buzzer on");
 } else if (req == "/buz/off") {
  buzzer.playTone(0, 0);
  client.println("buzzer off");
 } else if (req == "/fan/on") {
  digitalWrite(FAN_PIN1, HIGH);
```

```
    analogWrite(FAN_PIN2, 200);
    client.println("fan on");
  } else if (req == "/fan/off") {
    digitalWrite(FAN_PIN1, LOW);
    analogWrite(FAN_PIN2, 0);
    client.println("fan off");
  } else if (req == "/rain/on") {
    int rainVal = analogRead(WATER_PIN);
    client.println(String(rainVal));
  } else if (req == "/gas/on") {
    int gasVal = analogRead(GAS_PIN);
    client.println(gasVal < 100 ? "safe" : "dangerous");
  } else if (req == "/body/on") {
    int val = digitalRead(PIR_PIN);
    client.println(val ? "someone" : "no one");
  } else if (req == "/temp/on") {
    float temp = dht.readTemperature();
    client.println(!isnan(temp) ? String(temp) : "error");
  } else if (req == "/humidity/on") {
    float hum = dht.readHumidity();
    client.println(!isnan(hum) ? String(hum) : "error");
  } else {
    client.println("Unknown request");}}
void setLEDColor(uint8_t r, uint8_t g, uint8_t b) {
  for (int i = 0; i < LED_COUNT; i++) {
    strip.setPixelColor(i, strip.Color(r, g, b));}
  strip.show();}
void birthday() {
  int melody[] = {
    294, 440, 392, 532, 494, 392,
```

```
  440, 392, 587, 532, 392, 784,
  659, 532, 494, 440, 698, 659,
  532, 587, 532};
for (int i = 0; i < sizeof(melody) / sizeof(int); i++) {
  buzzer.playTone(melody[i], 250);}}
```

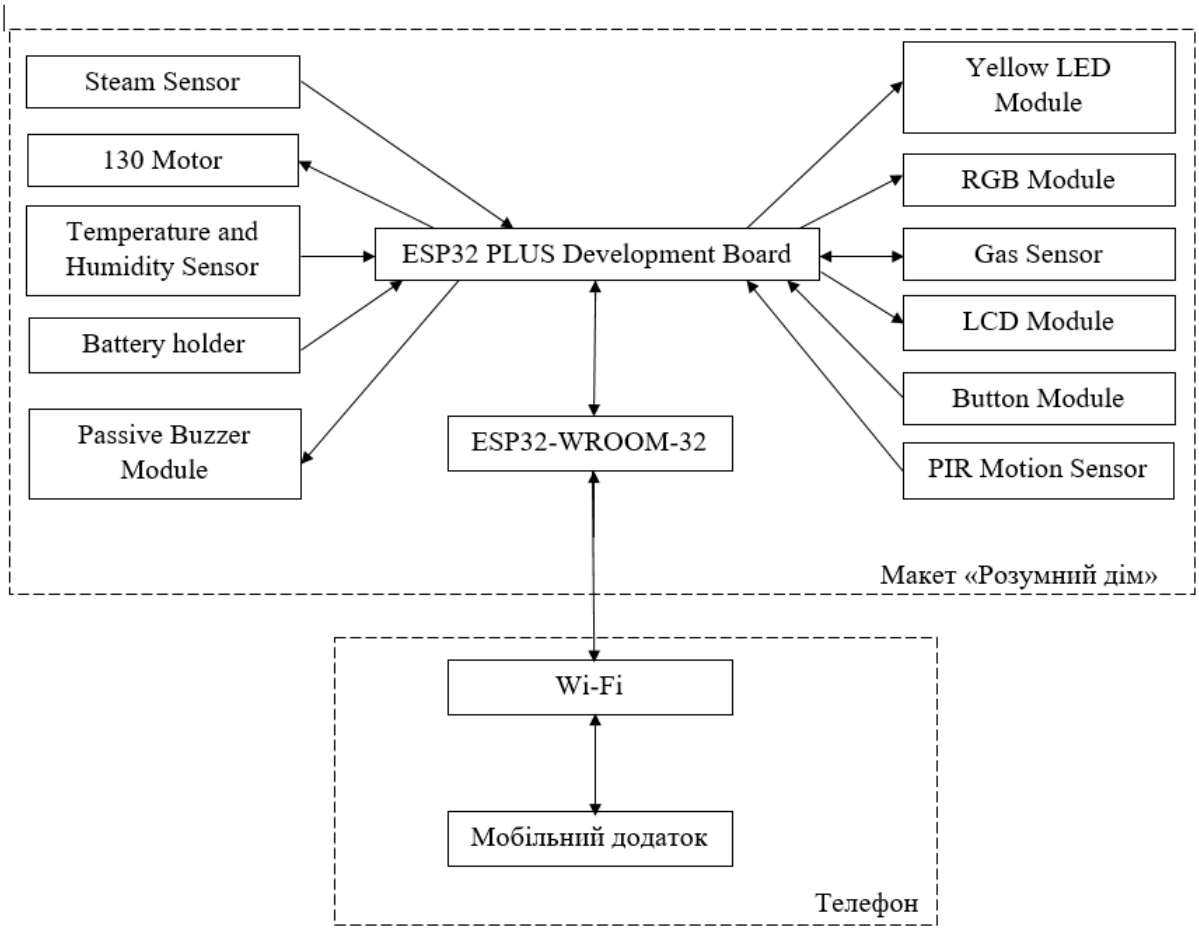
Додаток Б

Приклад принципової схеми



Додаток В

Приклад структурної схеми макету



Додаток Г

ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

(Презентація)

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут Інформаційних технологій
Кафедра Комп'ютерної інженерії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

на тему: «Макет «Розумний дім» із використанням контролера ESP32 та функцією дистанційного керування**»**

Виконав студент групи КІД-41
Волошун Олена Сергіївна

Керівник кваліфікаційної роботи:
Лащевська Наталія Олександрівна, завідувач кафедри КІ, кандидат технічних наук

Київ – 2025

Мета роботи – Розробка макету «Розумний дім» із використанням контролера ESP32 та реалізацією функцією дистанційного керування

Об`єкт дослідження – Система «Розумний дім» створений на базі контролера ESP32

Предмет дослідження – Макет «Розумний дім» із використанням контролера ESP32

Актуальність обраної теми

У сучасному світі, де технології автоматизації та Інтернету речей (IoT) розвиваються шаленими темпами, дедалі більше людей зацікавлюються концепцією «Розумного дому». Такий підхід надає змогу оптимізувати використання енергії, зробити житло комфортнішим, безпечнішим та ефективнішим в управлінні домашніми пристроями. Актуальність цієї теми зростає особливо відчутно, враховуючи збільшення цін на енергоносії та необхідність підвищення енергоефективності помешкань. Використання мікроконтролера ESP32 у проєкті є вдалим рішенням через його багатофункціональність, наявність Wi-Fi та Bluetooth модулів, високу продуктивність та доступну ціну. На відміну від громіздких промислових систем автоматизації, ESP32 дає змогу створювати гнучкі та масштабовані рішення для домашнього використання. Застосування дистанційного керування розширює можливості системи, надаючи користувачам змогу контролювати освітлення, температуру, вентиляцію, охоронні датчики та інші компоненти за допомогою мобільного пристрою.

Отже, розробка прототипу «Розумного дому» з використанням ESP32 є актуальною як з технічної, так і з практичної точок зору. Це сприяє опануванню сучасних принципів автоматизації, мережевої взаємодії пристроїв та дає змогу розробити доступні та ефективні рішення для реального використання в повсякденному житті.

3

Технологія Wi-Fi

Wi-Fi — це технологія бездротового з’єднання, яка дозволяє передавати дані між пристроями через радіохвилі, підключаючись до Інтернету без кабелів.



4

Чому було обрано технологію Wi-Fi



Wi-Fi було обрано для цього проекту, бо воно надає надійне бездротове сполучення з місцевою мережею, дозволяє керувати пристроями на відстані через інтернет. До того ж, не потрібні додаткові модулі - воно вже інтегровано у ESP32, а також має необхідну швидкість передачі даних та достатній радіус дії у межах помешкання.

5

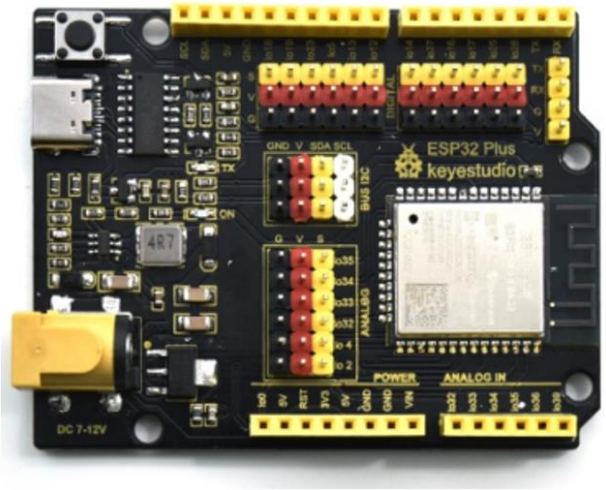
Елементна база



Основою для розробки макету розумного будинку було обрано конструктор STEM "Розумний дім ESP32" KS5009 від Keyestudio.

6

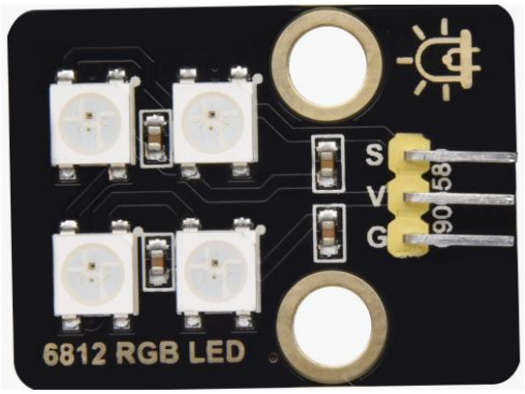
Плата що використовувалась: ESP32 PLUS Development Board

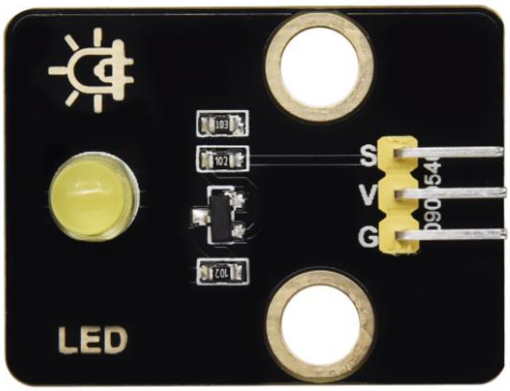


Плата розробки ESP32 Plus виступає в проєкті ключовим контролером: вона отримує інформацію з датчиків, управляє виконавчими механізмами (освітленням, вентиляцією, сервоприводами) та налагоджує бездротове з'єднання через Wi-Fi для віддаленого управління всією системою.

7

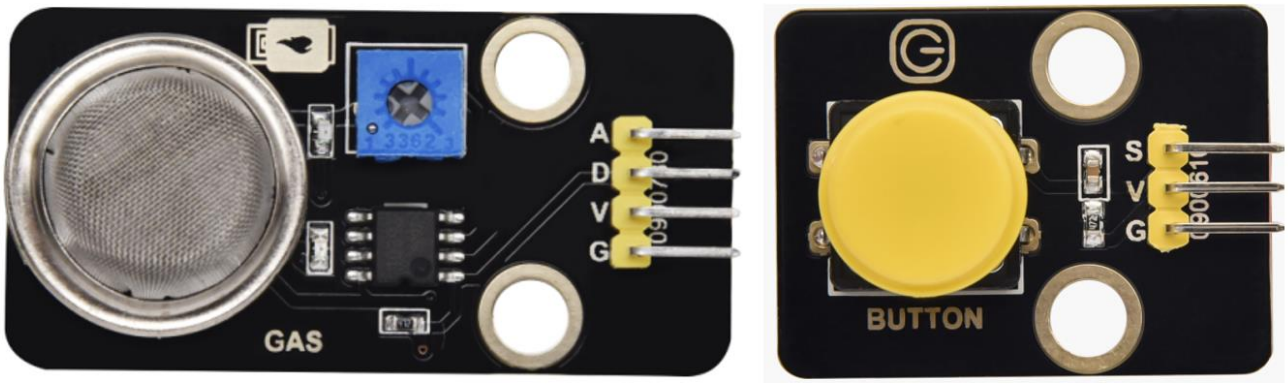
Датчики та модулі що використовувались у проекті:





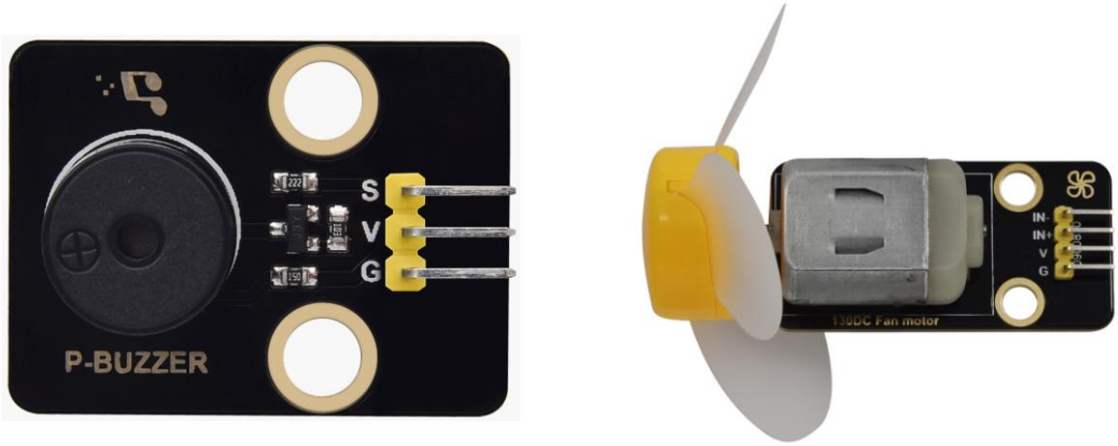
RGB Модуль та Yellow LED Модуль

8



Gas Сенсор та Button Модуль

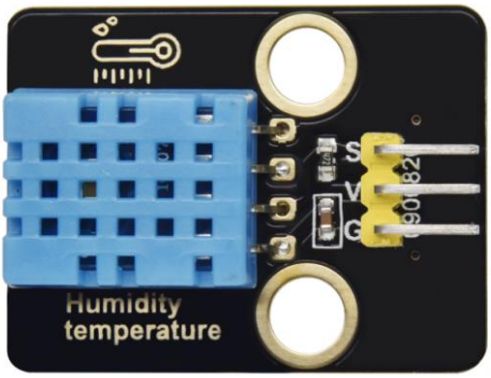
9



130 Motor та Buzzer Модуль

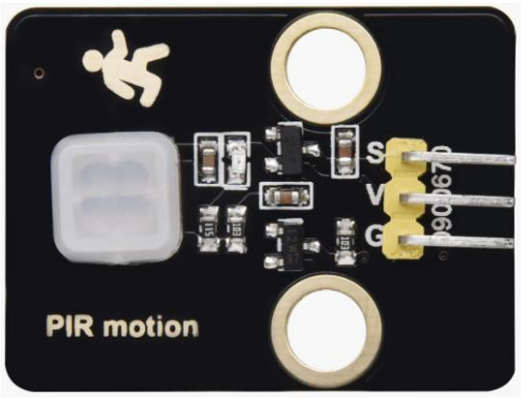
10

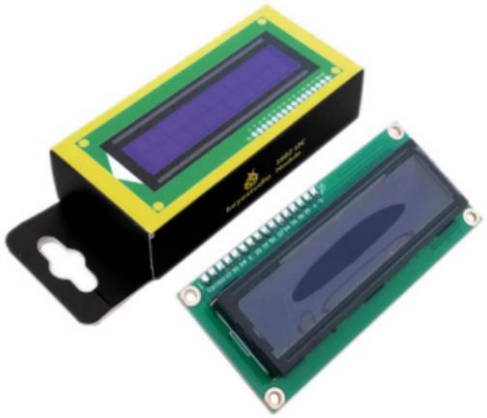




Steam сенсор та Temperature and Humidity Сенсор

11





PIR Motion сенсор та LCD модуль

12



Живлення макету розумного будинку 6-cell AA battery holder with DC head and 15cm dew line

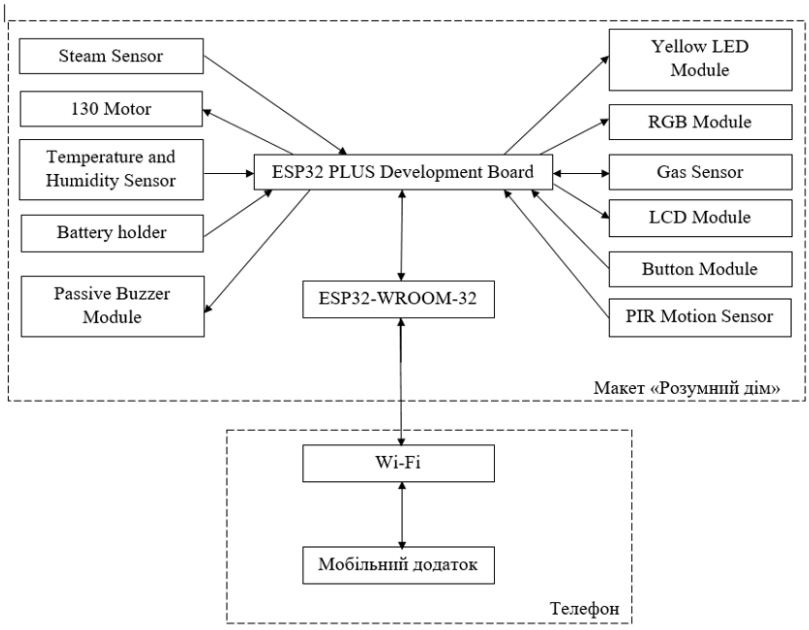
13



Готовий макет будинку

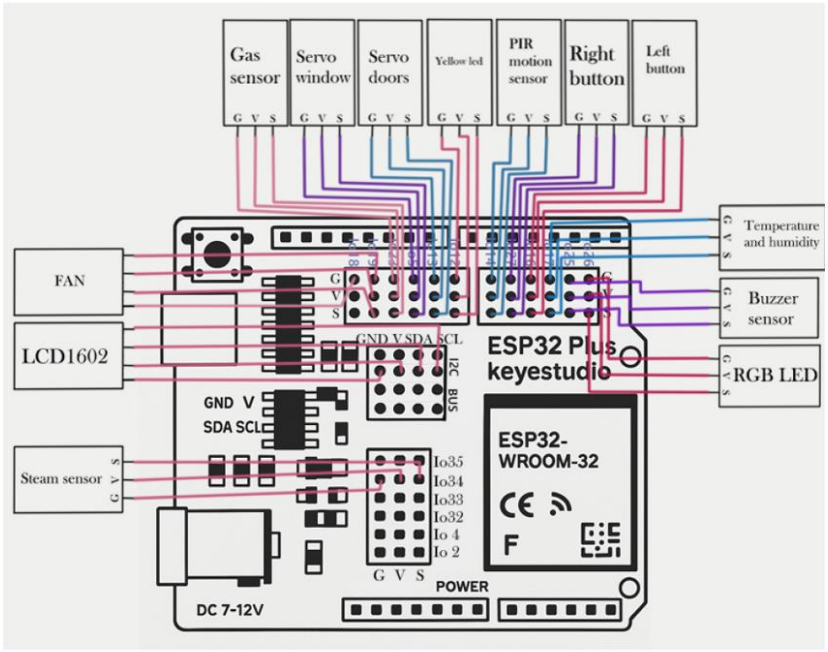
14

Структурна схема



15

Принципова схема



16

Програмне забезпечення

1. Для програмування основної плати керування була вибрана програма Arduino IDE. Arduino IDE – це програмне середовище розробки, що використовує C++, C, і призначене для програмування всіх плат Arduino і не тільки



17

Етапи розробки та впровадження проєкту:



18

ВИСНОВКИ

Реалізовано функціональний макет системи «Розумний дім» на базі контролера ESP32 з можливістю дистанційного керування.

Система забезпечує моніторинг стану середовища (температура, газ, рух) та автоматичне або ручне керування пристроями.

Розроблене рішення є економічно доступним, енергоефективним і має потенціал для подальшого масштабування.

Проєкт продемонстрував практичну реалізацію технологій Інтернету речей (IoT) у сфері домашньої автоматизації.

Отримані результати підтверджують ефективність використання ESP32 для створення інтелектуальних систем керування.

19