

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розробка автоматизованої системи керування та моніторингу
розумного будинку за допомогою мобільного пристрою.

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи КТЗс-41

спеціальності 174 – Автоматизація, комп'ютерно-

інтегровані технології та робототехніка

(шифр і назва спеціальності)

Кондратюк Ж.В.

Керівник

(підпис)

Стухляк Д.П.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Чихіра І.В.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Голотенко О.С.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Белякова І.В.

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)
Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

(підпис) Голотенко О.С.
(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2026 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 174 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
(шифр і назва спеціальності)

Студенту Кондратюк Жанна Вікторівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка автоматизованої системи керування та моніторингу розумного будинку за допомогою мобільного пристрою.

Керівник роботи Стухляк Данило Петрович, канд. техн. наук, доц каф. КТ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «14» квітня 2026 року № 4/9-184

2. Термін подання студентом завершеної роботи 21 червня 2026р.

3. Вихідні дані до роботи Технічні вимоги щодо моніторингу розумного будинку.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ

Аналітична частина

Проектна частина

Спеціальна частина

Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Титульний слайд

Актуальність роботи

Завдання роботи

Основна частина

Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності,			
основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Ознайомлення з завданням до кваліфікаційної роботи	20.04.2026	Виконано
2.	Підбір джерел по темі роботи	22.04.2026-24.05.2026	Виконано
3.	Опрацювання публікацій та збір даних по темі роботи	24.04.2026-27.04.2026	Виконано
4.	Виконання роботи згідно мети	27.04.2026-29.04.2026	Виконано
5.	Оформлення першого та другого розділів	29.04.2026-31.04.2026	Виконано
6.	Оформлення третього розділу	31.04.2026-11.05.2026	Виконано
7.	Оформлення четвертого розділу	11.05.2026-13.05.2026	Виконано
8.	Підготовка презентації	14.05.2026-15.05.2026	Виконано
9.	Підготовка доповіді	16.05.2026-17.05.2026	Виконано
10.	Оформлення кваліфікаційної роботи	18.05.2026-19.05.2026	Виконано
11.	Нормоконтроль	19.05.2026-20.05.2026	Виконано
12.	Перевірка на плагіат	21.05.2026	Виконано
13.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	21.05.2026	Виконано
14.	Захист кваліфікаційної роботи		

Студент

(підпис)

Кондратюк Ж.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Стухляк Д.П.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки та графічної частини.

Об'єм графічної частини кваліфікаційної роботи становить __ слайдів. Об'єм пояснювальної записки складає __ друкованих сторінок формату А4 (210×297), об'єм додатків – __ друкованих сторінок формату А4.

У роботі було спроектовано та реалізовано автоматизовану систему керування та моніторингу розумного будинку з використанням мобільного пристрою. Система функціонує відповідно до принципів концепції Інтернету речей (IoT), забезпечуючи можливість дистанційного контролю та керування побутовими пристроями, а також передачу даних до хмарного середовища для їх подальшого зберігання та аналізу.

Було здійснено вибір апаратної складової системи та проведено аналіз алгоритмів керування, які забезпечують функціонування основних елементів розумного будинку, зокрема освітлення, систем клімат-контролю, безпеки та енергоспоживання.

У результаті аналізу особливостей функціонування системи та розробки відповідних алгоритмів створено програмне забезпечення, що забезпечує ефективне управління параметрами розумного будинку та їх моніторинг за допомогою мобільного застосунку.

Ключові слова: розумний будинок, автоматизована система керування, Інтернет речей (IoT), мобільний пристрій, віддалене керування, хмарні технології, системи моніторингу, енергоефективність, домашня автоматизація.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	8
1.1. Управління «розумним будинком».....	8
1.2. Інтернет речей (ІоТ).	11
2. ПРОЄКТНА ЧАСТИНА	18
2.1. Архітектура системи	18
2.1. Мікроконтролерна платформа Arduino Mega та елементи керування	21
2.1.1. Arduino Ethernet Shield	22
2.1.2. Arduino SMS Shield.....	24
2.1.3. Сенсори та датчики.	25
2.1.4. Сервомотор.....	27
2.1.5. Релейні пристрої.	28
2.1.6. Макетна плата.	29
2.1.7. Опис електричної схеми	30
2.2. Програмне забезпечення системи.	31
3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	37
3.1 Мобільний застосунок для керування «розумним будинком».....	38
3.1 Веб-інтерфейс управління	43
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	47
4.1 Вимоги ергономіки до організації робочого місця оператора	47
4.2 Заходи, що покращують умови праці оператора.....	54
4.3 Профілактика захворювань, які викликані напруженням органів, систем організму і невірним положенням тіла при роботі	57
ВИСНОВКИ.....	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	63

ВСТУП

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується стрімким впровадженням інформаційних технологій у всі сфери життя людини. Зростання рівня урбанізації, підвищення вимог до комфорту та безпеки житла, а також необхідність раціонального використання енергоресурсів зумовлюють потребу у створенні інтелектуальних систем автоматизації побутових процесів. У зв'язку з цим концепція «розумного будинку» (Smart Home) набуває все більшої актуальності.

Розумний будинок — це комплекс технічних засобів та програмного забезпечення, який забезпечує автоматизоване керування інженерними системами житла, такими як освітлення, опалення, вентиляція, кондиціонування, безпека та енергоспоживання. Використання сучасних технологій, зокрема Інтернету речей (IoT), дозволяє інтегрувати різноманітні пристрої в єдину систему та здійснювати їх моніторинг і керування в реальному часі за допомогою мобільних пристроїв.

Впровадження автоматизованих систем керування розумним будинком надає низку переваг порівняно з традиційними підходами до організації побуту.

Підвищення рівня комфорту: користувач отримує можливість керувати освітленням, температурою, побутовою технікою та іншими пристроями дистанційно або за допомогою попередньо налаштованих сценаріїв.

Енергоефективність: автоматичне регулювання роботи електроприладів дозволяє знизити споживання електроенергії та оптимізувати витрати ресурсів.

Безпека: інтеграція систем відеоспостереження, сигналізації та контролю доступу забезпечує своєчасне реагування на потенційні загрози.

Віддалений моніторинг: використання мобільних застосунків дає змогу контролювати стан житла з будь-якого місця у будь-який час.

Гнучкість та масштабованість: система може бути легко доповнена новими пристроями та функціональними можливостями відповідно до потреб користувача.

З огляду на вищезазначене, розробка автоматизованих систем керування та моніторингу розумного будинку, інтегрованих з мобільними пристроями, є перспективним напрямом розвитку сучасних інформаційних технологій, що сприяє підвищенню якості життя та ефективності використання ресурсів.

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

Інтернет речей (IoT) є одним із ключових напрямів розвитку сучасних інформаційно-комунікаційних технологій. Його суть полягає у поєднанні фізичних об'єктів із цифровим середовищем за допомогою сенсорів, виконавчих механізмів, засобів зв'язку та програмних сервісів. Завдяки цьому будинки, офіси, транспортні засоби й інші об'єкти можуть збирати дані про свій стан, передавати їх для опрацювання та виконувати керувальні дії. У побутовій сфері такі можливості змінюють характер взаємодії людини з технікою, оскільки значна частина операцій може виконуватися дистанційно або автоматично. У системах розумного будинку технології IoT використовуються для об'єднання побутових пристроїв, засобів безпеки, освітлення, кліматичного обладнання та сенсорів у єдину інформаційно-керувальну інфраструктуру. Найпоширенішими є архітектури із централізованим сервером або хмарною платформою, через які здійснюється обмін даними між елементами системи. Для комунікації можуть застосовуватися Wi-Fi, Bluetooth, GSM, Ethernet і сенсорні мережі, що забезпечують як локальне, так і віддалене керування. Важливе місце в таких рішеннях посідають мікроконтролерні платформи, зокрема Arduino, які завдяки доступності, простоті програмування та підтримці різних модулів зв'язку широко використовуються для створення систем домашньої автоматизації. У результаті розумний будинок підвищує комфорт, безпеку й енергоефективність житлового простору без дублювання ручних дій користувача.

1.1. Управління «розумним будинком».

Одним із найпростіших рішень автоматизації будинку є системи з кнопковим інтерфейсом і LCD-екраном (Рис. 1.1), на якому відображаються команди, режими роботи та поточний стан пристроїв. Такий підхід зменшує кількість фізичних елементів керування й забезпечує користувачеві зрозумілий візуальний зворотний зв'язок. Подальший розвиток отримали

системи з графічними інтерфейсами та доступом через Інтернет, які дають змогу контролювати освітлення, побутові прилади й параметри житлового середовища незалежно від місця перебування користувача.



Рисунок 1.1. Багатофункціональний пульт керування з LCD-екраном.

Окрему групу становлять рішення, орієнтовані на використання мобільних пристроїв і бездротових технологій. Через Android-застосунок (Рис. 1.2) або інший мобільний інтерфейс користувач може отримувати повідомлення про зміну стану сенсорів, вмикати чи вимикати обладнання, а також переглядати поточні параметри системи. Для локального обміну даними часто застосовується Bluetooth, який не потребує складної мережевої інфраструктури, а для ширшого доступу використовуються Wi-Fi або серверні рішення. Такі системи поєднують зручність експлуатації з можливістю енергоощадного керування побутовими пристроями.

Перспективним напрямом є голосове керування, за якого мовленнєва команда користувача перетворюється на текстову інструкцію і запускає відповідну дію. Це підвищує доступність системи, особливо для людей похилого віку та осіб з інвалідністю. Поряд із побутовою автоматизацією технології дистанційного керування використовуються для моніторингу технічного обладнання, наприклад насосів або інших виконавчих механізмів. У таких випадках SMS-повідомлення та GSM-модеми дають змогу

отримувати інформацію про стан обладнання й змінювати його параметри без фізичної присутності оператора.

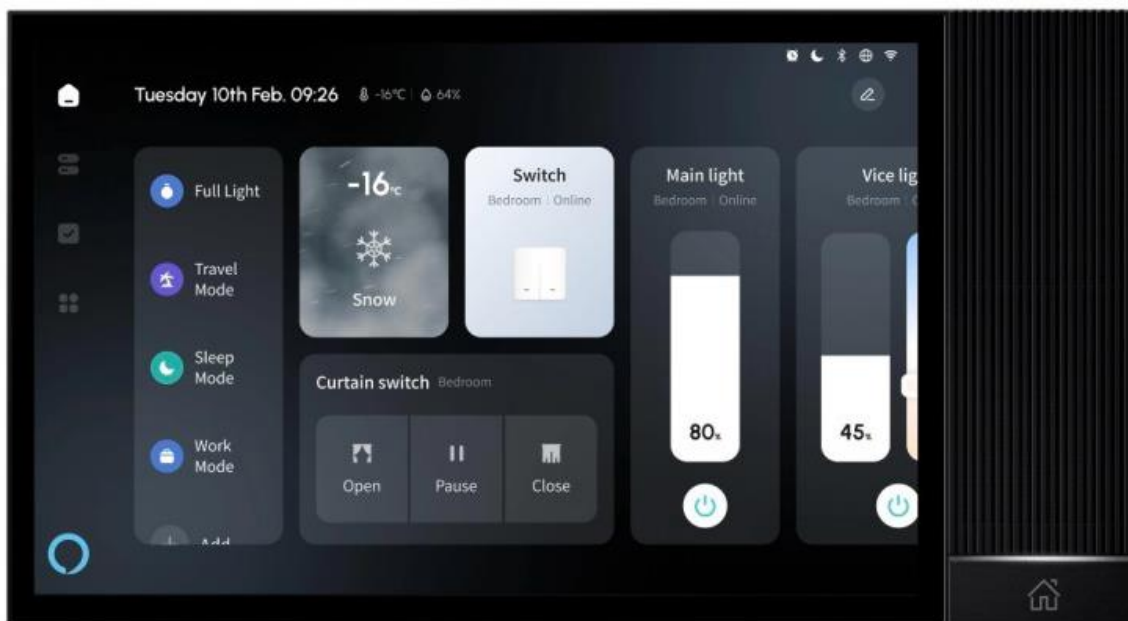


Рисунок 1.2. Приклад Android застосунку для керування «розумним будинком».

Бездротові технології застосовуються також в аграрній автоматизації та екологічному моніторингу. Наприклад, системи керування теплицею можуть контролювати температуру, вологість та освітленість, а також передавати дані користувачеві в реальному часі. За потреби до таких систем інтегруються камери спостереження та засоби віддаленого доступу. Це дає змогу зменшити обсяг ручної праці, оптимізувати використання енергоресурсів і підтримувати стабільні умови для росту рослин. Для розумного будинку також характерні GSM-орієнтовані, веборієнтовані та мікроконтролерні рішення. GSM-системи забезпечують керування через SMS-команди без обов'язкового підключення до Інтернету, що підвищує автономність. Мікровебсервери на базі Arduino дають змогу створювати компактні системи дистанційного моніторингу з підтримкою керування освітленням, контролю температури, вологості, руху, задимлення або витoku газу. Веборієнтовані системи з використанням мов програмування та

програмованих логічних контролерів можуть застосовуватися для складніших завдань зберігання й опрацювання даних. Отже, наявні підходи відрізняються апаратною основою, каналами зв'язку та рівнем автономності, однак усі вони спрямовані на підвищення безпеки, комфорту й ефективності житлового середовища.

1.2. Інтернет речей (IoT).

Інтернет речей доцільно розглядати як систему взаємопов'язаних фізичних об'єктів, оснащених сенсорами, виконавчими механізмами, засобами ідентифікації та комунікації. Такі об'єкти можуть збирати дані, обмінюватися ними через мережу та виконувати керувальні дії відповідно до заданих алгоритмів. У побутовому середовищі це дає змогу об'єднати окремі пристрої в самоконфігуровану систему, яка підтримує дистанційний моніторинг, автоматичне реагування на події та взаємодію з користувачем. Поняття IoT тісно пов'язане з RFID, бездротовими сенсорними мережами, QR-кодами та іншими технологіями ідентифікації й передавання даних.

Основу Інтернету речей формують три взаємопов'язані компоненти:

- апаратне забезпечення — вбудовані сенсори, комунікаційні модулі та виконавчі механізми, які забезпечують збирання даних і фізичне виконання команд;
- проміжне програмне забезпечення — засоби опрацювання, аналізу та зберігання даних, зокрема локальні або хмарні сервіси;
- представлення інформації — інтерфейси, через які користувач отримує результати моніторингу та здійснює керування системою.

Для ефективного функціонування IoT необхідне поєднання кількох технологічних складових:

- радіочастотна ідентифікація (RFID), що забезпечує бездротове розпізнавання об'єктів і передавання пов'язаних із ними даних;
- бездротові сенсорні мережі (WSN), які здійснюють збирання, первинне опрацювання та передавання інформації від сенсорних вузлів;

- схеми адресації, потрібні для однозначної ідентифікації пристроїв, визначення їхнього розташування та підтримання зв'язку між елементами системи;
- аналітика та зберігання даних, що дають змогу перетворювати отримані вимірювання на керувальні рішення;
- візуалізація, яка забезпечує зрозуміле подання даних користувачеві та спрощує взаємодію з системою.

У розумних будинках технології IoT забезпечують дистанційне керування освітленням, побутовими приладами, кліматичним обладнанням і системами безпеки. Передавання даних через Wi-Fi або інші канали зв'язку дає змогу оперативно реагувати на зміну параметрів середовища та раціонально використовувати енергію. Наприклад, інтелектуальна система кондиціонування може враховувати історію перебування мешканців у будинку й автоматично підтримувати бажаний мікроклімат до їхнього прибуття. Такі рішення також підвищують доступність житла для людей похилого віку, оскільки можуть нагадувати про щоденні дії, контролювати стан користувача та передавати сигнали доглядальникам у разі потреби. Водночас перед упровадженням подібних систем необхідно забезпечити їхню надійність і захист від несанкціонованого доступу.

У системах розумного будинку технології Інтернету речей поєднують користувача з побутовими пристроями, сенсорами та засобами відеоспостереження через єдине інформаційно-керувальне середовище (Рис. 1.3). Зображена система передбачає авторизацію користувача за допомогою електронної пошти та пароля, після чого відкривається доступ до основних модулів керування. Користувач може перевіряти стан освітлення, вмикати або вимикати електричні пристрої, контролювати стан дверей за допомогою сенсорів і переглядати зображення з камери спостереження. Магнітні сенсори визначають, чи двері відчинені або зачинені, а відеомодуль дає змогу спостерігати за приміщенням або

прилеглою територією в реальному часі. Така структура поєднує автентифікацію, дистанційне керування, моніторинг і елементи безпеки.

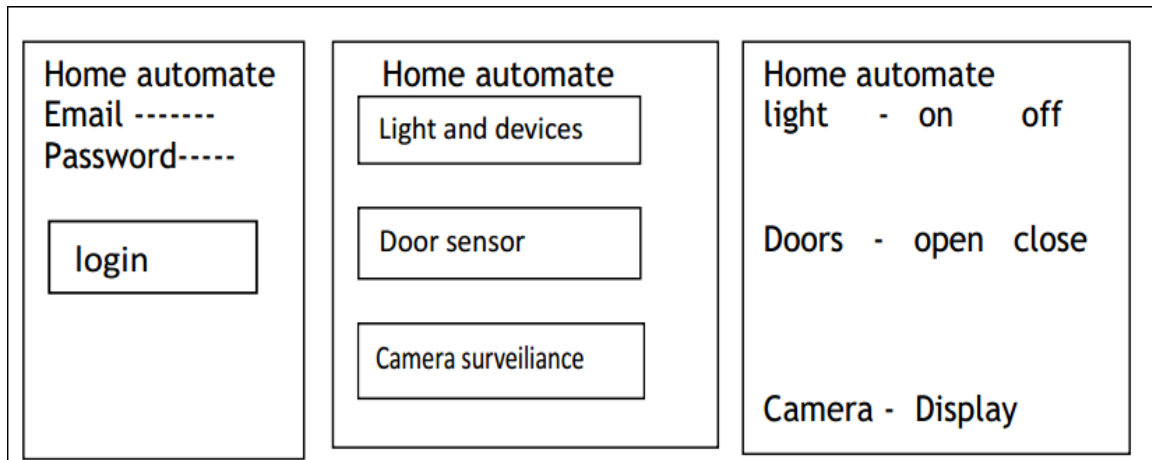


Рисунок 1.3. Застосування Інтернету речей у системі домашньої автоматизації.

Типовий сценарій роботи розумного будинку передбачає дистанційну взаємодію власника з житлом у разі прибуття відвідувача за його відсутності. Система може активувати відеодзвінок або надіслати зображення з камери на мобільний пристрій, після чого користувач оцінює ситуацію й обирає дію: увімкнення освітлення, активацію окремих приладів, тимчасове вимкнення охоронного режиму або передавання повідомлення до відповідних служб. Якщо особу ідентифіковано як очікуваного гостя, користувач може надати доступ до приміщення; у разі підозрілої поведінки зафіксовані дані можуть бути використані для реагування. Послідовність таких дій наведено на рисунку 1.4.

Захист житлових приміщень є одним із важливих напрямів використання технологій розумного будинку. До єдиного інформаційного середовища можуть підключатися лічильники енергії, освітлення, термостати, системи зрошення, відеоспостереження та інші побутові пристрої. Через вебсайт або мобільний застосунок власник отримує інформацію про стан будинку, змінює режими роботи обладнання й реагує на потенційні загрози в режимі реального часу.

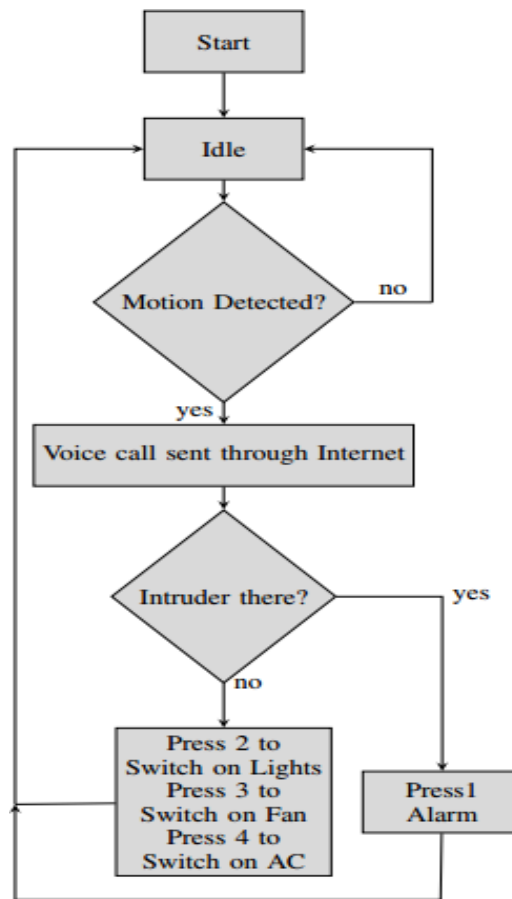


Рисунок 1.4. Блок-схема етапів керування розумним будинком.

Такий підхід підвищує рівень безпеки, комфорту та енергоефективності житлового середовища, оскільки користувач може керувати ключовими пристроями без безпосередньої фізичної присутності. Водночас ефективність системи залежить від надійності сенсорів, стабільності каналів зв'язку та коректності алгоритмів реагування. У системах розумного будинку важливу роль відіграють засоби раннього виявлення небезпеки. Інтелектуальні детектори диму можуть надсилати push-повідомлення про задимлення, хибне спрацювання або низький рівень заряду, а за потреби передавати сигнал до централізованої системи моніторингу. У разі пожежної загрози система може вимкнути вентиляцію чи кондиціонування для обмеження поширення диму, увімкнути освітлення та надати голосові інструкції для евакуації. Подібний принцип застосовується й для охоронної сигналізації: датчики руху, камери та мобільні застосунки формують повідомлення власникові, який може активувати сирену, звернутися до служби охорони або дистанційно надати

доступ авторизованій особі. Деякі системи підтримують розпізнавання власника або інших дозволених користувачів. У такому випадку замість тривоги можуть автоматично виконуватися наперед задані дії, наприклад увімкнення освітлення, запуск кондиціонера чи налаштування мультимедійного обладнання. Отже, охоронні підсистеми IoT не лише виявляють загрози, а й забезпечують персоналізовану взаємодію з користувачем. Приклад роботи такої системи наведено на рисунку 1.5.

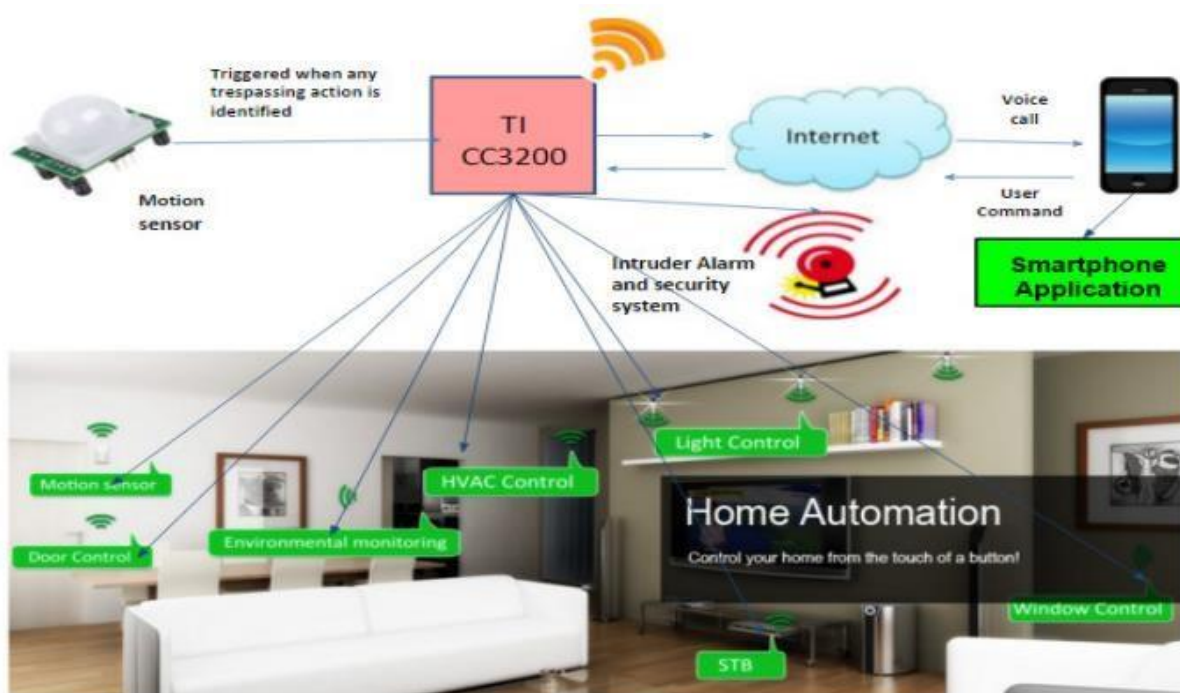


Рисунок 1.5. Забезпечення безпеки та автоматизація житлового середовища

Екологічний моніторинг на основі Інтернету речей передбачає використання сенсорів та інформаційних технологій для спостереження за станом довкілля (Рис. 1.6). Такі системи можуть контролювати якість повітря, води й ґрунту, рівень забруднення, стан лісових масивів, водойм та інших природних об'єктів. Отримані дані передаються до систем аналізу, що дає змогу виявляти зміни параметрів середовища, простежувати довгострокові тенденції та приймати превентивні рішення. Особливо важливим є раннє попередження про небезпечні природні явища, зокрема

повені, землетруси або цунамі, оскільки своєчасне інформування зменшує ризики для населення й матеріальні втрати.

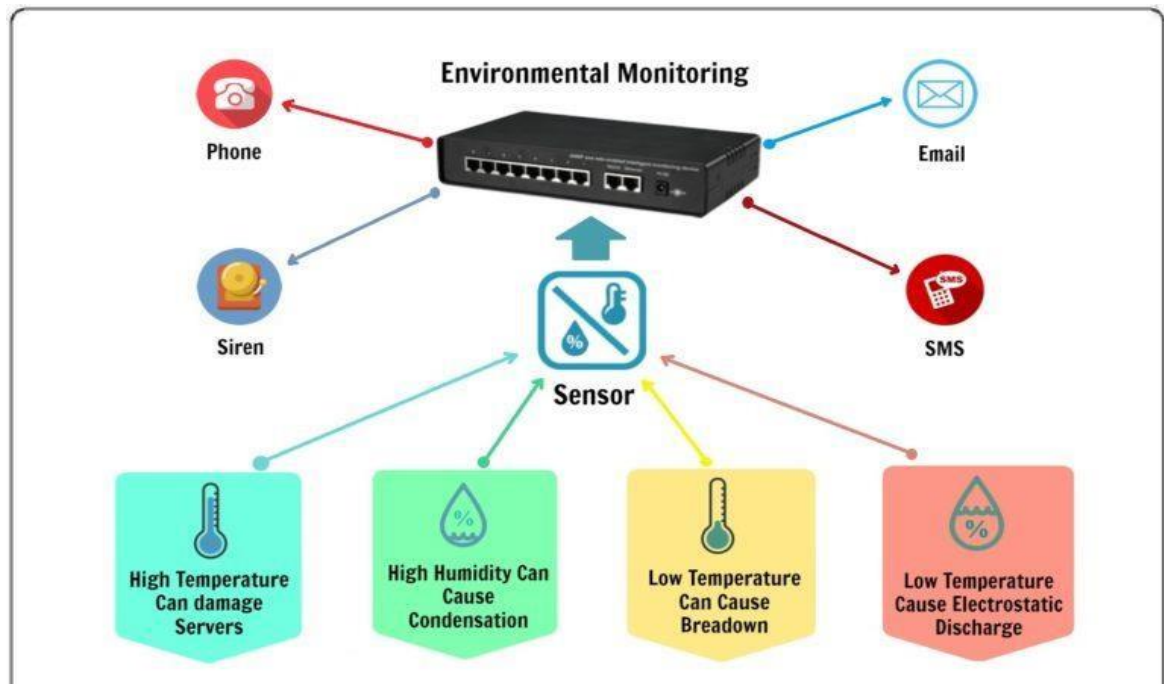


Рисунок 1.6. Реагування системи на порушення екологічних показників.

IoT-сенсори забезпечують безперервний моніторинг параметрів навколишнього середовища та дають змогу оперативно реагувати на потенційно небезпечні ситуації. Зокрема, системи температурного контролю постійно відстежують зміни температури та можуть надсилати користувачеві повідомлення у разі критичних відхилень. Різке зростання температури часто є ознакою задимлення або виникнення пожежі, тому своєчасне сповіщення відіграє важливу роль у запобіганні поширенню небезпеки. Поряд із цим сенсорні технології активно застосовуються для контролю вологості, особливо в аграрній сфері, де здійснюється моніторинг вологості ґрунту й повітря, а також рівня рН. Аналіз накопичених даних дає змогу визначати оптимальні терміни для поливу, внесення добрив, висаджування культур та виконання інших технологічних процесів.

Важливим напрямом застосування IoT є також системи виявлення руху, які використовуються в житлових, промислових і відкритих просторах. Такі системи фіксують переміщення об'єктів у контрольованій зоні, часто із

застосуванням інфрачервоних сенсорів, після чого отримана інформація передається до центрального модуля керування. Надалі система може автоматично активувати камеру спостереження, зберегти запис події, сформулювати сповіщення для користувача або передати сигнал до служби безпеки. Окрім цього, значну увагу приділяють системам виявлення витoku газу (Рис. 1.7), оскільки неконтрольоване поширення газу створює ризик отруєння, займання чи вибуху.

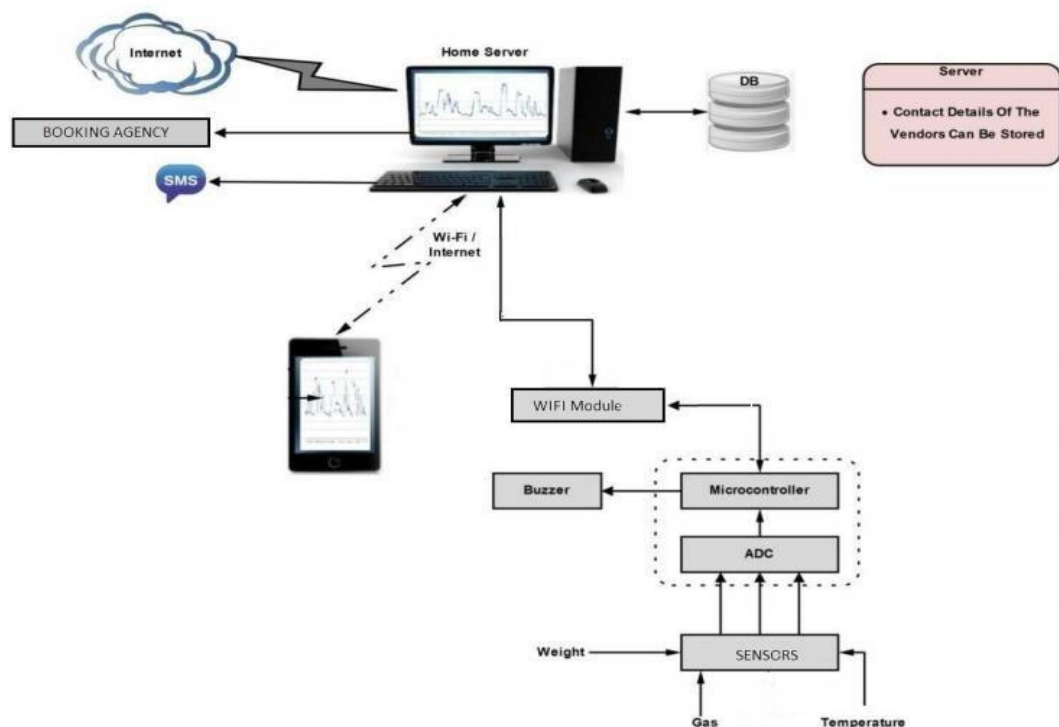


Рисунок 1.7. Реагування системи на порушення екологічних показників.

Інтелектуальні сенсори здатні визначати небезпечні концентрації газу та інформувати власника за допомогою push-повідомлень, SMS або телефонного виклику. У більш складних системах передбачено автоматичне перекриття газового клапана, контроль роботи газової плити, виявлення її тривалого функціонування без нагляду, а також моніторинг рівня газу в балоні.

2. ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

2.1. Архітектура системи

Запропонована система має дворівневу структуру та поєднує апаратні й програмні засоби, що забезпечують дистанційне керування побутовими пристроями, інженерними елементами будинку та захисними механізмами. Її функціонування ґрунтується на взаємодії двох основних комунікаційних компонентів: онлайн-модуля, який забезпечує передавання даних через мережу Інтернет, і GSM-модуля, що дає змогу здійснювати керування та обмін повідомленнями через мобільну мережу. Така комбінована архітектура підвищує надійність системи, оскільки забезпечує можливість доступу до керованих об'єктів як через інтернет-з'єднання, так і за допомогою мобільного зв'язку у випадках, коли доступ до мережі Інтернет є обмеженим або нестабільним. Функціональні можливості системи охоплюють керування основними елементами житлового середовища, зокрема відчинення та зачинення дверей і вікон, увімкнення або вимкнення освітлення, кондиціонера та інших побутових пристроїв. Окрім цього, система виконує низку захисних функцій, серед яких керування водяним насосом, активація сигналізації, увімкнення вентилятора та реагування на потенційно небезпечні ситуації. Для реалізації зазначених функцій мобільний застосунок повинен мати доступ як до мережі Інтернет, так і до мобільної мережі, що забезпечує повноцінну взаємодію між користувачем, керувальним модулем і виконавчими пристроями. Підключення системи до Інтернету здійснюється за допомогою LAN-кабелю, що забезпечує стабільний канал передавання даних, тоді як взаємодія з мобільною мережею реалізується через SIM-картку, встановлену в GSM-модуль.

Програмна частина системи представлена мобільним застосунком, який функціонує на пристроях з операційною системою Android. Через цей застосунок користувач може дистанційно надсилати команди, отримувати інформацію про стан підключених пристроїв і контролювати роботу окремих

елементів системи в режимі реального часу. Такий підхід забезпечує зручність експлуатації, оперативність реагування та підвищує рівень безпеки житлового простору. Поєднання інтернет-з'єднання, GSM-зв'язку, апаратних контролерів і мобільного програмного забезпечення дає змогу сформувати гнучку систему розумного будинку, здатну виконувати як функції комфорту, так і функції моніторингу та захисту.

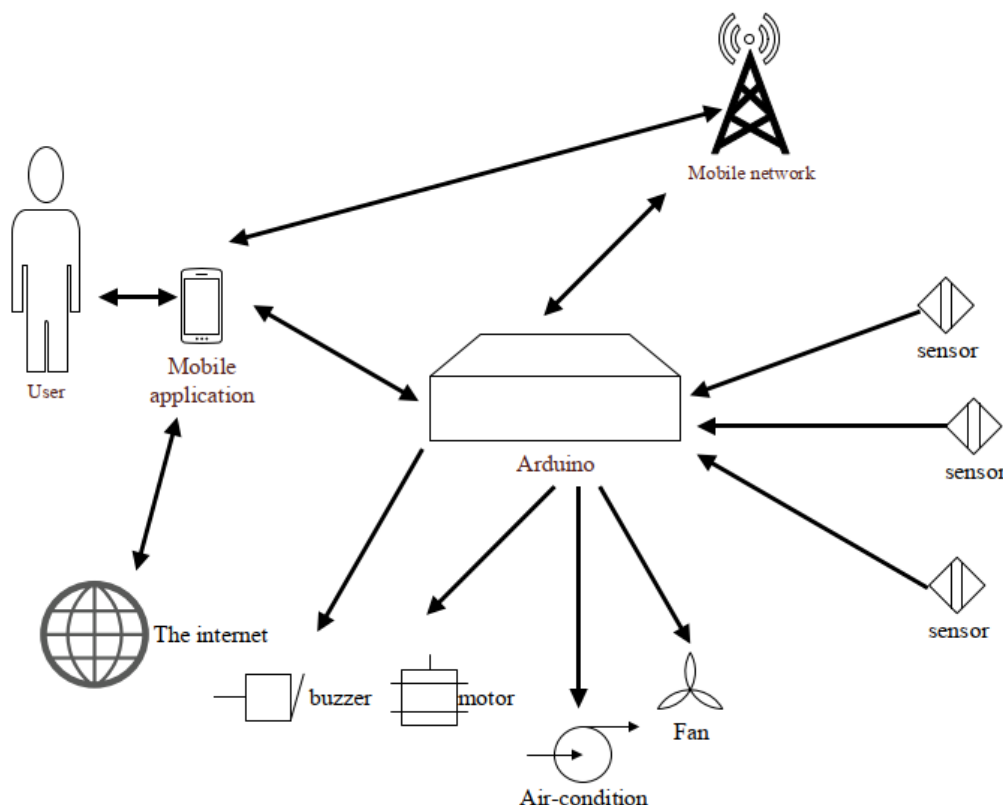


Рисунок 2.1. Архітектура системи.

У межах реалізації системи розумного будинку застосовується комплекс технологічних рішень, які забезпечують дистанційне керування побутовими пристроями за допомогою мобільного застосунку. Основою такої системи є поєднання мобільних технологій, мікроконтролерної платформи Arduino, засобів бездротового зв'язку та програмного забезпечення, що дає змогу організувати ефективну взаємодію між користувачем і керованими об'єктами. Завдяки цьому користувач може надсилати команди, отримувати повідомлення про стан системи,

контролювати роботу окремих пристроїв і своєчасно реагувати на зміну параметрів у житловому середовищі. Важливу роль у функціонуванні системи відіграють мобільні технології, оскільки саме мобільний пристрій виступає основним інтерфейсом взаємодії користувача з розумним будинком. Використання смартфона є доцільним завдяки його широким комунікаційним можливостям, зокрема підтримці надсилання та отримання SMS-повідомлень, доступу до мережі Інтернет і можливості встановлення спеціалізованого програмного забезпечення. Це забезпечує зручність дистанційного керування, оскільки користувач може контролювати побутові пристрої незалежно від свого місцеперебування. Крім того, мобільний застосунок дає змогу зробити процес керування більш простим, зрозумілим і доступним для користувача, оскільки всі основні функції системи можуть бути зосереджені в одному інтерфейсі.

Однією з ключових технологічних складових такої системи є платформа Arduino, яка належить до відкритих електронних апаратно-програмних засобів і широко використовується для створення прототипів, навчальних проєктів та прикладних автоматизованих систем. Її перевагами є простота апаратної реалізації, доступність програмування, невисока вартість і можливість підключення різних сенсорів, виконавчих механізмів та комунікаційних модулів. Arduino дає змогу зчитувати вхідні сигнали від сенсорів, обробляти отримані дані та формувати керувальні команди для виконавчих пристроїв, зокрема двигунів, світлодіодів, реле, освітлювальних приладів або інших елементів системи. Принцип роботи Arduino в системі розумного будинку полягає в тому, що мікроконтролер отримує інструкції від мобільного застосунку або сенсорних модулів і відповідно до заданого алгоритму визначає подальшу дію. Наприклад, система може активувати двигун, увімкнути освітлення, змінити стан електричного кола, обробити сигнал від датчика або передати інформацію користувачеві.

2.1. Мікроконтролерна платформа Arduino Mega та елементи керування

Arduino Mega (Рис. 2.2) — це плата мікроконтролера, побудована на основі ATmega2560, яка має 54 цифрові виводи, з яких 14 можуть використовуватися як PWM-виходи, а також 16 аналогових. Крім того, плата містить 16 МГц керамічний резонатор, USB-порти для підключення, роз'єм живлення, кнопку скидання та ICSP-роз'єм. Функціональні елементи плати забезпечують усе необхідне для повноцінної підтримки роботи мікроконтролера. Для початку роботи достатньо під'єднати плату до основного комп'ютера за допомогою USB-кабелю або забезпечити її живлення через відповідний кабель живлення.

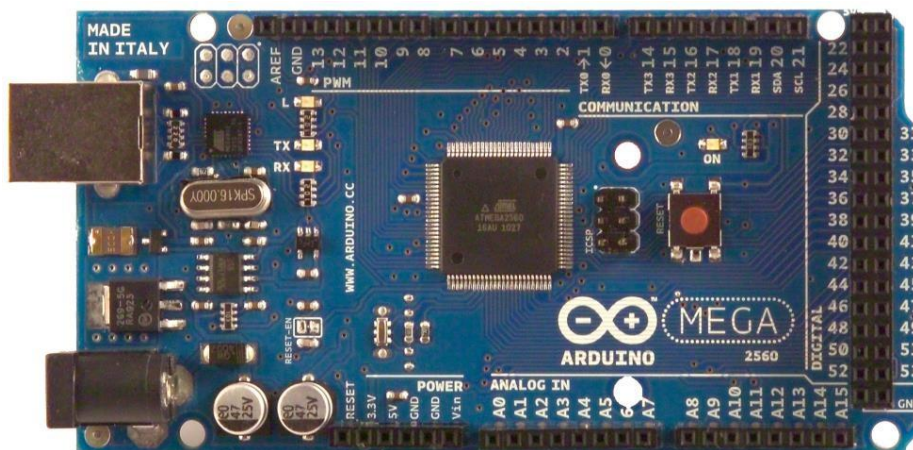


Рисунок 2.1. Arduino Mega.

У таблиці 2.1 наведено різні типи виводів, які входять до складу плати Arduino. Вивід Reset відповідає за перезавантаження всієї системи. Позначення 3V3 стосується виводів із максимальною напругою 3,3 В; аналогічно, вивід 5V призначений для напруги 5 В. Джерела живлення з напругою від 9 до 12 В підключаються до виводу VIN. Крім того, плата має аналогові виводи, які також можуть використовуватися як цифрові. Виводи RX/TX забезпечують послідовний зв'язок, тобто приймання та передавання інформації. Виводи PWM підтримують можливість формування широтно-імпульсної модуляції на виході. Водночас виводи AREF відповідають за

підключення зовнішньої опорної напруги, що використовується для роботи з аналоговими сигналами.

Таблиця 2.1. Основні характеристики Arduino Mega.

Компоненти	Технічні характеристики
Мікроконтролер	ATmega2560
Робоча напруга	5 В
Вхідна напруга (рекомендована)	7–12 В
Вхідна напруга (граничні значення)	6–20 В
Цифрові входи/виходи	54, з яких 14 забезпечують PWM-вихід
Аналогові входи	16
Постійний струм на один вхід/вихід	40 мА
Постійний струм для виводу 3,3 В	50 мА
Flash-пам'ять	256 КБ, з яких 8 КБ використовується завантажувачем
SRAM	8 КБ
EEPROM	4 КБ
Тактова частота	16 Гц

Плати розширення Arduino Shield є модульними друкованими платами, які встановлюються на основну плату Arduino з метою розширення її функціональних можливостей. Існують різні типи плат Arduino Shield, зокрема IO Shield, Motor Shield, Ethernet Shield, LCD & Keypad Shield, Input Shield та XBee Shield.

2.1.1. Arduino Ethernet Shield

Arduino Ethernet Shield (Рис. 2.2) дає змогу основній платі Arduino підключатися до Інтернету. Основою роботи цієї плати розширення є Ethernet-чип Wiznet W5100, який забезпечує мережевий стек із підтримкою як TCP-, так і UDP-з'єднань через сокети. Бібліотека Ethernet використовується безпосередньо для написання скетчів, призначених для підключення та взаємодії з цією платою розширення. Фізичне з'єднання здійснюється за допомогою подовжених контактів із роз'ємами, які

з'єднують плату розширення з основною платою Arduino, забезпечуючи стабільне підключення контактів. Для обміну даними з Ethernet Shield Arduino використовує різні цифрові виводи, зокрема виводи з 10 по 13. Плата оснащена стандартним Ethernet-роз'ємом RJ45, а також має можливість скидання як контролера W5100, так і основної плати Arduino.

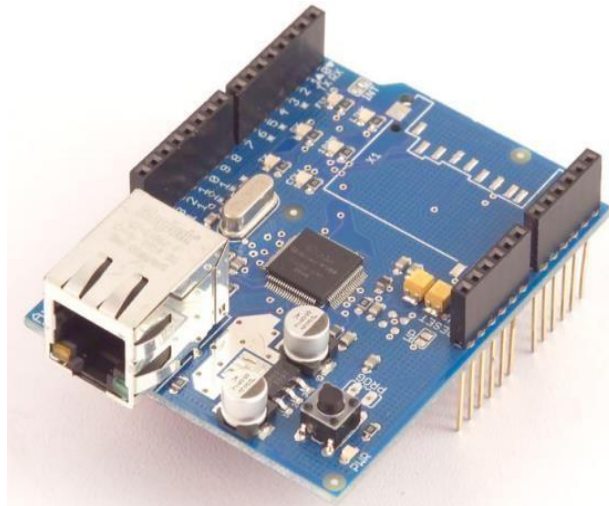


Рисунок 2.2. Arduino Ethernet Shield.

Функціональне призначення світлодіодних індикаторів, розміщених на платі:

- **PWR:** цей світлодіодний індикатор показує, чи подається живлення на плату Arduino та плату розширення.
- **LINK:** відображає наявність мережевого з'єднання та блимає під час передавання даних платою розширення.
- **FULLD:** скорочене позначення, яке вказує на те, що з'єднання працює у повнодуплексному режимі.
- **100M:** вказує на наявність мережевого з'єднання зі швидкістю 100 Мбіт/с, що відрізняється від стандартного з'єднання зі швидкістю 10 Мбіт/с.
- **RX:** цей індикатор блимає, повідомляючи про отримання даних.
- **TX:** цей індикатор блимає, повідомляючи користувача про те, що плата розширення передала дані.
- **COLL:** подає сигнал у разі виявлення колізії в мережі.

2.1.2. Arduino SMS Shield

Arduino SMS Shield (Рис. 2.3) дає змогу основній платі Arduino підключатися до Інтернету, забезпечуючи виконання низки функцій, зокрема здійснення дзвінків і надсилання SMS-повідомлень. Для забезпечення комунікації між основною платою та платою розширення використовуються АТ-команди. Плата розширення використовує кілька цифрових виводів, зокрема виводи 2 і 3, для програмної послідовної комунікації: вивід 2 підключається до TX модуля M10, а вивід 3 — до його RX-виводу. Для роботи з цією платою користувач вставляє SIM-картку будь-якого мобільного оператора, який забезпечує покриття GPRS. Після цього за допомогою покрокових інструкцій користувач може підключитися до Інтернету та розпочати дистанційне керування навколишніми пристроями або об'єктами..

SIM900 — це надкомпактний і захищений бездротовий пристрій, який містить повноцінний двохдіпазонний GSM/GPRS-модуль і може бути інтегрований у клієнтські застосунки. Він також забезпечує роботу GSM/GPRS у діапазонах 900/1800 МГц для передавання голосу, SMS-повідомлень, даних і факсів у компактному форм-факторі та з низьким енергоспоживанням. За умови незначного налаштування цей модуль може відповідати майже всім просторовим вимогам користувацьких застосунків.

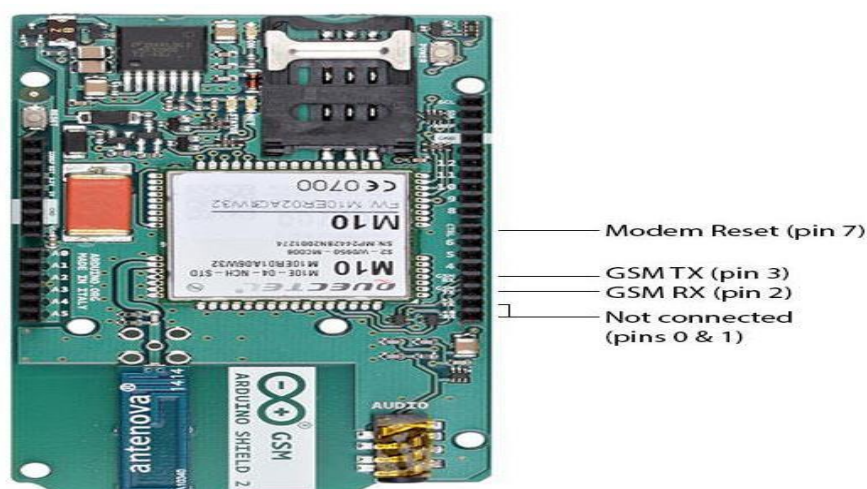


Рисунок 2.3. Arduino SMS Shield.

2.1.3. Сенсори та датчики.

У сучасних системах розумного будинку важливу роль відіграють сенсори та датчики, призначені для виявлення, вимірювання й фіксації змін параметрів навколишнього середовища. Завдяки технологіям Інтернету речей такі пристрої забезпечують збирання даних про температуру, вологість, рівень газу, рух, освітленість та інші показники, що дає змогу своєчасно реагувати на зміну умов і автоматизувати керування побутовими або технічними системами.

Датчик температури LM35

Датчик температури LM35 (Рис. 2.4) призначений для вимірювання та реєстрації температури. Цей сенсор формує вихідну напругу, яка є лінійно пропорційною температурі в градусах Цельсія. Його перевага порівняно з іншими лінійними температурними сенсорами полягає в тому, що користувачеві не потрібно віднімати сталу напругу для отримання шкали вимірювання в градусах Цельсія.

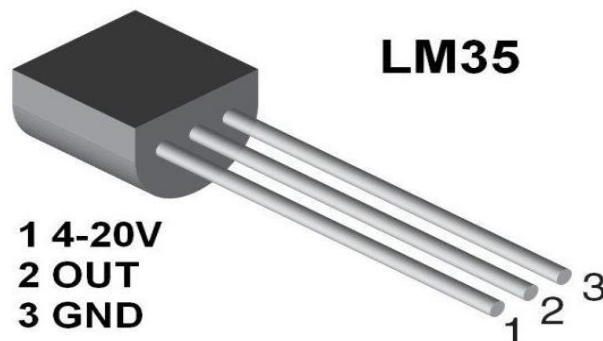


Рисунок 2.4. Датчик температури LM35.

Датчик температури та вологості DHT11

Датчик температури та вологості DHT11 (Рис. 2.5) здатний вимірювати як температуру, так і вологість за допомогою каліброваного цифрового вихідного сигналу, що забезпечує високу надійність і довготривалу стабільність роботи. Система має однопровідний інтерфейс, інтегрований у її структуру, що робить сенсор зручним і простим у використанні

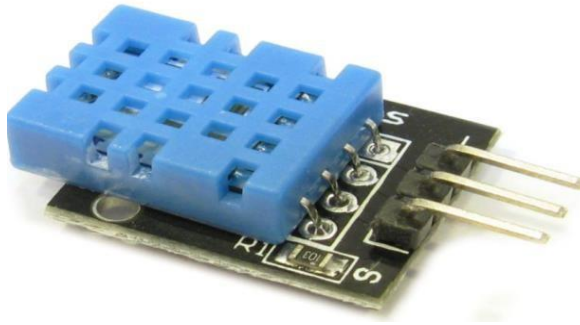


Рисунок 2.5. Датчик температури та вологості DHT11.

Датчик газу (MQ2)

Датчик газу MQ2 (Рис. 2.6) призначений для виявлення та фіксації витоків газу в житлових будинках або промислових зонах. Він може реагувати на різні типи газів і речовин, зокрема H_2 , LPG, CH_4 , CO, спиртові пари, газ і дим.



Рисунок 2.6. Датчик газу MQ2.

Датчик руху PIR

Датчики руху PIR (Рис. 2.7), здатні виявляти та фіксувати рух у приміщеннях або на контрольованій території, зокрема переміщення людини в зоні моніторингу. Вони мають компактні розміри, є відносно недорогими та складаються з піроелектричних елементів, які реагують на інфрачервоне випромінювання.



Рисунок 2.7. Датчик руху PIR.

2.1.4. Сервомотор.

Сервомотор є компактним та ефективним виконавчим механізмом, призначеним для точного керування обертальним або лінійним переміщенням об'єкта з одного положення в інше (Рис. 2.8). Його конструкція зазвичай поєднує електродвигун, систему зворотного зв'язку та датчик положення, що забезпечує можливість контролю кута повороту або переміщення робочого елемента. Завдяки високій точності позиціонування, невеликим габаритам і здатності швидко реагувати на керувальні сигнали сервомотори широко застосовуються в робототехнічних системах, пристроях Інтернету речей, автоматизованих механізмах і системах дистанційного керування. Зокрема, вони можуть використовуватися для керування рухом радіокерованих моделей, мобільних роботів, маніпуляторів, поворотних платформ, заслінок, замків та інших пристроїв, де необхідне точне й надійне переміщення виконавчого елемента.



Рисунок 2.8. Сервомотор.

2.1.5. Релейні пристрої.

Реле належать до електронних комутаційних пристроїв, призначених для замикання та розмикання електричних контактів, а також для активації або деактивації роботи інших елементів у межах одного електричного кола (Рис 2.9). Завдяки цим функціям реле широко застосовуються в системах автоматизації, керування та захисту, оскільки дають змогу передавати керувальний сигнал до виконавчих пристроїв і забезпечувати контроль їхнього робочого стану. За принципом дії релейні пристрої можна поділити на два основні типи: електромеханічні та твердотільні.

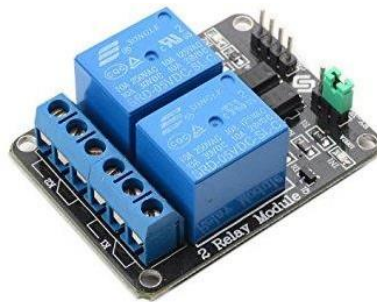


Рисунок 2.9. Реле.

Електромеханічні реле функціонують на основі електромагнітної взаємодії, за якої котушка індуктивності створює магнітне поле, що змінює положення комутаційного елемента та забезпечує замикання або розмикання контактів. Твердотільні реле виконують аналогічну функцію, однак не мають рухомих механічних частин, оскільки керування електричним колом здійснюється за допомогою напівпровідникових елементів. У таких пристроях зміна провідності або імпедансу напівпровідникової структури дає змогу активувати чи деактивувати електричне коло шляхом його електронного замикання або розмикання. Основні технічні специфікації релейних пристроїв та їхнє призначення наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2. Основні технічні специфікації релейних пристроїв.

Специфікація	Опис
MIL-R-5757	Реле для електричного, електронного та комунікаційного обладнання
MIL-R-6106	Електромагнітні реле
MIL-R-28776	Гібридні реле для електричного, електронного та комунікаційного обладнання
MIL-R-39016	Електромагнітні реле з установленими показниками надійності
MIL-R-28750	Твердотільні реле
MIL-R-83726	Реле із затримкою часу, гібридні та твердотільні рел

2.1.6. Макетна плата.

Макетна плата є важливим інструментом для електронного прототипування, оскільки вона дає змогу швидко створювати, перевіряти та змінювати електричні схеми без необхідності паяння елементів. Конструктивно така плата виготовляється з пластикового корпусу з великою кількістю отворів, у які вставляються виводи електронних компонентів, з'єднувальні дроти, світлодіоди, резистори та інші елементи схеми. Усередині плати окремі отвори з'єднані між собою металевими контактними доріжками, що забезпечує проходження електричного струму між відповідними точками кола. Завдяки цьому макетна плата широко використовується на етапах розроблення, тестування та навчального моделювання електронних пристроїв.

За допомогою макетної плати можна реалізовувати різні типи електричних з'єднань, зокрема послідовні та паралельні схеми підключення світлодіодів. У послідовному з'єднанні електричний струм проходить через елементи один за одним, тоді як у паралельному з'єднанні кожен елемент підключається до джерела живлення окремою гілкою. Це дає змогу наочно дослідити особливості розподілу напруги та струму в різних електричних колах. Бічні частини макетної плати зазвичай призначені для підключення джерела живлення та мають позитивні й негативні шини, які проходять уздовж плати. Вони використовуються для розподілу напруги між різними ділянками схеми. Центральна частина плати поділена на дві окремі зони, між

якими розміщено розрив, що дає змогу встановлювати інтегральні мікросхеми або формувати незалежні електричні з'єднання. Контактні смуги, позначені літерами, наприклад від А до І, забезпечують зручну організацію підключення компонентів і спрощують побудову експериментальних електронних схем.

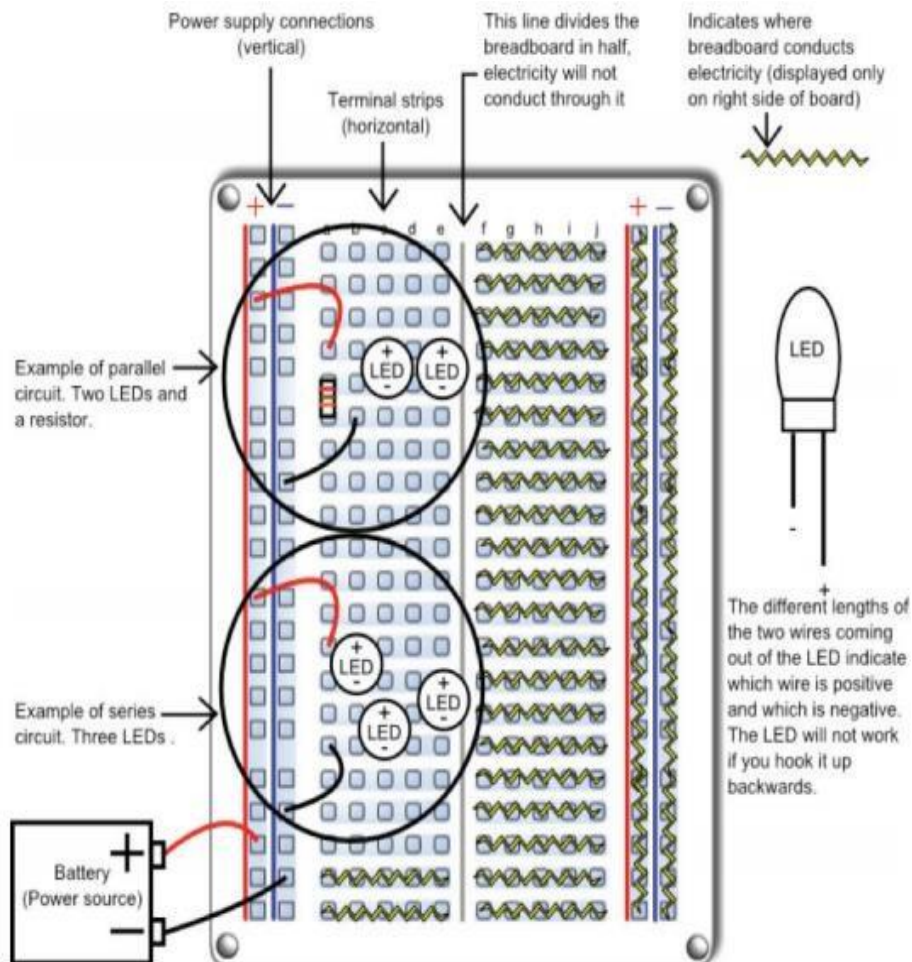


Рисунок 2.10. Схематичне зображення підключення до макетної плати.

Таким чином, макетна плата є універсальним засобом для швидкого складання електричних кіл, перевірки працездатності компонентів і відпрацювання принципів роботи електронних пристроїв.

2.1.7. Опис електричної схеми

Нижче наведено електронну схему системи розумного будинку з функціями автоматичного захисту, яка відображає взаємозв'язок між основними сенсорними, керувальними та виконавчими елементами

системи (Рис. 2.11). Ця схема демонструє принцип підключення компонентів, необхідних для моніторингу параметрів житлового середовища, виявлення потенційно небезпечних ситуацій і формування відповідних керувальних дій.

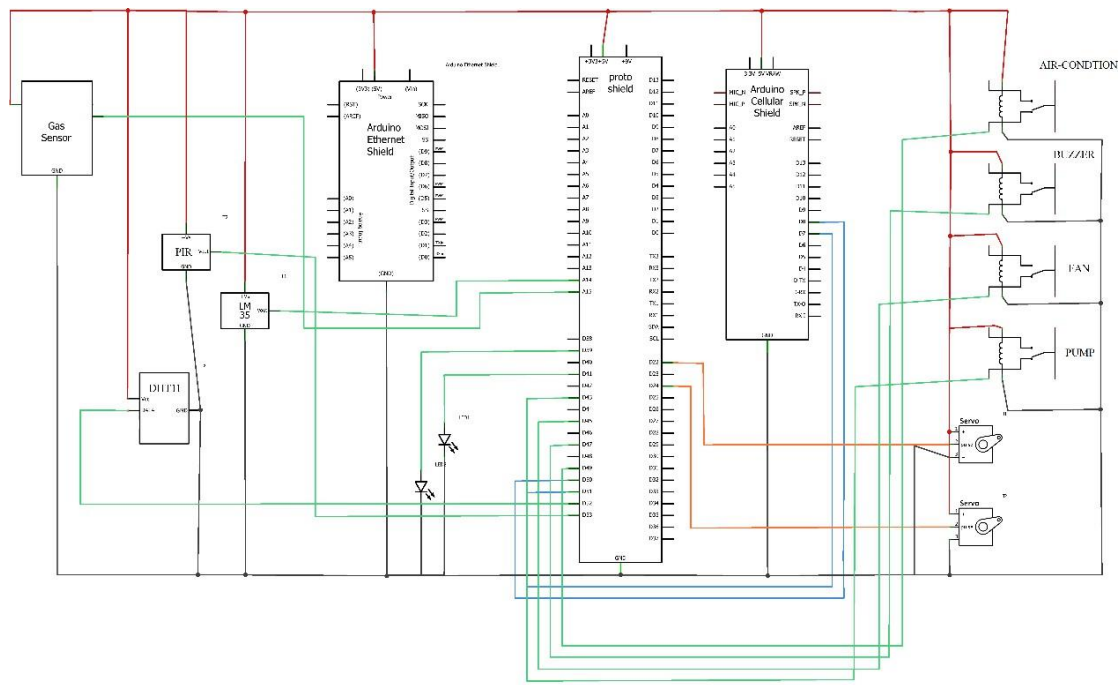


Рисунок 2.11. Електронна схема «розумного будинку».

Електрична схема системи містить чотири основні сенсорні елементи, призначені для контролю температури, вологості, рівня газу та виявлення руху. Наведена схема забезпечує не лише дистанційне керування пристроями розумного будинку, а й автоматичне реагування на зміну параметрів середовища.

2.2. Програмне забезпечення системи.

Для реалізації системи розумного будинку, керування якою здійснюється за допомогою мобільного застосунку та мікроконтролерної платформи Arduino, важливе значення має вибір відповідного програмного забезпечення, операційних систем і мов програмування. До основних програмних компонентів, які забезпечують розроблення, тестування та функціонування такої системи, належать операційні системи персональних комп'ютерів і мобільних пристроїв, середовища програмування, засоби

створення Android-застосунків, а також інструменти для програмування мікроконтролерів. Саме їх поєднання дає змогу забезпечити взаємодію між користувачем, мобільним пристроєм, керувальним модулем і виконавчими елементами системи.

Операційна система Windows є однією з найпоширеніших платформ для персональних комп'ютерів і тривалий час використовується як базове середовище для встановлення прикладного програмного забезпечення, середовищ розроблення та інструментів налаштування електронних пристроїв. Розвиток цієї операційної системи розпочався з ранніх версій Windows, після чого було створено низку модифікацій для персональних комп'ютерів, портативних пристроїв і мобільних платформ. У контексті розроблення систем автоматизації Windows може використовуватися як робоче середовище для написання програмного коду, встановлення драйверів, компіляції програм, тестування мобільних застосунків і взаємодії з апаратними платформами, зокрема Arduino.

Важливе місце в системах розумного будинку займає операційна система Android, оскільки саме на її основі часто створюються мобільні застосунки для дистанційного керування пристроями. Android є відкритою мобільною операційною системою, побудованою на модифікованому ядрі Linux і призначеною для смартфонів, планшетів та інших мобільних пристроїв. Її поширення зумовлене відкритістю платформи, гнучкістю розроблення, підтримкою різних апаратних конфігурацій і широкими можливостями інтеграції з мережевими та сенсорними технологіями. У межах системи розумного будинку Android-застосунок може виконувати функцію інтерфейсу користувача, через який здійснюється надсилання команд, отримання повідомлень, перегляд стану пристроїв і контроль параметрів житлового середовища. До переваг Android як програмної платформи належать відкритість архітектури, зручність використання, підтримка двовимірної та тривимірної графіки, можливість роботи з різними мовами інтерфейсу, підтримка аудіо- та відеоформатів, достатній рівень

безпеки, а також адаптація до різних розмірів екранів і роздільних здатностей. Завдяки цим властивостям Android є зручною платформою для створення мобільних застосунків, орієнтованих на керування побутовими пристроями, моніторинг сенсорних даних і взаємодію з мікроконтролерними системами через Інтернет, Bluetooth, Wi-Fi або GSM-зв'язок.

Розроблення програмного забезпечення для таких систем неможливе без використання мов програмування. Мова програмування є формалізованим засобом подання інструкцій, за допомогою яких розробник задає комп'ютеру або мікроконтролеру послідовність дій для виконання певного завдання. Програма спочатку створюється у вигляді вихідного коду, тобто текстового опису алгоритму, після чого цей код транслюється у машинно-зрозумілу форму. Такий процес називається компіляцією, а відповідне програмне забезпечення, яке перетворює вихідний код у машинний код, називається компілятором. Кожна мова програмування має власні особливості синтаксису, структури команд і засобів опису алгоритмів, тому вибір мови залежить від типу системи, апаратної платформи та функціональних вимог до програмного продукту. Для створення Android-застосунків важливим інструментом є Java Development Kit, який забезпечує розроблення програм мовою Java. До складу JDK входять засоби компіляції, інтерпретації та запуску програм, а також середовище виконання Java Runtime Environment. Використання JDK дає змогу створювати програмні компоненти, які можуть бути інтегровані в мобільні застосунки, аплети або інші програмні рішення. У поєднанні з інтегрованими середовищами розроблення JDK спрощує створення програм, прискорює процес написання коду та дає змогу використовувати додаткові інструменти для проєктування інтерфейсу й налагодження роботи застосунку. Для безпосереднього розроблення мобільних застосунків під Android широко використовується Android Studio (Рис. 2.12).

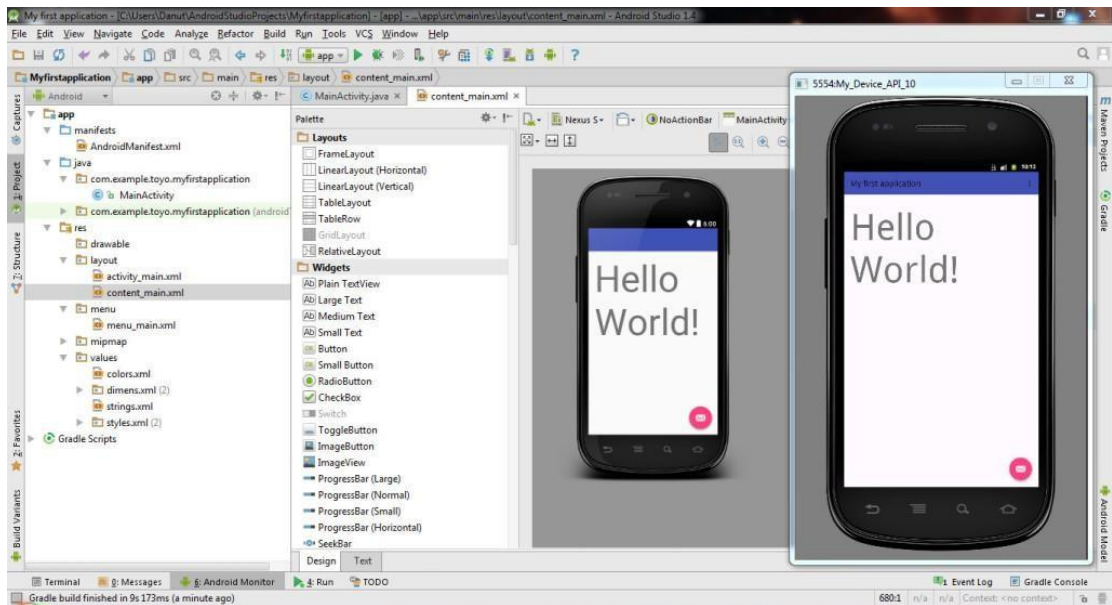


Рисунок 2.12. Інтерфейс програми Android Studio.

Це офіційне інтегроване середовище розроблення для створення програмного забезпечення під операційну систему Android. Воно забезпечує написання коду, проєктування графічного інтерфейсу, підключення бібліотек, компіляцію застосунку, його тестування та налагодження. Android Studio дає змогу створювати зручний інтерфейс користувача для системи розумного будинку, реалізовувати кнопки керування, вікна стану пристроїв, повідомлення, а також механізми обміну даними між мобільним застосунком і апаратною частиною системи. Завдяки цьому середовище є одним із ключових інструментів для розроблення програмної частини мобільного керування.

Окреме значення має мова програмування C, яка використовується для програмування мікроконтролерів, зокрема платформ Arduino. C є процедурною мовою програмування, що характеризується ефективністю, можливістю низькорівневого доступу до пам'яті та відносно простою структурою команд. Багато сучасних мов програмування, зокрема Java, PHP, JavaScript та інші, значною мірою успадкували синтаксичні особливості мови C. У системах на базі Arduino ця мова використовується для написання програм, які визначають логіку роботи мікроконтролера: зчитування сигналів

із сенсорів, оброблення отриманих даних, керування реле, світлодіодами, двигунами, модулями зв'язку та іншими виконавчими пристроями. Завдяки цьому С є важливою мовою для реалізації апаратно-програмної взаємодії в системах автоматизації.

Також важливим програмним компонентом у процесі реалізації апаратно-програмної частини системи є Arduino IDE (Рис. 2.13) — відкрите середовище розроблення, призначене для створення, редагування, компіляції та завантаження програмного коду на мікроконтролерні плати Arduino. Його використання забезпечує можливість формування алгоритмів роботи системи, налаштування взаємодії між апаратними модулями та подальшого виконання заданих команд мікроконтролером. У межах системи розумного будинку Arduino IDE виступає основним інструментом програмування керувального модуля, який відповідає за оброблення сигналів від сенсорів, керування виконавчими пристроями та забезпечення узгодженої роботи всіх елементів автоматизації. Важливою перевагою Arduino IDE є простота використання та доступність для розробників різного рівня підготовки. Програмне середовище має зрозумілий інтерфейс, підтримує велику кількість бібліотек і дає змогу швидко налаштовувати взаємодію з різними сенсорами, виконавчими механізмами, комунікаційними модулями та іншими електронними компонентами. Завдяки цьому Arduino IDE широко застосовується під час створення систем автоматизації, робототехнічних пристроїв, навчальних електронних проєктів, систем Інтернету речей і прототипів технічних рішень.

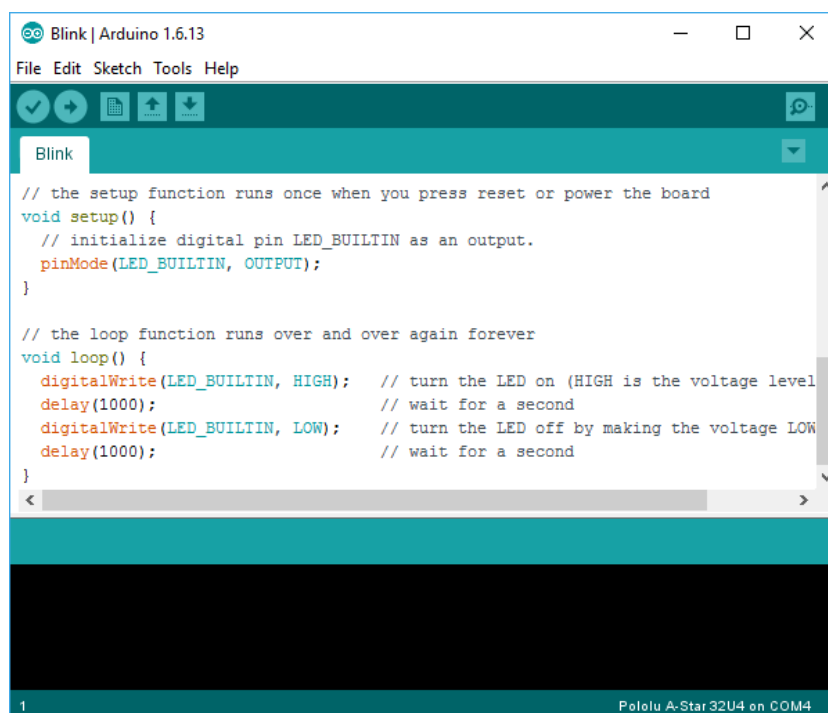


Рисунок 2.13. Интерфейс программы Android Studio.

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

Система передбачає використання двох взаємопов'язаних напрямів програмування, які забезпечують узгоджену роботу апаратної та програмної частин розумного будинку. Перший напрям пов'язаний із програмуванням мікроконтролера Arduino мовою C, що дає змогу здійснювати керування пристроями введення та виведення, зчитувати сигнали від сенсорів, обробляти отримані дані й формувати керувальні команди для виконавчих механізмів. Другий напрям охоплює програмування мобільного застосунку для операційної системи Android із використанням мови Java. Такий застосунок виконує функцію інтерфейсу користувача та забезпечує можливість дистанційного керування апаратною частиною системи через Інтернет або за допомогою SMS-повідомлень.

Користувачем системи є власник або оператор розумного будинку, який здійснює моніторинг стану середовища та керування підключеними пристроями. Функціональна структура мобільного застосунку передбачає наявність кількох основних екранів: головного екрана, екрана керування через Інтернет, екрана керування через SMS, екрана налаштувань та інформаційного екрана. Головний екран призначений для відображення основних параметрів середовища, зокрема температури, вологості та рівня газу, що дає змогу користувачеві оперативно оцінювати поточний стан системи. Екран керування через Інтернет містить набір кнопок, за допомогою яких користувач може надсилати команди до апаратної частини системи через мережеве з'єднання. Екран керування через SMS також містить відповідні елементи керування, однак передавання команд у цьому випадку здійснюється через мобільну мережу за допомогою текстових повідомлень.

Екран налаштувань забезпечує введення необхідних параметрів для коректної роботи системи. Зокрема, у першому полі користувач може зазначити IP-адресу та номер порту, які використовуються для встановлення

мережевого з'єднання, а в другому полі — телефонний номер, необхідний для надсилання SMS-команд або отримання повідомлень. Інформаційний екран містить загальні відомості про застосунок, його призначення та функціональні можливості. Таким чином, програмна структура системи поєднує мікроконтролерне керування на базі Arduino та мобільний Android-застосунок, що забезпечує зручний моніторинг, дистанційне керування й підвищення рівня безпеки розумного будинку.

3.1 Мобільний застосунок для керування «розумним будинком»

Після першого запуску мобільного застосунку користувач переходить до екрана налаштувань, який призначений для введення основних параметрів зв'язку між програмною та апаратною частинами системи. На цьому екрані передбачено два інформаційні поля: перше використовується для введення IP-адреси та номера порту у вигляді мережевого посилання, а друге — для зазначення телефонного номера, необхідного для передавання SMS-команд (Рис. 3.1).

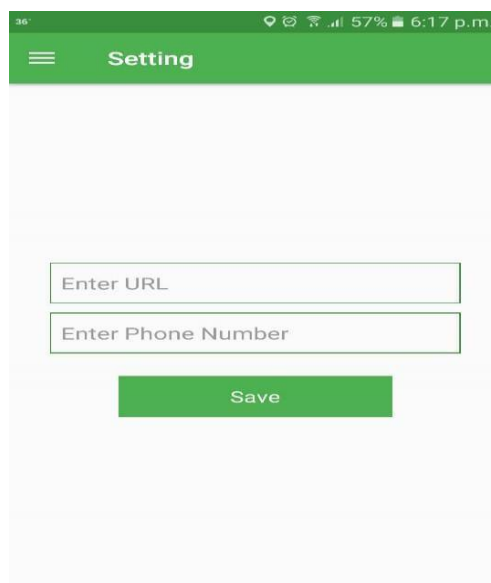


Рисунок 3.1. Екран сторінки налаштувань.

Після введення необхідної інформації користувач отримує доступ до головного екрана застосунку, який виконує функцію інформаційної панелі та відображає значення, отримані від Arduino як зворотний зв'язок (Рис. 3.2).

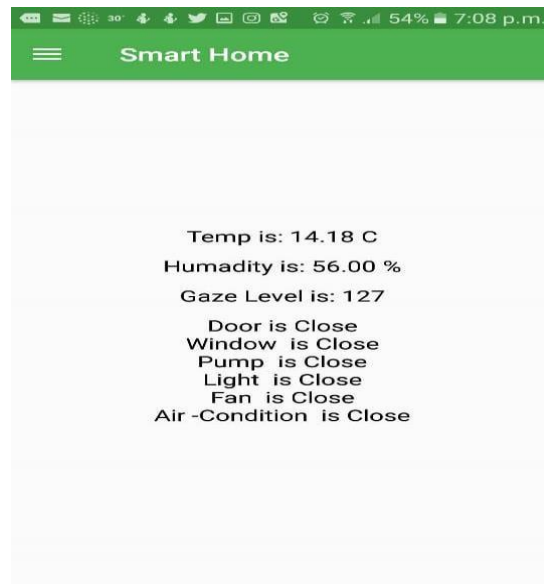


Рисунок 3.2. Головний екран застосунку.

Зокрема, на цьому екрані можуть відображатися показники температури, вологості та рівня газу, що дає змогу користувачеві оперативно оцінювати поточний стан середовища в розумному будинку.

Для зручної навігації в мобільному застосунку передбачено бічне меню, яке містить основні функціональні розділи системи. До них належать керування через Інтернет, керування через SMS, запит стану пристроїв через SMS, інформаційна сторінка та сторінка налаштувань. Така структура інтерфейсу забезпечує швидкий перехід між режимами роботи застосунку та спрощує взаємодію користувача із системою розумного будинку (Рис. 3.3).

Екран керування через Інтернет призначений для надсилання команд до апаратної частини системи за допомогою мережевого з'єднання. Він містить набір керувальних кнопок, за допомогою яких користувач може виконувати основні дії: відчиняти або зачиняти двері, відчиняти або зачиняти вікно, вмикати або вимикати насос, освітлення, вентилятор і кондиціонер (Рис. 3.4).

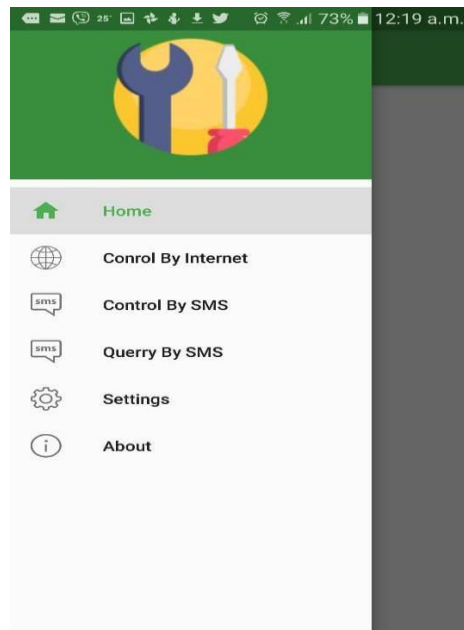


Рисунок 3.3. Загальний вигляд бічного меню.

Після натискання відповідної кнопки мобільний застосунок формує мережевий запит у вигляді URL-команди, яка передається до Arduino. Після отримання цієї команди мікроконтролер виконує відповідну дію, активуючи або деактивуючи потрібний виконавчий пристрій. Наприклад, команда для відчинення дверей передається через відповідне мережеве посилання, після чого Arduino виконує алгоритм відчинення дверей. Аналогічний принцип використовується для зачинення дверей, керування вікном, насосом, освітленням, вентилятором та кондиціонером. Окремий режим роботи застосунку передбачає керування апаратною частиною системи за допомогою SMS-повідомлень. Цей екран також містить кнопки для виконання основних команд керування, однак передавання інформації в цьому випадку здійснюється не через Інтернет, а через мобільну мережу. Після натискання відповідної кнопки застосунок автоматично формує та надсилає коротку SMS-команду до Arduino. Наприклад, для відчинення дверей використовується команда OD, для зачинення дверей — CD, для відчинення вікна — OW, для зачинення вікна — CW. Для керування насосом, освітленням, вентилятором і кондиціонером також передбачено відповідні короткі команди. Після отримання SMS Arduino інтерпретує її зміст і

виконує задану дію. Такий підхід забезпечує можливість керування системою навіть у випадках, коли інтернет-з'єднання є недоступним або нестабільним (Рис. 3.5).

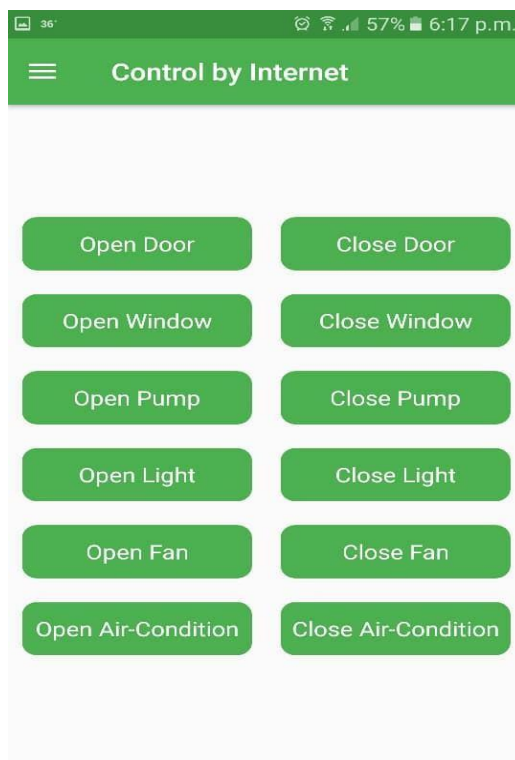


Рисунок 3.4. Екран керування через мережу.

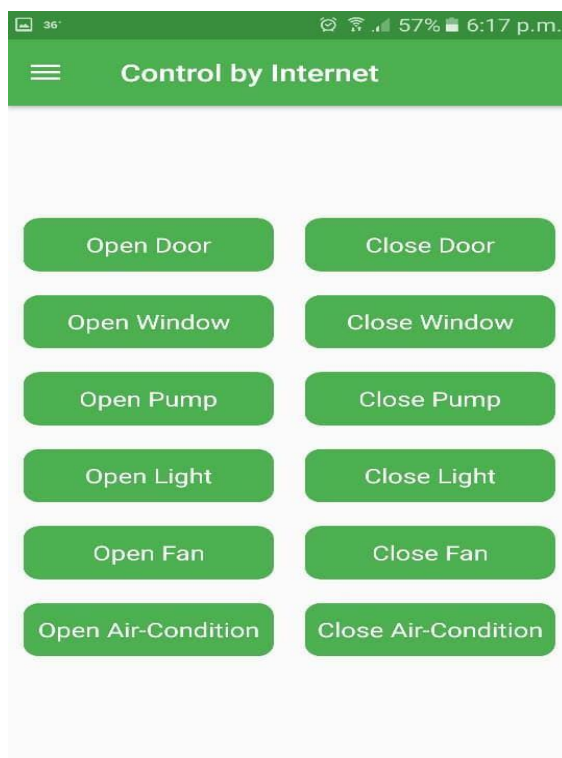


Рисунок 3.5. Екран керування за допомогою SMS сповіщень.

Крім функцій безпосереднього керування, у застосунку передбачено режим запиту стану системи через SMS. Цей режим використовується для отримання окремих даних про поточний стан середовища або підключених пристроїв. На відповідній сторінці розміщено кнопки для запиту температури, вологості, рівня газу, стану освітлення, дверей, вікна, насоса, вентилятора та кондиціонера. Після натискання кнопки застосунок надсилає до Arduino відповідну команду, наприклад TEMP для запиту температури, HUM для вологості, GAZ для рівня газу, LIGHT для стану освітлення, DOOR для дверей, WIN для вікна, PU для насоса, FAN для вентилятора та AIR для кондиціонера. У відповідь Arduino надсилає користувачеві SMS-повідомлення з актуальним значенням або станом відповідного параметра, наприклад із температурою, рівнем вологості, показником газу або інформацією про те, чи увімкнений певний пристрій (Рис. 3.6).

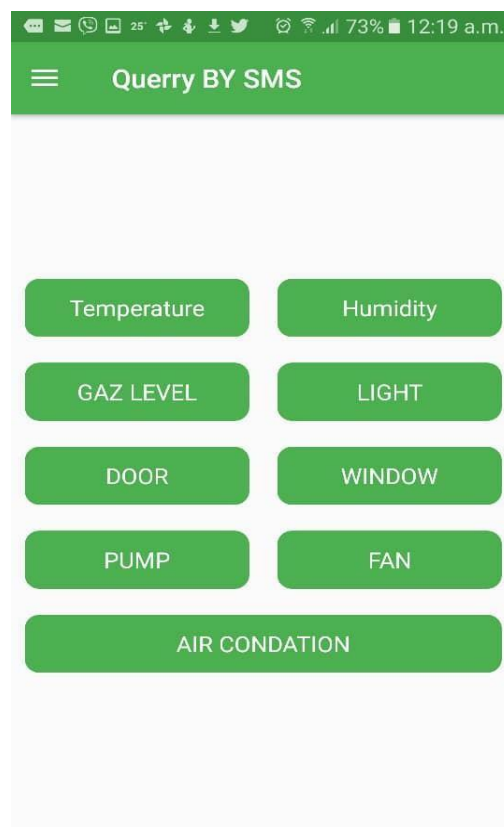


Рисунок 3.6. Екран запитів за допомогою SMS сповіщень.

3.1 Веб-інтерфейс управління

Розроблена система керується за допомогою вебсторінки, яка забезпечує взаємодію з Arduino. Для доступу до системи користувачеві необхідно ввести IP-адресу та номер порту у веббраузері у форматі URL-адреси, наприклад: `http://192.168.254.110:8080`. Після цього Arduino формує відповідь і відображає вебсторінку, призначену для керування системою та здійснення її моніторингу (Рис. 3.7). Вебсторінка складається з трьох частин.

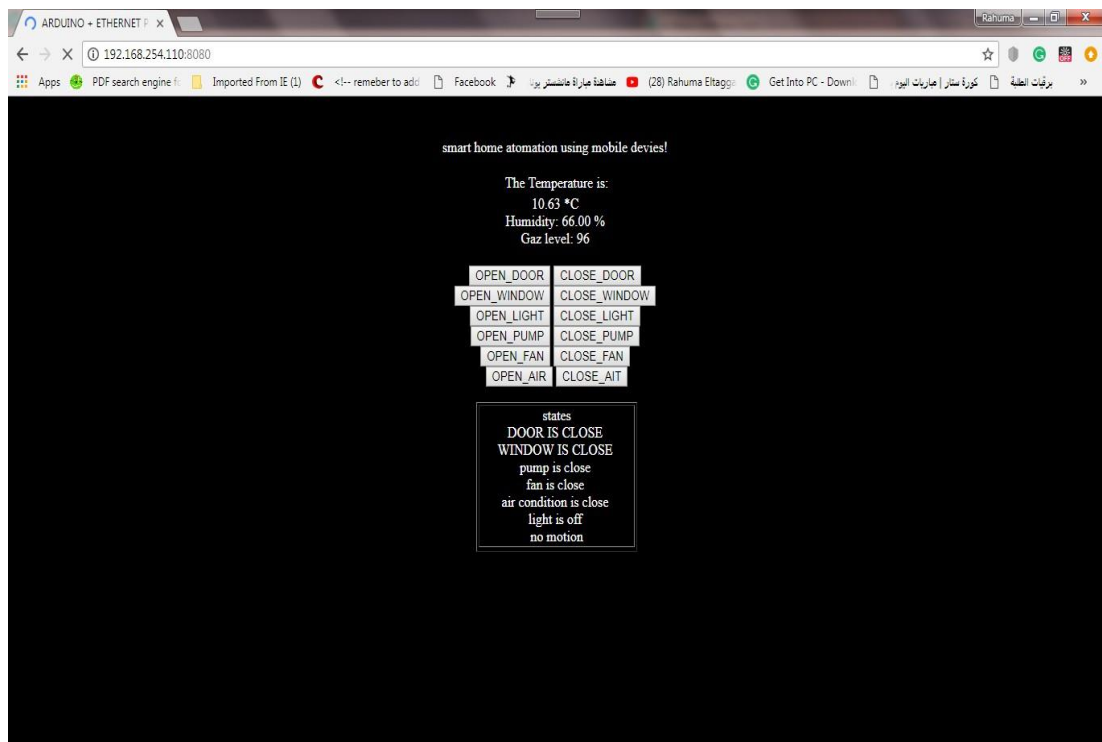


Рисунок 3.7. Головна сторінка веб інтерфейсу.

Перша частина призначена для відображення значень, що надходять від Arduino, зокрема температури, вологості та рівня газу (Рис. 3.8).

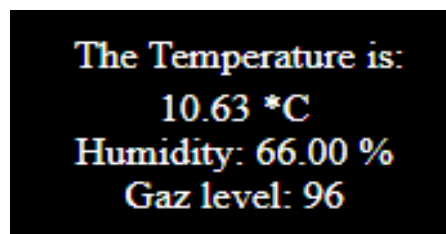


Рисунок 3.8. Відображення частини значень на головній сторінці веб інтерфейсу.

Друга частина використовується для відображення поточного стану окремих елементів системи (Рис. 3.9), зокрема: двері відчинені або зачинені, вікно відчинене або зачинене, насос увімкнений або вимкнений, вентилятор увімкнений або вимкнений, кондиціонер увімкнений або вимкнений, освітлення увімкнене або вимкнене, а також для індикації відсутності або наявності руху.

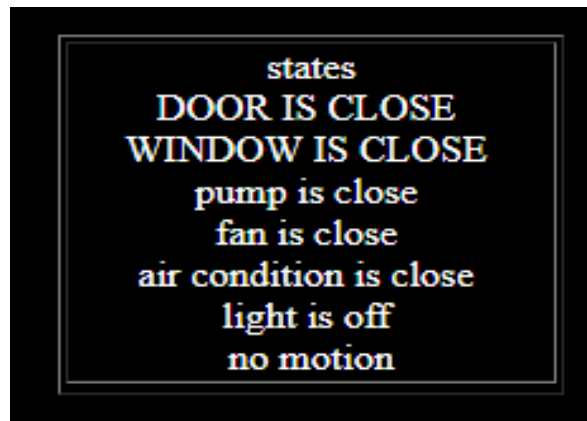


Рисунок 3.8. Відображення частини значень поточного стану окремих елементів системи.

Третя частина містить кнопки керування, які використовуються для управління апаратними засобами системи (Рис 3.9).

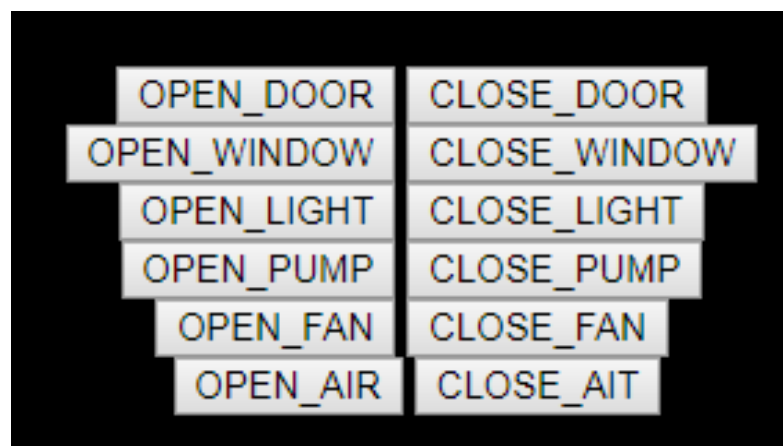


Рисунок 3.8. Відображення , що містить кнопки керування.

Коли користувач натискає кнопку Open Door, система звертається до URL-адреси <http://192.168.254.110:8080/?OPENDOOR> і виконує команди

відчинення дверей, що забезпечує відкривання дверей за допомогою сервопривода.

Якщо користувач натискає кнопку Close Door, система підключається до URL-адреси <http://192.168.254.110:8080/?CLOSECDOOR> і виконує команди зачинення дверей, що забезпечує закривання дверей за допомогою сервопривода.

Після натискання користувачем кнопки Open Window система звертається до URL-адреси <http://192.168.254.110:8080/?OPENWINDOW> і виконує команди відчинення вікна, що забезпечує відкривання вікна за допомогою сервопривода.

Якщо користувач натискає кнопку Close Window, система підключається до URL-адреси <http://192.168.254.110:8080/?CLOSECWINDOW> і виконує команди зачинення вікна, що забезпечує закривання вікна за допомогою сервопривода.

Коли користувач натискає кнопку Open Pump, система звертається до URL-адреси <http://192.168.254.110:8080/?OPENPUMP> і виконує команди увімкнення насоса, що забезпечує його активацію за допомогою реле.

Якщо користувач натискає кнопку Close Pump, система підключається до URL-адреси <http://192.168.254.110:8080/?CLOSECPUMP> і виконує команди вимкнення насоса, що забезпечує його деактивацію за допомогою реле.

Коли користувач натискає кнопку Open Fan, система звертається до URL-адреси <http://192.168.254.110:8080/?OPENFAN> і виконує команди увімкнення вентилятора, що забезпечує його активацію за допомогою реле.

Якщо користувач натискає кнопку Close Fan, система підключається до URL-адреси <http://192.168.254.110:8080/?CLOSECFAN> і виконує команди вимкнення вентилятора, що забезпечує його деактивацію за допомогою реле.

Коли користувач натискає кнопку Open Air-Condition, система звертається до URL-адреси <http://192.168.254.110:8080/?OPENAIR> і виконує

команди увімкнення кондиціонера, що забезпечує його активацію за допомогою реле.

Якщо користувач натискає кнопку Close Air-Condition, система підключається до URL-адреси <http://192.168.254.110:8080/?CLOSECAIR> і виконує команди вимкнення кондиціонера, що забезпечує його деактивацію за допомогою реле.

Коли користувач натискає кнопку Open Light, система звертається до URL-адреси <http://192.168.254.110:8080/?OPENLIGHT> і виконує команди увімкнення освітлення.

Якщо користувач натискає кнопку Close Light, система підключається до URL-адреси <http://192.168.254.110:8080/?CLOSECLIGHT> і виконує команди вимкнення освітлення.

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Людина та її здоров'я – найбільша цінність Української держави. Держава докладає великих зусиль, створюючи умови безпечної життєдіяльності людини як в навколишньому середовищі, так і в середовищі праці.

Закон України „Про охорону праці” визначає: „Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці”.

Завдання охорони праці – забезпечення безпечних, нешкідливих і сприятливих умов праці через вирішення багатьох складних завдань. Вирішальне значення в розв'язанні цих завдань має науково-технічний прогрес. Використання досягнень науки та техніки сприяє підвищенню рівня безпеки праці, культури та організації виробництва, дозволяє полегшити працю, підсилити її привабливість.

4.1 Вимоги ергономіки до організації робочого місця оператора

Специфіка використання ПК полягає в тому, що у процесі діалогу людини та машини користувач сприймає інтелектуальну машину як рівноправного співрозмовника. Тому виникає багато абсолютно нових психологічних та психофізіологічних проблем, зміст яких треба враховувати при проектуванні трудового процесу.

Другою важливою складовою трудового процесу користувача ПК є значне інформаційне навантаження, наслідком якого може бути підвищення фізіологічної вартості роботи. Інформаційний характер діяльності накладає істотний відбиток на природу впливу комп'ютера на

організм працюючої людини. Значне навантаження на центральну нервову та зорову системи викликає підвищення нервово-емоційного напруження, та, як наслідок, негативно впливає на серцево-судинну систему. Вплив інформаційного фактора може виявитися вирішальним у формуванні рівня розумової працездатності та обумовлювати стан здоров'я людини.

Оскільки процес праці користувача відео дисплейного терміналу пов'язаний з використанням комп'ютера та багатьох інших пристроїв, виникає цілий ряд ергономічних проблем, вирішення яких може значно знизити навантаження, що діє на людину під час роботи. В даному контексті група факторів ергономіки обмежується тільки факторами конструювання робочого місця користувача і не охоплює факторів формування раціонально побудованих символів на екрані та інших, зміна яких можлива тільки при конструюванні нової техніки, а не при використанні вже існуючих комп'ютерів.

При плануванні процесу комп'ютеризації у цілому треба брати до уваги комплекс аспектів виробничого середовища:

- чітко визначити цілі комп'ютеризації;
- вичленити вирішувані проблеми;
- визначити, які завдання буде вирішувати комп'ютер, а які — користувач;
- оцінити ефект такої роботи з урахуванням впливу комп'ютеризації на виробничі завдання, а також на організацію праці та робочого місця;
- вибрати різні варіанти вирішення проблем та визначити найкращий;
- підібрати необхідне обладнання;
- розпланувати обстановку у приміщенні та на робочому місці з урахуванням додаткових робіт, які будуть виконуватися у приміщенні.

Навколишнє робоче середовище повинно формуватися у тісній взаємодії з працівниками таким чином, щоб врахувати особливості

користувачів з різними фізичними та розумовими якостями. Тому умови роботи мають бути досить варіабельними.

Велика кількість ергономічних вимог до якості техніки, елементів обладнання та просторової організації виробничого середовища користувачів може справити враження завершеності процесу оптимізації робочих місць. Проте існуючий досвід суперечить цьому твердженню. Навіть якщо взяти до уваги всі ергономічні рекомендації, наприклад, щодо організації столу, на якому розташований відеодисплейний термінал, та безпосередньо реалізувати їх, то це ще не гарантує зручності стола для користувача відеодисплейного терміналу. Тут, як і у кожній складовій робочого місця, треба прийняти багато рішень, що впливатимуть на естетичну якість робочого середовища. Зокрема, необхідно:

- визначити та реалізувати помірний ступінь упорядкованості елементів робочого навколишнього середовища з урахуванням площі робочого місця та розмірів цих елементів;
- встановити раціональний розподіл світла та тіні;
- визначити ступінь взаємоузгодження елементів робочого середовища за формою, кольором та матеріалом;
- поліпшити естетичні параметри засобів праці за допомогою форми, кольору та ін.

Урахування цих вимог призведе до поліпшення композиційної цілісності робочого місця, збільшить його інформаційну виразність і т. п.

Різноманіття точок зору на зазначені вимоги, їх взаємовплив та складність мовного опису виключає розробку цієї проблеми шляхом формулювання загальноприйнятих рекомендацій. Естетичну якість робочого простору можна уявити та оцінити тільки у конкретному проекті та під час його реалізації. Задовільна естетична якість робочого місця та навколишнього середовища (яка ще не має належного значення

для адміністрації та користувача) займає важливу специфічну нішу в загальному комплексі організаційних зусиль.

Під робочим місцем розуміється зона, оснащена необхідними технічними засобами, у якій відбувається трудова діяльність виконавця або групи виконавців, які спільно виконують одну роботу або операцію.

Організація робочого місця полягає у виконанні заходів, які забезпечують безпечний і раціональний трудовий процес і ефективне використання знарядь та предметів праці, що підвищує продуктивність праці і знижує стомлюваність працівника.

Організація робочого місця залежить від характеру розв'язуваних задач і особливостей предметно-просторового оточення, що визначають робоче положення тіла інженера і можливість пауз для відпочинку, типи і способи засобів відображення і керування, необхідність у засобах захисту, спецодягу, простору для налагодження і ремонту устаткування.

Вибір робочого положення оператора зв'язаний з величиною і характером робочого навантаження, обсягом і темпом робочих рухів, необхідним ступенем точності виконання операцій, особливостями предметно-просторового оточення.

Антропометричні характеристики людини визначають габаритні та компоновочні параметри робочого місця, а також вільні параметри окремих його елементів. Основні принципи використання антропометричних характеристик, на думку багатьох авторів, вважаються такими:

- габарити робочого місця, розміри та взаєморозташування його елементів повинні відповідати антропометричним характеристикам працюючих, враховуючи, що найбільші розбіжності у розмірах тіла спостерігаються між чоловіками та жінками, потім ідуть національні розбіжності, далі — вікові та професійні;

- потрібний мінімум вільного простору для розміщення тіла та його переміщення розраховують виходячи з антропометричних даних людей, що характеризуються найбільшими розмірами тіла;

- ті частини робочого простору, які мають бути досяжними, визначають на основі антропометричних даних людей, що характеризуються найменшими розмірами тіла та ін.

Положення тіла та найбільш часті пози, які приймає або змушена приймати людина, виконуючи роботу, є одним з основних факторів, що визначають продуктивність праці. Скарги операторів на погане самопочуття під час тривалої роботи з дисплеєм здебільшого пов'язані з незадовільною організацією робочого місця та незручною робочою позою.

При організації робочого місця необхідно забезпечити нормальні умови огляду. Зону огляду описує кут, вершина якого знаходиться в центрі ока, а сторони складають границі, в яких людина при фіксованому положенні голови й ока добре розрізняє їхнє місцезнаходження. У горизонтальній площині цей кут складає 30° - 40° . При організації робочого місця кут огляду можна взяти 50° - 60° , включаючи зону менш ясного огляду. Допустимий кут огляду по горизонталі 90° . У вертикальній площині оптимальний кут огляду 10° вгору і 30° вниз від лінії погляду, а допустимий 30° вгору і 40° вниз від лінії погляду. Щоб зберегти нормальну гостроту зору, робочу поверхню розташовують від очей на відстані від 0.3 м до 0.75 м. Робочі меблі повинні бути зручними для виконання робочих операцій. В даному випадку робочий стіл є основним устаткуванням. Особливо важливе значення має висота столу, його конструкція, яка повинна передбачати шухляди для розміщення інструментів, документації. Важливе значення має конструкція робочих крісел. Погано підібрані крісла можуть бути причиною надмірної стомлюваності. Нахил і висота крісла повинні регулюватися відповідно до висоти робочої поверхні і росту працюючого. Рекомендована ширина крісла 370-400 мм, глибина

370-420 мм, висота спинки 370-1000 мм від рівня крісла. Для розміщення ніг необхідно передбачити вільний простір під робочою площиною. Робота вимагає використання ЕОМ, тому приведемо деякі дані її розташування. Дисплей повинний розміщатися так, щоб відстань (L_1) спостереження інформації на екрані, не перевищувала 700 мм. Екран дисплея по висоті повинен бути розташований так, щоб кут β_1 між нормаллю до центра екрана і горизонтальною лінією погляду складав 20° . В горизонтальній площині кут спостереження екрана не повинен перевищувати 60° . Документ для введення оператором даних рекомендується розташувати ліворуч на відстані $L_2=450-500$ мм від очей, при цьому кут β_2 повинний складати $30^\circ - 45^\circ$.

З урахуванням різноманіття умов роботи користувачів, а також виду вирішуваних ними завдань формуються вимоги до робочих місць.

Зобразимо на рисунку 4.1 схему розміщення дисплея.

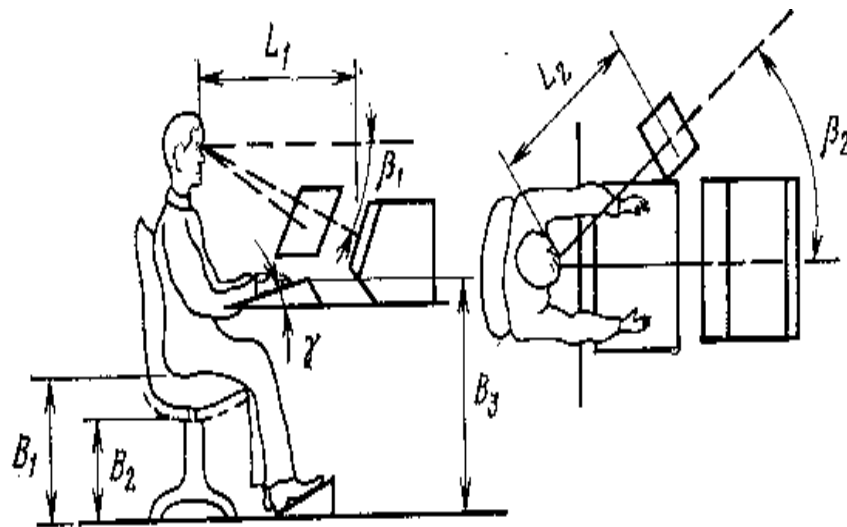


Рисунок 4.1 – Розміщення дисплея в робочій зоні

Організація робочого місця містить:

- урахування психофізіологічної сумісності користувача та засобу відображення інформації;

- аналіз антропометричних характеристик людини для вибору ергономічне обґрунтованого робочого положення та робочих зон;
- раціональну компоновку робочих місць;
- урахування факторів зовнішнього середовища, у тому числі соціально-психологічного аспекту.

На основі вивчення психофізіологічних особливостей сприймання та переробки інформації людиною визначено перелік параметрів засобів відображення інформації, у тому числі характеристик пред'явлення інформації на екрані монітору:

- розміри засобів відображення інформації (довжина, ширина, кутові розміри) з урахуванням можливостей сприймання візуальної інформації;
- зони розміщення засобів відображення інформації (розміри інформаційного поля, розміри оптимальної зони інформаційного поля);
- розташування засобів відображення інформації з урахуванням: антропометричних характеристик користувача, функціонального призначення засобів відображення інформації, частоти та послідовності звернення до засобів відображення інформації, оптимальної видимості інформації, що подається, робочого положення користувачів;
- кодування засобів відображення інформації (вид алфавіту кодування; основа коду);
- склад, форма, орієнтація знаків алфавіту; оптимальне кількісне співвідношення ознак знаку та ознак об'єкта;
- яскравість кольорових знаків та їх кутова величина;
- світлотехнічні параметри засобів відображення інформації (яскравість зображення, яскравість фону, контраст зображення та фону, прямий та відбитий відблиск засобів відображення інформації);
- характеристика та об'єм інформації, що подається (об'єм інформації; експозиція повідомлень; число інформаційних повідомлень, що вимагають перекодування; число інформаційних повідомлень, що

вимагають запам'ятовування; число інформаційних повідомлень, що вимагають термінових рішень; ймовірність успішної переробки інформації в умовах черги; тривалість оперативного спокою);

– характеристики інформаційного поля (розміри, загальне число знаків, щільність і конфігурація знаків, кількість типів накреслення цифр, кут нахилу цифр, відстань між початковим та кінцевими знаками, яскравість знаків, співвідношення яскравості свічення робочих та неробочих елементів індикатора, кутові розміри знаку та ін.).

4.2 Заходи, що покращують умови праці оператора

Основним обладнанням робочого місця оператора є відеомонітор, клавіатура, робочий стіл, стілець (крісло); допоміжним — принтер, підставка для ніг, шафи, полиці та ін. Вимоги до них відображені у нормативних документах: ВСНиПРВЦ; ГОСТ 12.2.032-78; ГОСТ 22269-76.

Під просторовою орієнтацією робочого місця розуміється розміщення у певному порядку елементів основного та допоміжного обладнання відносно одне одного та працюючої людини. Просторова організація робочого місця в основному визначається розмірами та формою сенсорного та моторного простору, формою та параметрами елементів робочого місця та просторовим розташуванням елементів відносно працюючого.

Робочі місця з відеодисплейними терміналами повинні розташовуватися на відстані не менше як 1,5 м від стіни з віконними прорізами, від інших стін — на відстані 1 м, між собою на відстані не менше як 1,5 м. При розміщенні робочих місць необхідно виключити можливість прямого засвічування екрана джерелом природного освітлення. Джерело природного освітлення (вікно) не повинно також потрапляти у зону прямого спостереження користувача. Відносно світлових отворів робочі місця доцільно розташовувати таким чином, щоб природне світло падало на нього збоку, переважно зліва.

При розміщенні монітору на робочому місці потрібно забезпечити простір для користувача величиною не менше як 850 мм з урахуванням виступаючих частин обладнання та застосування (при необхідності) спецодягу. Для стоп має бути передбачено простір по глибині та висоті не менше як 150 мм, по ширині — не менше як 530 мм.

Розташовувати монітор на робочому місці необхідно так, щоб поверхня екрана знаходилася на відстані 400-700 мм від очей користувача. Рекомендується розміщувати елементи робочого місця таким чином, щоб вигримувалася однакова відстань очей користувача від екрана, клавіатури, тримача документів.

Якщо конструкція робочого місця передбачає протікання трудового процесу у позі сидячи, то висота робочої поверхні столу повинна регулюватися у межах 680— 800 мм, у середньому вона повинна становити 725 мм. Робочий стіл повинен мати простір для ніг висотою не менше як 600 мм, шириною не менше як 500 мм, глибиною на рівні колін, але не менше як 450 мм та на рівні витягнутої ноги — не менше як 650 мм.

Встановлення правильної висоти сидіння є першочерговим завданням під час організації робочого місця. Цей параметр визначає інші просторові параметри — висоту положення екрана, клавіатури, поверхні для записів тощо. Висота поверхні сидіння визначається висотою підколінної ямки над підлогою, виміряної у положенні сидячи при куті згинання коліна 90°. Висоту сидіння необхідно регулювати.

Висота поверхні сидіння повинна регулюватись у межах 400—550 мм. Ширина та глибина його поверхні має бути не менше як 400 мм. Поверхня сидіння має бути плоскою, передні краї — закругленими. Сидіння та спинка крісла мають бути напівм'якими, з неслизьким, таким, що не електризується та повітропроникним покриттям, матеріал якого забезпечує можливість легкого очищення від забруднення. Слід

передбачити можливість зміни кута нахилу-поверхні сидіння у межах від 15° уперед та 5° назад.

Опорна поверхня спинки стільця повинна мати висоту 280—320 мм, ширину — не менше як 380 мм та радіус кривизни горизонтальної площини — 400 мм. Кут нахилу спинки у вертикальній площині повинен регулюватися у межах (-30°) — ($+30^{\circ}$) від вертикального положення. Відстань спинки від переднього краю сидіння повинна регулюватися у межах 260—400 мм.

З метою зниження статичного напруження м'язів рук доцільно використовувати стаціонарні або зйомні підлокітники довжиною не менше як 250 мм, шириною у межах 50—70 мм, що мають регулюватися по висоті над сидінням у межах 200—260 мм та регулюватися по параметру внутрішньої відстані між підлокітниками у межах 350—500 мм. В окремих випадках підлокітники доцільно виконувати у вигляді складового елемента робочого столу.

Робоче місце має бути обладнане стійкою підставкою для ніг, параметри якої просто регулюються. Вона має бути розташована по всій ширині ділянки, що відводиться для ніг. Підставка повинна мати ширину не менше як 300 мм, глибину не менше як 400 мм, регулювання по висоті до 150 мм та по куту нахилу опорної поверхні підставки до 20° . Поверхня підставки має бути рифленою, а по передньому краю мати бортик висотою 10 мм.

Якщо рукопис переважно складається з документів, з яких у ПК вводиться мало інформації та які добре структуровані, то слід застосовувати спрощений пюпітр без рядкової лінійки та зажимів.

Рациональною робочою позою може вважатися таке розташування тіла, при якому ступні працівника розташовані на площині підлоги або на підставці для ніг, стегна зорієнтовані у горизонтальній площині, верхні частини рук -вертикальні, кут ліктьового суглоба коливається у межах

70—90°, зап'ястя зігнуті під кутом не більше ніж 20°, нахил голови — у межах 15—20°, а також виключені часті її повороти.

Для забезпечення оптимальної робочої пози користувача необхідно розташовувати засоби його праці з дотриманням таких правил:

- засоби праці, з якими користувач має тривалий або найбільш частий зоровий контакт, повинні розташовуватися у центрі зони зорового спостереження та моторного поля;

- краща відстань між найважливішими засобами праці, з якими користувач працює найбільш часто, має бути близькою до 500 мм;

трудові завдання користувачів повинні розроблятися з урахуванням мінімізації перепадів яскравості між найбільш важливими об'єктами зорового спостереження.

4.3 Профілактика захворювань, які викликані напруженням органів, систем організму і невірним положенням тіла при роботі

Робота операторів, програмістів і просто користувачів безпосередньо зв'язана комп'ютерами, а відповідно з додатковими шкідливими впливами цілої групи факторів, що істотно знижує продуктивність їхньої праці.

Комфортні і безпечні умови праці – один з основних факторів, що впливають на продуктивність людей, які працюють з ПК.

Конструкція монітора повинна забезпечувати можливість фронтального спостереження екрана шляхом повороту корпусу в горизонтальній площині навколо вертикальної осі в межах $\pm 300^\circ$ і у вертикальній площині навколо горизонтальної осі в межах $\pm 300^\circ$ з фіксацією в заданому положенні. Дизайн моніторів повинен передбачати окраску в спокійні м'які тони з дифузійним розсіюванням світла. Корпус монітора і ПК, клавіатура повинні мати матову поверхню одного кольору з

коефіцієнтом відбивання 0.4-0.6 і не мати блискучих деталей, здатних створювати відблиски.

Конструкція відеодисплейного терміналу повинна передбачати наявність ручок регулювання яскравості і контрасту (на даний момент – внутрішнє цифрове меню), які забезпечують можливість регулювання цих параметрів від мінімальних до максимальних значень.

Відеодисплейний термінал і ПК повинні забезпечувати потужність експозиційної дози рентгенівського випромінювання в будь-якій точці на відстані 0,05 м від екрана і корпусу монітора при будь-яких положеннях регулювальних пристроїв і не повинна перевищувати $7,74 \cdot 10^{-11}$ Кл/кг, що відповідає еквівалентній дозі рівній 0,1 мБер/год (100 мкР/год).[5]

Також рекомендується наявність на екранах моніторів *антистатичного покриття (antistatic coating)* - яке перешкоджає виникненню на поверхні екрана електростатичного заряду, який притягає пил і несприятливо впливає на здоров'я користувача.

Приміщення з моніторами і ПК повинні мати природне і штучне освітлення. Природне освітлення повинно здійснюватися через світлопройоми, орієнтовані переважно на північ і північний схід, забезпечувати коефіцієнт природного освітлення (КПО) не нижче 1.2 % у зонах зі стійким сніжним покривом і не нижче 1.5 % на іншій території. Зазначені значення КПО нормуються для будинків, розташованих у III світловому кліматичному поясі.

Площа на одне робоче місце з відеодисплейним терміналом або ПК для дорослих користувачів повинна складати не менш 6.0 м^2 , а об'єм - не менш 20.0 м^3 .

Для внутрішньої обробки інтер'єра приміщень з моніторами і ПК повинні використовуватися дифузно-віддзеркалювані матеріали з

коефіцієнтом відбивання для стелі – 0.7-0.8, для стін – 0.5-0.6, для підлоги – 0.3-0.5.

У виробничих приміщеннях, в яких робота з моніторами і ПК є основною (диспетчерські, операторські, розрахункові, кабіни і пости керування, зали обчислювальної техніки і ін.) повинні забезпечуватися оптимальними параметри мікроклімату.

Для підвищення вологості повітря в приміщеннях з моніторами ПК варто застосовувати зволожувачі повітря, які заправляються щодня дистильованою або прокип'яченою питною водою.

Штучне освітлення в приміщеннях експлуатації моніторів і ПК повинно здійснюватися системою загального рівномірного освітлення. Допускається використання місцевого освітлення, призначеного для освітлення зони розташування документів.

Освітленість на поверхні столу в зоні розміщення робочого документа повинна бути 300-500 лк. Допускається установка світильників місцевого освітлення для підсвічування документів. Місцеве освітлення не повинно створювати відблисків на поверхні екрана і збільшувати освітленість екрана більше 300 лк.

Варто обмежувати пряме відбиття від джерел освітлення, при цьому яскравість світлових поверхонь (вікна, світильники і ін.), які знаходяться в полі зору, не повинні бути більш 200 кд/м^2 .

Варто обмежувати нерівномірність розподілу яскравості в полі зору монітором і ПК, при цьому співвідношення яскравості між робочими поверхнями не повинно перевищувати 3:1-5:1, а між робочими поверхнями і поверхнями стін і устаткування 10:1.

Робочі місця з відеодисплейними терміналами і ПК відносно світлових прийомів повинні розташовуватися так, щоб природне світло падало збоку, переважно ліворуч.

Схеми розміщення робочих місць із відеодисплейними терміналами і

ПК повинні враховувати відстані між робочими столами з відеомоніторами (у напрямку тилу поверхні одного відеомонітора й екрана іншого відеомонітора), які повинні бути не менше 2.0 м, а відстань між бічними поверхнями відеомоніторів – не менше 1.2 м.

Віконні вирізи в приміщеннях використання відеодисплейних терміналів і ПК повинні бути обладнані регульованими пристроями типу жалюзі, занавіси, зовнішні дашки.

Екран відеомонітора повинен знаходитися на відстані 600-700 мм, але не ближче 500 мм від очей оператора.

Приміщення з відеодисплейними терміналами і ПК повинні бути оснащені аптечкою першої допомоги й вуглекислотними вогнегасниками.

Конструкція клавіатури повинна передбачати:

- виконання у вигляді окремого пристрою з можливістю вільного переміщення;
- опорне пристосування, яке дозволяє змінювати кут нахилу поверхні клавіатури в межах від 5° до 15°;
- висоти середнього ряду клавіш не більше 30 мм;
- розташування часто використовуваних клавіш у центрі, внизу і праворуч, рідко використовуваних - нагору і вліво;
- виділення кольором, розміром формою і місцем розташування функціональних груп клавіш;
- мінімальний розмір клавіш - 13 мм, оптимальний - 15 мм;
- клавіші з поглибленням у центрі і кроком 19 ± 1 мм;
- відстань між клавішами не менше 3 мм;
- однаковий хід для всіх клавіш з мінімальним опором натисканню 0.25 Н і максимальним - не більше 1.5 Н;
- звуковий зворотний зв'язок від включення клавіш з регулюванням рівня звукового сигналу і можливістю його відключення.

ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі було розроблено автоматизовану систему керування та моніторингу розумного будинку з використанням мобільного пристрою. Система призначена для підвищення рівня комфорту, енергоефективності та безпеки житла шляхом автоматизації основних побутових процесів і забезпечення контролю параметрів у режимі реального часу.

Апаратне забезпечення, обране для реалізації системи, включає:

- мікроконтролер або обчислювальну платформу (наприклад, Arduino або Raspberry Pi) як центральний модуль керування;
- датчики температури та вологості для контролю мікроклімату;
- датчики руху та відкриття дверей/вікон для реалізації функцій безпеки;
- датчики освітленості для автоматичного керування освітленням;
- виконавчі пристрої: реле, розумні вимикачі, світлодіодні елементи, системи клімат-контролю;
- модулі зв'язку (Wi-Fi, Bluetooth) для забезпечення віддаленого доступу та передачі даних.

Програмне забезпечення реалізовано із використанням сучасних технологій розробки, що забезпечують взаємодію між апаратною частиною системи, мобільним застосунком та хмарними сервісами. Програмна частина забезпечує:

- віддалене керування побутовими пристроями через мобільний додаток;
- моніторинг параметрів мікроклімату та стану системи в реальному часі;
- автоматичне виконання сценаріїв (включення освітлення, регулювання температури тощо);

- обробку аварійних та нештатних ситуацій (виявлення руху, відхилення параметрів);
- зберігання та аналіз даних у хмарному середовищі.

Система керування забезпечує можливість інтерактивної взаємодії користувача з розумним будинком через мобільний інтерфейс, що дозволяє оперативно реагувати на зміни стану системи та керувати нею незалежно від місця перебування.

Ключовими досягненнями роботи є:

- розробка автоматизованої системи керування та моніторингу розумного будинку;
- створення алгоритмів керування домашніми пристроями та системами безпеки;
- інтеграція датчиків і виконавчих механізмів у єдину IoT-систему;
- реалізація мобільного застосунку для віддаленого контролю;
- підвищення енергоефективності та зниження впливу людського фактору.

Таким чином, розроблена система відповідає сучасним вимогам автоматизації житлових приміщень та технологіям Інтернету речей, забезпечує підвищення комфорту, безпеки та ефективності використання ресурсів, а також має потенціал для подальшого розвитку та масштабування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сеник Ю. Огляд мікроконтролерів для задачі контролю кліматичних параметрів / Ю. Сеник, Я. Литвиненко // Матеріали XIII науково-технічної конференції „Інформаційні моделі, системи та технології“, 17-18 грудня 2025 року. — Т. : ТНТУ, 2025. — С. 152–153.
2. Станько А. Аналіз концепції всеосяжного інтернету – ІоЕ / А. Станько // Матеріали X науково-технічної конференції „Інформаційні моделі, системи та технології“, 7–8 грудня 2022 року. — Т. : ТНТУ, 2022. — С. 53–54.
3. Михайлишин Р. Комп'ютеризована іот-система контролю кількості людей з використанням хмарних технологій / Р. Михайлишин, М. Приймак // Матеріали XIII науково-технічної конференції „Інформаційні моделі, системи та технології“, 17-18 грудня 2025 року. — Т. : ТНТУ, 2025. — С. 213.
4. Stanko A. Information technology platform for monitoring infectious diseases / Andrii Stanko // Scientific Journal of TNTU. — Tern. : TNTU, 2023. — Vol 110. — No 2. — P. 98–110.
5. Голотенко О. С. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з дисципліни «Інтернет речей». Для студентів спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» / уклад. О. С. Голотенко // ТНТУ. — 2023. — 54 с.
6. Stanko, A., Mykytyshyn, A., Totosko, O., Koroliuk, R., & Duda, O. (2024). Artificial Intelligence of Things (AIoT): Integration Challenges and Security Issues. *Ceur Workshop Proceedings*, 3842, 92–105.
7. Черевко М. Екомоніторинг CO2 для міст за допомогою засобів ІоТ / М. Черевко, О. Назаревич // Матеріали XXI наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя, 16-17 травня 2019 року. — Т. : ТНТУ, 2019. — С. 76–77.
8. Stanko, A., Mykytyshyn, A., Holotenko, O., Lechachenko, T., & Wieczorek, W. (2024). Real-time air quality management: Integrating IoT

- and Fog computing for effective urban monitoring. *Ceur Workshop Proceedings*, 3742, 337–357.
9. Internet of Things for Intelligent Transport Systems : Practicum / A. O. Sachenko, V. V. Kochan, P. Ye. Bykovyy, D. I. Zahorodnia, O. R. Osolinskyu та ін. ; ed. A. O. Sachenko. — 2019. — 135 p.
 10. Смарт-мережі та блокчейн-рішення для забезпечення стабільного енергопостачання в умовах надзвичайних ситуацій / Станько Андрій Андрійович, Дідич Ірина Степанівна, Микитишин Андрій Григорович, Блавіцький А. // VI Міжнар. наук. конф. „Воєнні конфлікти та техногенні катастрофи: історичні та психологічні наслідки“, 23-24 квітня, 2026. — Т. : ФОП Осадца Ю. В, 2026. — С. 176–178.
 11. Методика калібрування датчиків DHN22 для вимірювання вологості / Ю. Скоренький, Т. Береженко, О. Данильців, Г. Шимчук // Матеріали XXI наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя, 16-17 травня 2019 року. — Т. : ТНТУ, 2019. — С. 137.
 12. Anilkumar, A. K., Joseph, A., & Paul, J. (2024). AN IoT-BASED REAL-TIME MICROCLIMATE MONITORING AND CONTROLLING SYSTEM FOR GREENHOUSE. *Environmental Engineering and Management Journal*, 23(12), 2567–2584. <https://doi.org/10.30638/eemj.2024.206>
 13. Чихіра І.В. "Програмування систем реального часу" : консп. лекц. / І. В. Чихіра , А.Г. Микитишин. - Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016. - 73 с.
 14. Зеленський К. К. Датчики які застосовують в розумному будинку / К. К. Зеленський, Я. В. Литвиненко // ІМСТТ, 13-14 грудня 2023 року. — Т. : ТНТУ, 2023. — С. 48.
 15. Готович В. А., Михайлович Т. В. Конспект лекцій з дисципліни «Програмування для мобільних пристроїв» для студентів денної форми навчання спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології» / В.

- А. Готович, Т. В. Михайлович. — Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2020. — 216 с
- 16.Гармаш Д. В., Дорофєєв Ю. І. Розробка Android додатку для системи підтримки холтерівського моніторингу / Д. В. Гармаш, Ю. І. Дорофєєв // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. — 2019. — № 2. — С. 45–49.