

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМ.СТЕПАНА ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: « Розробка модуля аналізу даних для системи розумного
будинку»**

**за спеціальністю 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані
технології та робототехніка»**

**Виконавець роботи: студент групи АКТ-42сп
Кондеревич Олег Петрович**

**Науковий керівник
доц. Боярчук О.В.
(науковий ступінь, вчене звання, пр**

Дубляни-2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМ.С.З. ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ

КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

перший (бакалаврський) рівень вищої освіти
ОС «Бакалавр» за спеціальністю – 174– «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри _____
д.т.н., проф. А.М. Тригуба
“ ____ ” _____ 2025р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ

Кондеревич Олег Петрович

Тема роботи « Розробка модуля аналізу даних для системи розумного будинку»

Керівник роботи. к.т.н., доц., Боярчук О.В

1 затверджені наказом по університету 172 /к-с від 25. 02. 2025

2 Строк подання студентом роботи 16.06. 2025 р.

3 **Вхідні дані до роботи** Зібрані транзакції, реальні або анонімізовані дані з фінтех-платформ, публічні датасети.

4 **Перелік графічного матеріалу** Особливості технології «розумний будинок, автоматизовані технології для об'єднання і управління системами розумного будинку, реалізація керування системою «розумний будинок» на базі контролера arduino, реалізація модуля аналізу даних у системі «розумного будинку» висновки, список використаних джерел.

5. Перелік презентаційного матеріалу (з зазначенням обов'язкових елементів): _____

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1, 2, 3, 4, 6	Боярчук О.В., доцент кафедри інформаційних технологій		
5	Городецький І.М., доцент кафедри управління проектами та безпеки виробництва		

7. Дата видачі завдання 25. 02. 2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Терміни виконання роботи	Примітка
1	Написання першого розділу та означення головних завдань роботи	25.02.2025 – 01.04.2025	
2	Виконання другого розділу та формування головних показників для розрахунків	01.04.2025 – 01.05.2025	
3.	Виконання третього розділу та формування початкових даних	01.04.2025 – 01.05.2025	
4.	Виконання четвертого розділу та узагальнення отриманих результатів магістерської роботи	01.04.2025 – 01.05.2025	
5.	Написання розділу: «Охорона праці»	01.05.2025 – 01.06.2024	
6.	Завершення роботи в цілому	25.06.2025 – 01.04.2025	

Студент _____ Кондереvич О.П.
(підпис)

Керівник роботи _____ Боярчук О.В.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1.ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»..	9
Поняття, концепція і основні можливості «розумного будинку».....	9
Методи та засоби підвищення ефективності «розумного будинку».....	14
Системи безпеки і відеоспостереження.....	18
РОЗДІЛ 2. АВТОМАТИЗОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ОБ'ЄДНАННЯ І УПРАВЛІННЯ СИСТЕМАМИ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ».....	22
2.1. Аналіз готових рішень системи «розумний будинок».....	22
2.2. Вибір технологій і комплектуючих для проекту «розумного будинку».....	29
2.3. Вітрогенератор з контролем для живлення електроприймачів «розумного будинку».....	37
РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ МОДУЛЯ АНАЛІЗУ ДАНИХ У СИСТЕМІ ТА КЕРУВАННЯ СИСТЕМОЮ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК» НА БАЗІ КОНТРОЛЕРА ARDUINO.....	41
3.1.Архітектура і алгоритм роботи системи керування.....	41
3.2. Вибір апаратних засобів.....	42
3.3. Програмна реалізація системи керування.....	47
3.4. Архітектура модуля аналізу даних.....	52
3.5. Обробка та зберігання даних.....	53
3.6 Інтерфейс виводу результатів.....	54
РОЗДІЛ 5	
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	56
5.1. Структурно-функціональний аналіз технологічного процесу.....	56
5.2. Розрахунок освітлення приміщення комп'ютерного кабінету.....	57
5.3. Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	60
ВИСНОВКИ.....	62

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	64
Додаток А. Приклад програмної реалізації аналізу даних з датчиків у системі розумного будинку.....	66

УДК 004.021:004.89:681.5

Дипломна робота бакалавра складається з пояснювальної записки та мультимедійної презентації. Пояснювальна записка виконана на 66 сторінках формату А4, містить 28 рисунків та 3 таблиці.

В дипломній роботі розроблено електронну систему управління «розумним будинком» з підвищеною ефективністю, яка дозволяє переглядати показання з датчиків, керувати побутовими приладами та освітленням.

Актуальність теми «Розумний будинок» – це сучасний інструмент підвищення рівня комфорту і життя людини, а оскільки більшість процесів керується електронікою і відбувається автоматично, то це робить актуальним вивчення і вдосконалення таких технологій.

Мета дипломної роботи полягає в розрахунку розробці ефективної системи «розумного будинку» з автономним джерелом електроенергії, яка буде керуватися сучасними електронними пристроями.

Об'єктом дослідження є процеси в електронних системах «розумного будинку».

Предмет дослідження: ефективність роботи «розумного будинку» з автономним джерелом живлення.

Методи дослідження – в дипломній роботі бакалавра використовувалися методи програмного моделювання, методи теоретичного дослідження (ідеалізація, уявний експеримент).

РОЗУМНИЙ БУДИНОК, КОНТРОЛЕР, ДАТЧИК, СИГНАЛІЗАЦІЯ, СИСТЕМА КЕРУВАННЯ, ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНА УСТАНОВКА, ІНВЕРТОР

ВСТУП

У наш час цифрові технології стали невід'ємною частиною повсякденного життя, що призвело до широкого впровадження автоматизації у побутових процесах. Все більше завдань, які раніше потребували активної участі людини, сьогодні виконуються або частково, або повністю автоматизовано. Від управління освітленням до контролю за системами безпеки — усі ці функції здатні виконувати сучасні технологічні рішення, серед яких особливе місце посідає система «розумного будинку». Її популярність пояснюється зростаючим попитом на комфорт, енергоефективність і безпеку у повсякденному житті.

Концепція «розумного будинку» передбачає інтеграцію електронних пристроїв, датчиків і програмного забезпечення в єдину інтелектуальну систему, що дозволяє автоматично або дистанційно керувати основними інженерними мережами — опаленням, освітленням, вентиляцією, сигналізацією та іншими. Основною перевагою таких систем є можливість налаштування сценаріїв поведінки: наприклад, освітлення вмикається за розкладом або коли хтось заходить до кімнати, а система опалення регулює температуру в залежності від присутності мешканців. У результаті зростає не лише зручність користувача, але й ефективність використання ресурсів.

Окрім технічних переваг, важливо враховувати й соціальні аспекти впровадження таких систем. Вони дають змогу людям з обмеженими фізичними можливостями вести більш незалежне життя, допомагають заощаджувати кошти за рахунок оптимізації витрат енергії, а також створюють підґрунтя для екологічно відповідального способу життя. Перспективи розвитку «розумних будинків» охоплюють як індивідуальні житлові приміщення, так і масштабні проекти розумних міст, де такі технології працюють в тісному зв'язку з інфраструктурою.

РОЗДІЛ 1.

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»

1.1 Поняття, концепція і основні можливості «розумного будинку»

Сучасна концепція «розумного будинку» передбачає створення житлового простору, в якому функціонування усіх основних систем організовано за допомогою високотехнологічних засобів автоматизації. Такий будинок забезпечує зручність, безпеку та ощадливе використання ресурсів для своїх мешканців. Поняття «інтелектуального будинку» вперше було сформульоване ще у 1970-х роках Інститутом інтелектуальних споруд у Вашингтоні (округ Колумбія), де йшлося про ефективне та продуктивне використання простору за допомогою автоматизованих систем керування.

Ключовою особливістю такої будівлі є здатність автоматично розпізнавати події, що відбуваються всередині приміщення, і реагувати на них відповідно до заданих сценаріїв. Одні компоненти можуть взаємодіяти з іншими, формуючи централізовану систему, яка працює як єдине ціле. Іншими словами, інтелектуальна будівля об'єднує усі підсистеми керування в одну узгоджену мережу (див. рисунок 1.1), що дозволяє значно підвищити зручність і ефективність експлуатації.

Особливістю взаємодії людини з таким будинком є можливість централізованого управління усіма побутовими і технічними системами – достатньо одного натискання на пульті, клавіші або сенсорному екрані, щоб активувати обраний сценарій, за якого автоматика самостійно налаштує освітлення, температуру, стан вікон, штор, відеоспостереження, охоронної сигналізації та інших пристроїв відповідно до часу доби, погодних умов чи особистих вподобань користувача.

Таким чином, зникає потреба у великій кількості окремих пристроїв управління – вимикачів, пультів, регуляторів температури тощо. Один інтерфейс здатен забезпечити повний контроль над усім житловим середовищем, що не лише підвищує зручність, але й зменшує витрати часу та енергії користувача.

Комплекс «розумного будинку» зазвичай охоплює такі ключові системи: управління світлом, контроль електроприводів (жалюзі, штори, ворота), налаштування мікроклімату, керування вентиляцією, централізоване управління мультимедійними пристроями (наприклад, домашнім кінотеатром), система мультитрум для відтворення звуку в різних кімнатах, засоби відеоспостереження, охоронно-пожежна сигналізація, контроль доступу до приміщень, виявлення аварійних ситуацій та навантажень у мережі, інтерфейси для керування інженерними системами через сенсорні панелі, а також серверна частина, що координує роботу всіх компонентів.

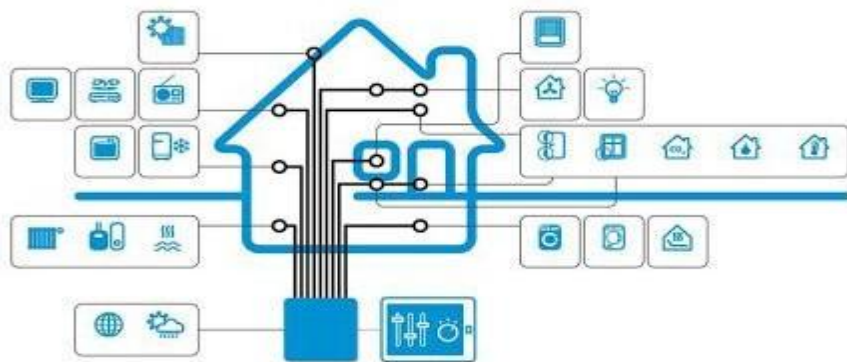


Рисунок 1.1 – Концептуальне зображення системи «розумний будинок»

Інтелектуальні будівлі мають низку суттєвих переваг, головна з яких — можливість створення гнучких і складних сценаріїв керування завдяки централізованій взаємодії всіх виконавчих механізмів. Така система дозволяє координовано працювати різним підсистемам, забезпечуючи злагоджену і ефективну роботу інженерних елементів.

Це, у свою чергу, дає змогу впроваджувати ефективні енергозберігаючі рішення, серед яких варто відзначити:

1. організацію контролю доступу до приміщень і забезпечення загальної безпеки;
2. моніторинг технічних параметрів усіх систем з миттєвою реакцією у разі виявлення критичних змін, що дозволяє швидко усувати несправності;
3. можливість дистанційного керування житлом завдяки цифровій природі інформаційних і керуючих каналів.

За допомогою всього одного дотику користувач може змінити атмосферу в будинку: увімкнути світло, налаштувати комфортну температуру, опустити жалюзі, наповнити ванну або активувати обраний режим проживання. До прикладу, навіть не встаючи з дивана, можна включити кухонну плиту для розігріву вечері, якщо страва вже попередньо підготовлена. Управління мультимедійними пристроями — такими як телевізор, аудіосистема або домашній кінотеатр — відбувається за допомогою інтуїтивно зрозумілих сенсорних панелей, що забезпечує максимальний комфорт і зручність для мешканців.



Рисунок 1.2 – Датчик світла

Завдяки застосуванню спеціальних пристроїв для регулювання освітлення можна не лише змінювати інтенсивність світла під час увімкнення ламп, а й задавати проміжок часу, протягом якого ця яскравість поступово досягне бажаного рівня. Крім того, автоматичне керування зовнішнім освітленням залежно від настання темної пори доби та наявності людей у зоні дії сенсорів не лише підвищує зручність для мешканців, а й слугує додатковим засобом безпеки, відлякуючи потенційних зловмисників. У таких випадках використовуються датчики освітлення (див. рисунок 1.2).

Ще одним прикладом автоматизації є система клімат-контролю, яка постійно вимірює температуру в кожному приміщенні окремо й підтримує її на встановленому рівні. Це реалізується шляхом керування радіаторними клапанами, заслінками кондиціонерів, а також через автоматичне вмикання або вимикання вентиляційних систем. Система також дозволяє зменшити витрати на енергоспоживання завдяки використанню різних режимів: комфортного, нічного або економного (наприклад, коли вдома нікого немає). Перемикання між цими режимами відбувається або за заздалегідно заданим розкладом, або за вказівкою користувача. Достатньо лише один раз встановити необхідну температуру на сенсорному дисплеї в кімнаті для кожного режиму — і система автоматично регулюватиме роботу опалення чи кондиціонування. Якщо в приміщенні буде відкрито вікно, система самостійно вимкне обігрів або охолодження для збереження енергії. Для виконання таких функцій зазвичай використовується спеціалізований контролер (див. рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Контролер для управління температурою Овен TRM 32

У літній період система автоматичного керування жалюзі здатна змінювати їхній нахил таким чином, щоб зменшити надмірне проникнення сонячного світла в приміщення, при цьому не погіршуючи рівень природного освітлення. Такий підхід дозволяє уникнути перегріву кімнат і значно скоротити споживання електроенергії, необхідної для роботи кондиціонерів.

Система «розумного будинку» здатна зберігати інформацію про всі події, що сталися під час відсутності мешканців. Вона фіксує, хто і коли заходив до будинку, скільки часу перебував у приміщенні, а також може зберігати зображення осіб і записувати їхні дії. У разі несанкціонованого доступу до житла система миттєво сповістить власника через телефонний зв'язок і автоматично повідомить охоронну службу. При виникненні надзвичайної ситуації, наприклад, витoku води, інтелектуальна система самостійно подасть сигнал відповідним службам та виконає дії для ліквідації аварії — наприклад, перекриє подачу води.

Крім цього, під час тривалої відсутності господаря smart-система здатна створити ілюзію присутності людей у будинку. Вечорами вона автоматично вмикатиме світло або музику, що може відлякати потенційних злоумисників.

Таким чином, система виступає не лише зручним інструментом автоматизації, але й важливим елементом безпеки.

Інтелектуальна система керування житлом використовується не лише в будинках, а й в офісних та громадських приміщеннях, забезпечуючи централізоване управління і моніторинг усіх підсистем. Загальна структура такої системи включає кілька основних компонентів: центральний контролер, датчики (наприклад, температури, освітленості, диму, руху), виконавчі пристрої (димери, реле, інфрачервоні передавачі), інтерфейси керування (кнопки, пульти, сенсорні екрани, web-доступ), керовані пристрої (освітлення, кліматичні установки, мультимедійна техніка), допоміжні комунікаційні мережі (Ethernet, телефонія, розподіл аудіо- та відеосигналів), а також програмне забезпечення, яке координує взаємодію між усіма елементами.

Центральний процесор відіграє ключову роль, виконуючи функції керування всіма приєднаними пристроями. Він підтримує зв'язок через такі інтерфейси, як Ethernet, RS-232, RS-485, інфрачервоні порти, а також аналогові та цифрові входи й виходи. Більшість таких контролерів працює під багатозадачною операційною системою, мають інструменти для програмування, а в деяких випадках — вбудований web-сервер для віддаленого доступу.

Датчики встановлюються у стратегічних точках приміщення і зв'язані в єдину мережу безпосередньо або через додаткові пристрої. Користувачі взаємодіють з системою через інтерфейси, які забезпечують зручне управління всім функціоналом «розумного будинку».

Алгоритм роботи такої системи полягає в тому, що дані від датчиків або панелей керування надходять до центрального контролера через внутрішню мережу. Далі ці дані аналізуються програмним забезпеченням, і на основі закладених логік і сценаріїв формуються команди, які передаються на виконавчі пристрої. Передача команд може здійснюватися як через основну мережу, так і через допоміжні канали зв'язку. Усі параметри управління та візуалізації

налаштовуються ще на етапі проектування системи відповідно до специфікацій і потреб користувача.

1.2 Методи та засоби підвищення ефективності «розумного будинку»

Рациональне управління енергоспоживанням є важливою умовою гармонійного співіснування людини з природним середовищем, а також забезпечення безпеки як у побуті, так і на виробничих об'єктах. Одним із ключових напрямів у цій сфері виступає ефективне керування освітленням. Враховуючи значну частку електроенергії, яка витрачається саме на освітлення, впровадження енергозберігаючих рішень без втрати зручності та якості є вкрай актуальним. Досягти цього дозволяють сучасні системи керування освітленням, які можуть бути інтегровані в загальний контур автоматизації будівель.

Основне призначення таких систем — підвищення загальної енергоефективності та забезпечення високого рівня комфорту для користувачів. Вони покликані оптимізувати функціонування освітлювальних приладів, автоматично адаптуючись до змінних умов і попередньо встановлених сценаріїв. Залежно від обстановки, система може самостійно змінювати параметри освітлення, підлаштовуючись під ситуацію в режимі реального часу.

До ключових можливостей автоматизованих систем освітлення належить: аналіз рівня природного освітлення в приміщенні, урахування часу доби та дня тижня, а також виявлення присутності людей у кімнаті. Ці функції дають змогу забезпечити необхідний рівень освітленості лише тоді, коли це дійсно потрібно, що суттєво знижує зайві витрати енергії.

Сучасні тенденції в галузі керування освітленням свідчать про поступову відмову від аналогових рішень на користь цифрових систем. Цифрове керування надає більше можливостей для інтеграції з іншими елементами smart-

інфраструктури, дозволяє організовувати зв'язок між різними пристроями без потреби у додаткових дротових підключеннях — достатньо використовувати існуючі силові кабелі або бездротові технології, які сьогодні набули широкого поширення.

Для ефективного керування LED-освітленням у рамках системи «розумного будинку» доцільно використовувати низку сучасних технічних засобів. Зокрема, одним із найпоширеніших є стандартний RGB-контролер — одноканальний пристрій, який дозволяє управляти трьома базовими кольорами світлодіодного підсвічування. Контроль здійснюється через кнопки на самому контролері або за допомогою дистанційного пульта, а вбудовані програми дають змогу реалізовувати різноманітні світлові ефекти й режими.



Рисунок 2.1. Вигляд RGB-контролера

Мультиканальний RGB-контролер — пристрій, що забезпечує керування трьома і більше каналами кольорів RGB, дозволяючи створювати складні світлодинамічні ефекти шляхом об'єднання кількох модулів в єдину систему. Налаштування і програмування таких сценаріїв може виконуватись за допомогою персонального комп'ютера.



Рисунок 2.2. Багатоканальний RGB-контролер

RGB-контролер з підтримкою протоколу DMX — пристрій, який забезпечує управління освітленням через інтерфейс DMX 512. Підключення до комп'ютера здійснюється через USB. Завдяки протоколу можна контролювати до 512 каналів, що дозволяє реалізовувати різноманітні світлові сценарії з високою точністю.

RGB-контролер на основі DALI — рішення, що працює за протоколом DALI та підтримує двосторонній цифровий обмін даними з усіма компонентами системи. Система може включати до 12 800 адресованих пристроїв, об'єднаних у 200 окремих ліній за допомогою спеціалізованих маршрутизаторів.



Рисунок 2.3. DALI RGB-контролер

Система розумного освітлення має чимало практичних переваг. Вона здатна, наприклад, створювати ефект присутності мешканців у будинку під час

їхньої відсутності, зменшувати яскравість освітлення під час перегляду телевізора, або виконувати роль будильника, а також подавати світлові сигнали про надходження дзвінків чи повідомлень.

Світильники в такій системі можуть автоматично вмикатися, коли власник повертається додому, або реагувати на голосові команди. Якщо поєднати освітлювальні пристрої з датчиками руху, можна автоматизувати керування світлом у таких зонах, як коридори, ванні кімнати чи сходові майданчики.

Таке рішення значно підвищує комфорт проживання та сприяє ощадливому використанню електроенергії, знижуючи витрати на комунальні послуги. Датчики руху не дозволять забути вимкнути світло — система самостійно його відключить, коли не зафіксує присутності людей у приміщенні. До того ж, користувачам не доведеться шукати вимикач у темряві: світло автоматично вмикається під час входу до кімнати або появи на сходах.

1.3. Системи безпеки і відеоспостереження

Активування та деактивування охоронної системи квартири здійснюється за допомогою кодової панелі, яка зазвичай встановлюється в тамбурній зоні. Після відкриття входних дверей у користувача є 30 секунд на введення правильного коду. У разі, якщо код не буде введено вчасно, система «розумного будинку» автоматично активує сирену та надішле SMS-повідомлення на заздалегідь визначені телефонні номери.

Датчики руху, розміщені у таких приміщеннях, як кухня, вітальня та спальня, забезпечують виявлення несанкціонованого доступу через вікна. Схематичне зображення розміщення датчиків руху в житловому приміщенні, обладнаному інтелектуальною системою керування, наведено на рисунку 1.4.

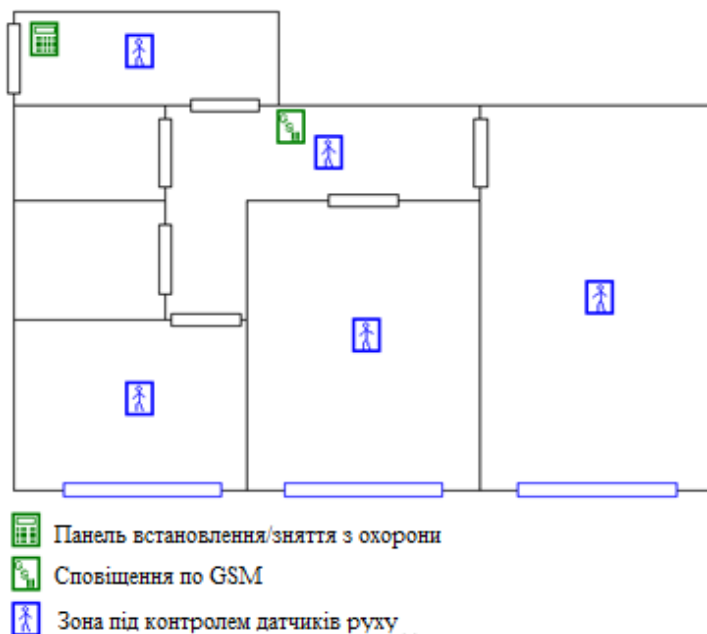


Рисунок 1.4 – Схема застосування датчиків руху в квартирі з системою «розумний будинок»

Покидаючи квартиру, достатньо ввести код на охоронній панелі, після чого система «розумного будинку» автоматично активує сигналізацію, вимкне освітлення та переведе опалення в режим економії енергії. [8].

Система «розумного будинку» має можливість записувати й надавати доступ до перегляду всіх подій, що відбувалися під час відсутності мешканців. Камери відеоспостереження здатні автоматично спрямовуватись у ту зону будинку або прилеглої території, де було зафіксовано рух. Залежно від заданого сценарію, система може проводити як регулярний, так і екстрений огляд приміщень, включаючи гараж і внутрішні кімнати [8].

У разі порушення охоронного периметра сигналізація миттєво сповістить власників про загрозу, а при спробі злочину передасть повідомлення до охоронної служби. Якщо система об'єднана з відеоспостереженням, можливий безперервний запис усіх подій у контрольованих зонах.

Крім охоронних функцій, інтегрована система здатна поєднувати в єдину мережу й датчики пожежної безпеки, встановлені в різних частинах будинку. У разі небезпеки система автоматично не лише повідомить власника, а й вимкне електропостачання та перекриє подачу газу. Також передбачена можливість автоматичного оповіщення пожежних служб. Такі функції зазвичай реалізуються шляхом інтеграції з професійними пожежно-охоронними системами.

Окремим елементом є аварійне реагування на витік води або газу. Встановлені в критичних зонах (санвузли, кухня) датчики миттєво подають сигнал центральному контролеру у разі виявлення аварійної ситуації. Система автоматично перекриває подачу газу або води за допомогою електричних клапанів, а також сповіщає власника та, за необхідності, аварійні служби [9]. Схема розміщення датчиків виявлення витоку води наведена на рисунку 1.5 — зазвичай контроль здійснюється в зонах з найбільшим ризиком: біля сантехнічних вузлів і кухонного обладнання

Виявлення прориву труби або переливу води через край мийки здійснюється за допомогою відповідних датчиків. У ситуації протікання система «розумного дому» автоматично зупиняє подачу води в квартиру та надсилає текстове повідомлення на наперед задані номери телефонів [11].



Рисунок 1.5 – Схема використання датчиків протікання води

Згідно з даними компанії Cisco, вже до 2021 року майже половина (близько 46%) застосунків для «розумного будинку», які відповідають за автоматизацію, безпеку, відеоспостереження та інші функції, працюватимуть з використанням технологій штучного інтелекту. З кожним роком електронні пристрої стають доступнішими, і дедалі більше домашньої, садової чи гаражної техніки буде керуватися зі смартфонів або планшетів. Сучасні інтелектуальні помічники, такі як Amazon Echo та Google Home, вже сьогодні інтегрують різноманітні пристрої в єдину екосистему через Інтернет речей (IoT), реагують на голосові команди, проте повна автоматизація домашнього простору поки що залишається перспективою майбутнього [11].

Домашня автоматизація в найближчі роки розвиватиметься у напрямку створення інтелектуального середовища, яке зможе заздалегідь підготувати дім до повернення господаря: увімкнути кондиціонер і налаштувати оптимальну температуру, відкрити штори, запустити улюблений плейлист або навіть зварити

каву. Хоча це звучить як елемент фантастики, вже зараз існують централізовані smart-системи, здатні виконувати багато щоденних завдань у відсутність мешканців.

Серед популярних систем для автоматизації дому виділяються такі рішення, як Nest, HomeKit, Wink, Z-Wave, Zigbee, SmartThings та Brillo [12]. На вершині ринку стабільно утримуються Amazon Alexa, Apple HomeKit та Google Home. Окрім дорогих рішень, з'являються й бюджетні альтернативи, наприклад, Orvibo Security Kit, що забезпечують базові функції без значних фінансових витрат.

Провідні технологічні корпорації — Amazon, Apple та Google — зосереджують зусилля на розвитку голосових помічників, оскільки концепція розумного дому передбачає максимальний комфорт для всіх користувачів. Особливу увагу приділено людям з інвалідністю та особам похилого віку, яким складно фізично керувати побутовими приладами. Саме тому функції автоматизації вважаються пріоритетними у подальшому розвитку smart-технологій.

РОЗДІЛ 2.

АВТОМАТИЗОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ОБ'ЄДНАННЯ І УПРАВЛІННЯ СИСТЕМАМИ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ»

2.1 Аналіз готових рішень системи «розумний будинок»

Терміном «екосистема» у контексті розумного будинку позначають централізовану систему керування всіма пристроями — як локально через центральний пульт, так і дистанційно через інтернет. Існує два основних підходи до створення такої системи [12]:

1. Зібрати інтелектуальну мережу самотійно: користувач підбирає різні хаби, налаштовує окремі плагіни для кожного пристрою, інтегрує їх у систему за допомогою власноруч розроблених або сторонніх додатків.
2. Придбати готовий стартовий набір і додавати до нього сумісні пристрої. У цьому випадку достатньо підключити їх до центрального хабу, встановити фірмовий додаток на смартфон і керувати всіма функціями з єдиного інтерфейсу.

Другий варіант є зручнішим для пересічного користувача, оскільки забезпечує швидке налаштування, стабільну роботу та передбачуваний результат. До того ж, вартість такого рішення може бути досить доступною — базові комплекти зазвичай включають модулі для виявлення пожежі, витoku води та спроб несанкціонованого доступу до житла.

На ринку представлено чимало технологій та рішень для інтеграції систем розумного будинку. Серед них варто виділити популярні комерційні комплекти, які відрізняються простотою монтажу, функціональністю та високою надійністю. Один із таких прикладів — **Ajax StarterKit** (див. рисунок 2.1), розроблений

українським брендом Ajax. Це рішення зосереджене на забезпеченні безпеки оселі й здатне повідомляти власника про проникнення, займання чи витік води.

У стандартний набір Ajax StarterKit входять:

- центральний хаб, який координує роботу всієї системи;
- звукова сирена;
- брелок з функцією дистанційного керування;
- сенсори для дверей і вікон, які фіксують їх відкриття чи закриття;
- датчик розбитого скла;
- сенсор протікання води;
- датчик руху, який може розрізняти людей і домашніх тварин.



Рисунок 2.1 – Система «розумного будинку» Ajax StarterKit

Переваги системи Ajax StarterKit включають: надійний захищений радіоканал зв'язку, простоту встановлення та керування, оперативне надсилання сповіщень, а також наявність резервного живлення для центрального контролера. Основним недоліком є обмеження виключно охоронною функціональністю. Середня вартість комплекту — близько 4600 грн.

Хіаомі — відомий китайський виробник, що спеціалізується на виготовленні якісної електроніки за доступною ціною. Її розумна екосистема не обмежується лише базовими наборами — компанія пропонує великий вибір смарт-пристроїв, що дозволяють побудувати інтелектуальну систему з широкими функціональними можливостями.

Шлюз Міжіа (див. рисунок 2.2) поєднує функції нічного світильника, радіо та центрального хаба. Датчики відкривання дверей і вікон реагують на вторгнення, надсилають сповіщення користувачу та вмикають камеру для фіксації події. Система може виконувати сценарії: наприклад, при відкритті вікна вранці автоматично вмикається ароматизатор, а коли хтось заходить у дитячу кімнату, активується ніжна мелодія будильника. За допомогою бездротового вимикача можна одним натисканням розбудити дитину, готуючи сніданок в іншій кімнаті. Крім того, залишаючи дім, достатньо одного натискання, щоб знеструмити всі побутові прилади.



Рисунок 2.2 – Система «розумного будинку» Хіаомі Міжіа

Одним із ключових компонентів системи розумного будинку є інтелектуальна розетка. Підключивши її до мультифункціонального шлюзу і налаштувавши через мобільний додаток, користувач може задати індивідуальний розклад увімкнення або вимкнення будь-якого електроприладу залежно від часу доби. Для зручності керування кожному пристрою в застосунку призначається окрема іконка. Наприклад, датчик руху автоматично вмикає світло в коридорі під час відкриття входних дверей, активує кондиціонер перед сном або запускає нічник чи світлодіодну стрічку, якщо вночі потрібно піти до ванної кімнати.

Вартість базового комплекту становить близько 1900 грн. Переваги рішення:

- широкий набір корисних функцій уже в стартовій конфігурації;
- підтримка як Android, так і iPhone;
- готове до використання одразу після розпакування — усе налаштовано за замовчуванням.
- Недоліки:
- розетки мають китайський формат, тому для підключення до європейських вилок потрібен адаптер;
- вбудований радіоприймач шлюзу налаштований лише на китайські FM-станції.

Redmond — ще один популярний бренд у сфері розумної техніки, який вирізняється широким асортиментом пристроїв, що керуються через єдиний мобільний додаток. Хоча функція голосового керування наразі не реалізована, за кількістю сумісного обладнання Redmond входить до лідерів ринку. До базового набору входять: розумна розетка, датчик руху та герконовий датчик для контролю положення дверей (див. рисунок 2.3). Інші компоненти, зокрема центр управління Redmond SkyCenter 11S, можна придбати окремо для розширення системи.



Рисунок 2.3 – Система «розумного будинку» Redmond

Вартість базового набору Redmond складає приблизно 3200 грн.

Переваги цієї системи:

- наявність великої кількості сумісних IoT-пристроїв;
- можливість повної автоматизації всього будинку;
- висока якість виконання та надійність роботи.
- Недоліки:
- відсутність голосового керування;
- для дистанційного керування зі смартфона необхідно, щоб у приміщенні був ще один смарт-пристрій (наприклад, планшет або смартфон).

Google — американський бренд, виробництво якого розташоване в Китаї. Його система розумного будинку підтримує як мобільне, так і голосове управління. Голосовий асистент реагує на команду «Окей, Гугл» і здатен увімкнути музику, встановити будильник та виконати інші запити. Основним керуючим елементом виступає розумна колонка Google Home — єдиний пристрій, що безпосередньо виготовляється компанією Google. Інші компоненти

екосистеми створюються партнерами, такими як Xiaomi, TP-Link чи Phillips, що значно розширює перелік сумісного обладнання.

Середня ціна Google Home становить близько 3100 грн, при цьому інші пристрої необхідно купувати окремо. Повноцінна система для керування освітленням, температурою, водопостачанням та іншими функціями комплектується індивідуально залежно від потреб користувача.

- Переваги Google-системи:
- наявність фірмової розумної колонки;
- голосове управління;
- велика кількість сумісних пристроїв від відомих брендів.
- Недолік — досить висока загальна вартість комплекту.

Amazon — прямий конкурент Google у сфері smart-технологій. Це також американська компанія, чия продукція виготовляється в Китаї. Її система побудована навколо розумної колонки Amazon Echo, яка чудово взаємодіє з IoT-пристроями різних виробників. Завдяки цьому користувачі мають широкі можливості для складання і подальшого розширення інтелектуальної екосистеми.

Система Amazon вважається однією з найгнучкіших і перспективних, поєднуючи доступну ціну, високу якість та новітні технічні розробки. Подібно до Google, компанія виготовляє лише центральний пристрій — колонку, середня ціна якої становить близько 4350 грн, а всі інші компоненти придбаються окремо.

Переваги Amazon-системи:

- висока гнучкість у налаштуванні;
- підтримка великої кількості автоматизованих сценаріїв;
- сумісність із широким спектром брендів;
- зручне голосове управління.

Недолік — відсутність підтримки української мови.

Порівняльний аналіз функціональних характеристик різних екосистем розумного будинку наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристики екосистем для «розумного будинку»

Екосистема	Ajax StarterKit	Xiaomi Mijia	Redmond	Google Home	Amazon
Простота налаштування	+	+	+	+	+
Відкритість системи	—	+	—	+	+
Мобільний додаток	+	+	—	+	+
Web-інтерфейс	+	+	+	+	+
Голосове керування	—	—	—	+	+
Базова вартість системи, грн.	4600	1900	3200	8000	9000

Серед розглянутих програмно-апаратних комплексів найбільш зручними у використанні та функціонально насиченими виявилися Google Home та Amazon, оскільки вони вирізняються легкістю налаштування та простотою підключення додаткових пристроїв. Водночас, через досить високу вартість і потребу формувати систему з компонентів різних виробників, ці рішення не можна вважати повністю оптимальними.

2.2 Вибір технологій і комплектуючих для проекту «розумного будинку»

На сьогоднішній день найбільш поширеними технологіями, які застосовуються у пристроях для «розумного будинку», є Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee та Z-Wave [13]. Кожна з них має свої переваги і недоліки, тому їхнє комбіноване

використання дозволяє взаємно компенсувати слабкі сторони. Різні типи пристроїв і завдань вимагають застосування відповідної технології.

Wi-Fi і Bluetooth зазвичай використовуються в побутовій техніці — телевізорах, кавоварках, холодильниках, оскільки ці пристрої часто функціонують незалежно від повноцінної системи автоматизації. Вони сумісні зі смартфонами і не потребують окремих хабів. Натомість для автоматизації кліматичних систем і освітлення ефективнішими є спеціалізовані протоколи ZigBee та Z-Wave, які дозволяють інтегруватися безпосередньо з електричною мережею і керувати технікою централізовано. Однак для їх роботи потрібен окремий хаб.

1. Wi-Fi — незамінний у пристроях для передачі відео, як-от IP-камери, телевізори, медіаплеєри. Його також використовують у деяких термостатах, датчиках та вимикачах, однак через високе енергоспоживання та відсутність функції ретрансляції сигналу, Wi-Fi не підходить для створення енергоефективних сенсорів, здатних працювати роками. До того ж, кожен виробник створює окремий додаток для управління своїм пристроєм, що ускладнює централізоване керування всією системою.

2. Bluetooth, зокрема версія Low Energy 4.2, забезпечує низьке споживання енергії, що робить його ідеальним для мініатюрних бездротових пристроїв — навушників, колонок і сенсорів. Проте, як і у випадку з Wi-Fi, відсутність уніфікованого стандарту управління призводить до необхідності використання різних додатків. Лише з появою версії Bluetooth 5.0 з підтримкою Mesh-мереж з'явилася надія на масштабовану інтеграцію в системи розумного будинку, хоча її використання поки що обмежене.

3. ZigBee створювався спеціально для датчикових мереж, таких як лічильники електроенергії, води та температури. Його мережева архітектура підтримує mesh-топологію, що забезпечує високу надійність за рахунок ретрансляції сигналу між пристроями. У 2007 році був затверджений профіль для домашньої автоматизації, після чого з'явилися численні пристрої — лампи,

термостати, замки, реле. Хоча ZigBee має привабливу ціну, повної сумісності між обладнанням і хабами різних виробників наразі немає, що обмежує можливість створити повноцінну екосистему тільки на цій технології.

4. Z-Wave — це бездротовий протокол, розроблений з самого початку для автоматизації житлових приміщень. Його основна перевага — повна сумісність між пристроями різних брендів, що дає змогу комбінувати, наприклад, датчик Fibaro із димером Qubino, використовуючи контролер RaZberry. На ринку наявні понад 3000 сумісних пристроїв, що охоплюють усі потреби smart-систем. Як і ZigBee, Z-Wave використовує mesh-мережу з ретрансляцією та автоматичним пошуком найкращого маршруту. Основний недолік — висока вартість: середня ціна одного пристрою становить 60–80 євро, що приблизно удвічі дорожче за аналоги ZigBee.

Щоб забезпечити максимальну ефективність системи розумного будинку, доцільно використовувати комбінацію різних протоколів залежно від типу пристроїв і функцій, які вони виконують.

Переходячи до вибору обладнання для реалізації проекту в межах цієї бакалаврської роботи, слід визначити першочергові завдання: забезпечення безпеки та часткова автоматизація заміського будинку.

Почнемо з найпростішого пристрою — розумної лампочки, що є базовим елементом smart-системи. Обираємо модель Rubetek RL-3103 (див. рис. 2.4). Лампу легко встановити в стандартний патрон стельового світильника. Вона дозволяє змінювати яскравість, колір і температуру світла. Світлодіодна технологія забезпечує енергоефективність та довгий термін служби — понад 10 років. Для розширення її можливостей додамо до електроланцюга датчик руху.

Також важливо передбачити датчики температури та вологості. Для цього обираємо Xiaomi Mi Temperature and Humidity Monitor, зображений на рис. 2.5. Завдяки йому власник зможе в режимі онлайн відстежувати кліматичні параметри в будинку та, при потребі, змінювати налаштування. Особливо зручно це взимку

— для підтримки мінімальної температури з метою запобігання замерзанню труб. Увімкнувши цей датчик у систему, можна автоматизувати роботу кондиціонера, зволожувача, обігрівача чи інших кліматичних пристроїв.



Рисунок 2.4 – Розумне світло Rubetek RL-3103



Рисунок 2.5 – Датчик температури і вологості Xiaomi Mi Temperature and Humidity Monitor

Ще одним важливим компонентом є датчик відкриття дверей і вікон. Для встановлення обираємо модель Smart Home Perenio PECWS01 (див. рис. 2.6). Цей контактний сенсор монтується безпосередньо на двері або віконні рами.

Його основна функція — виявлення несанкціонованого доступу, проте він також може виконувати інші корисні задачі. Наприклад, при відкритті вікна датчик може автоматично подати сигнал на вимкнення кондиціонера, що дозволить заощадити енергію. У разі спроби проникнення до будинку користувач отримає сповіщення на смартфон, з можливістю миттєво підключитися до камери відеоспостереження, увімкнути сигналізацію, відлякати зловмисника та звернути увагу сусідів.



Рисунок 2.6 – Датчик відкриття дверей/вікон Smart home Perenio PECWS01

Для забезпечення протипожежного захисту в системі необхідно передбачити датчик диму, який реагує на появу задимлення в приміщенні. Обрано модель PECSS01 Smart Home Perenio (див. рисунок 2.7). У режимі автономної роботи цей пристрій може виконувати функцію пожежної сирени, а також подавати сигнал на відключення електроприладів у разі виявлення загоряння, запобігаючи подальшому поширенню небезпеки



Рисунок 2.7 – Датчик диму Smart home Perenio PECSS01

Доцільно розмістити датчики виявлення протікання води у зонах з підвищеним ризиком затоплення — у ванній кімнаті, туалеті, під кухонною мийкою, біля пральної машини та радіаторів опалення. Для цього обираємо модель Ezviz T10 (див. рисунок 2.8). Найефективніше такі сенсори працюють у парі з електромагнітними клапанами: у разі виявлення витіку датчик миттєво подає команду на автоматичне перекриття подачі води, запобігаючи затопленню.



Рисунок 2.8 – Датчик протікання води Ezviz T10

Ще одним ключовим компонентом системи є датчик руху, який фіксує переміщення людей та тварин, реагуючи на теплове випромінювання. Водночас він не спрацьовує на домашніх улюбленців, таких як собаки чи коти. Обрана модель — Smart Home Номмуп MS-20-Z (див. рисунок 2.9). Пристрій можна легко закріпити на стіну за допомогою одного шурупа або приклеїти

на двосторонню клейку стрічку. Завдяки низькому енергоспоживанню, однієї батареї вистачає на 2–3 роки в залежності від частоти активацій. Датчик має компактні розміри і майже непомітний в інтер'єрі коридору чи санвузла.



Рисунок 2.9 – Сенсор руху Smart home Homtun MS-20-Z

Одним із найпоширеніших завдань системи розумного будинку є керування увімкненням та вимкненням електроприладів. З цією метою доцільно передбачити використання розумних розеток. Вони слугують адаптером між стандартною побутовою розеткою та підключеним пристроєм, не потребуючи додаткового монтажу. Такі розетки мають розширений функціонал. Наприклад, модель TP-Link HS100, обрана для цього проєкту (див. рисунок 2.10), дозволяє вмикати прилади за розкладом або таймером, наприклад, у період дії вигідного тарифу на електроенергію, а також веде облік і аналізує статистику споживання енергії.



Рисунок 2.10 – «Розумна розетка» TP-Link HS100

Сьогодні на ринку вже доступні побутові прилади, які можуть інтегруватися в систему розумного будинку без використання розумних розеток. Наприклад, пристрої з екосистеми Redmond на базі платформи Ready For Sky, такі як смарт-чайники, мультиварки та інші [13].

У рамках даного проєкту також передбачено встановлення електрокарнизів, монтаж яких зображено на рисунку 2.11. Для керування приводом штор або жалюзі доцільно використовувати мікромодулі від виробників Fibaro, Zipato або Qubino. Вибір зупинено на модулі Qubino Shutter з фазовим керуванням, оскільки він має найширший набір функцій. Зокрема, пристрій здійснює моніторинг споживання електроенергії та здатен автоматично визначати крайні положення жалюзі. Додатковою перевагою є можливість синхронізації з будильником на смартфоні.

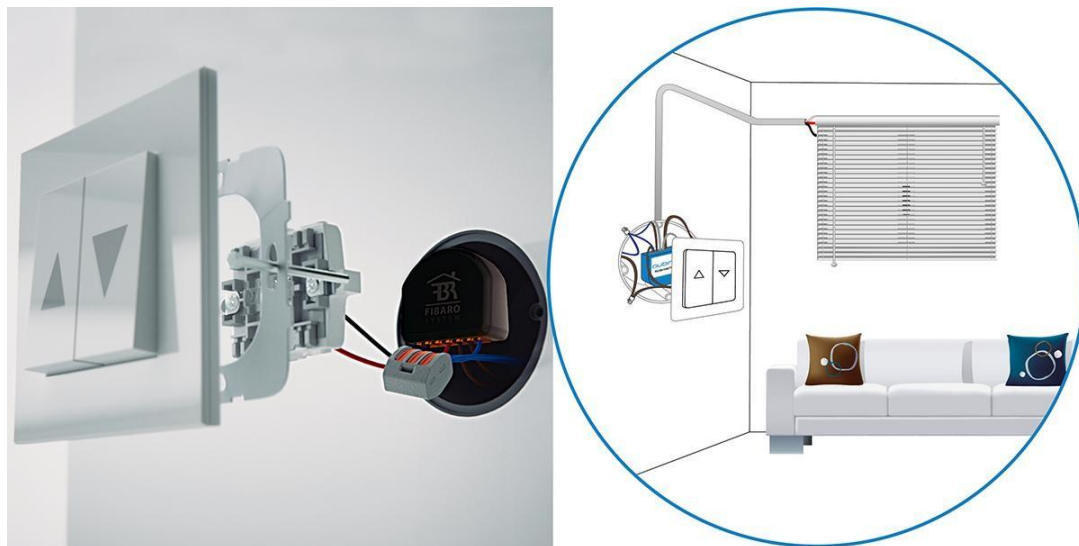


Рисунок 2.11 – Принцип установки електричного карнізу

Як уже зазначалося раніше, існує велика кількість виробників та компонентів для розумного будинку, кожен з яких використовує власні технології. Щоб об'єднати ці елементи в єдину систему, необхідно застосувати спеціальний пристрій — шлюз. Він виконує роль центрального вузла мережі, приймає дані з усіх сенсорів, передає їх у хмарне сховище для подальшого доступу через смартфон і забезпечує обмін командами між пристроями.

Оскільки загального стандарту для об'єднання всіх пристроїв у єдину систему не існує, є два можливі варіанти: зосередитися на обладнанні одного виробника та використовувати його екосистему (як описано в підрозділі 2.1), або реалізувати систему на базі IoT-роутера, який підтримує кілька комунікаційних протоколів одночасно — Wi-Fi, Z-Wave, ZigBee, Bluetooth. У межах цього проєкту для централізованого керування буде використано IoT-роутер Rubetek CC1.

2.3 Вітрогенератор з контролем для живлення електроприймачів «розумного будинку»

Система автономного енергозабезпечення забезпечує стабільну роботу всіх компонентів розумного будинку, запобігаючи перебоям у подачі електроенергії та зниженню напруги.

Загальна структура такої системи включає послідовно з'єднані компоненти:

1. Первинне джерело живлення — ним можуть слугувати сонячні панелі або малопотужні вітроенергетичні установки (ВЕУ).
2. Зарядний пристрій — призначений для перетворення напруги від основного джерела у значення, необхідні для стабільного заряджання акумуляторів.
3. Акумуляторна батарея — використовується для зберігання енергії та її подальшого споживання при потребі.
4. Інвертор — забезпечує формування необхідного рівня напруги для живлення побутових пристроїв.

Схематичне зображення системи автономного живлення для розумного будинку наведено на рисунку 2.12.



Рисунок 2.12 – Система автономного електропостачання «розумного будинку»

Для реалізації системи контролю за роботою вітрогенератора використовується готове комплексне рішення на основі обладнання ОВЕН [15]. До складу цієї системи входять такі компоненти:

- два програмованих реле ПР200;– модуль аналогового введення МВ110-8А;
- модуль дискретного введення МВ110-16ДН;
- пристрій для вимірювання параметрів електромережі МЕ110-220;– блок управління тиристорами та сімісторами БУСТ2;
- мережевий шлюз ПМ210 RS-485 <-> GPRS для доступу до хмарного сервісу OwenCloud.

Головне реле ПР200 (master) відповідає за запуск вітроустановки, керування механічними компонентами, а також передає дані з аналогових і дискретних датчиків у хмарну систему OwenCloud та до модулів МВ110. Друге реле ПР200 (slave) здійснює керування силовими елементами системи, підключення генератора до електромережі, а також контроль електричних

- швидкість обертання гвинта турбіни та вала генератора;
- орієнтація гондоли за напрямком вітру та швидкість вітру;
- температура окремих вузлів, підшипників турбіни та мастила в редукторі;
- обсяг виробленої електроенергії та миттєва потужність;
- стан дискретних датчиків у системі керування ВЕУ;
- статус керуючих сигналів електроавтоматики.

Моніторинг можна здійснювати як з персонального комп'ютера, так і зі смартфона через мобільний додаток OwenCloud. Усі показники відображаються в реальному часі на вкладках сервісу і зберігаються в архіві протягом 90 днів.

РОЗДІЛ 3.

РЕАЛІЗАЦІЯ МОДУЛЯ АНАЛІЗУ ДАНИХ У СИСТЕМІ ТА КЕРУВАННЯ СИСТЕМОЮ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК» НА БАЗІ КОНТРОЛЕРА ARDUINO

3.1 Архітектура і алгоритм роботи системи керування

Для реалізації управління обираємо централізовану систему, оскільки вона дає змогу використовувати недорогі та компактні датчики, а також спрощує процес розробки, адже програмування необхідне лише для центрального контролера. Структурна блок-схема системи керування наведена на рисунку 3.1.

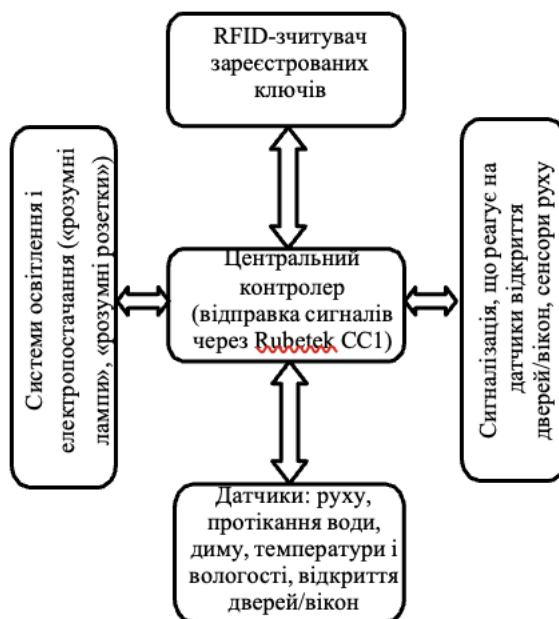


Рисунок 3.1 – Блок-схема запропонованої системи керування

У межах проєкту розумного будинку моніторинг параметрів здійснюється за допомогою встановлених у приміщеннях датчиків руху, диму, витоку води та відкриття дверей або вікон. Зібрана з них інформація надходить до центрального

контролера, який аналізує дані та виконує відповідні дії залежно від зафіксованої події.

Запропонована система передбачає кілька режимів роботи, між якими можна перемикатися за допомогою RFID-зчитувача. Якщо користувач прикладає до зчитувача зареєстрований у системі ключ, відбувається перемикання режиму. У разі введення неавторизованого ключа зчитувач блокується на заданий час, а поточний режим залишається без змін. У моделі передбачено два основних режими з наступними алгоритмами:

1. Охоронний режим: у цьому режимі система активує охоронні пристрої, зокрема датчики руху, відкриття дверей/вікон та сигналізацію. Якщо в приміщенні буде зафіксовано рух під час активного режиму, система спрацює і ввімкне сигнал тривоги.

2. Режим енергоспоживання та освітлення: при його активації система подає напругу на електромережу будинку та керує освітленням у кімнатах. Освітлення вмикається автоматично при появі людини й вимикається, якщо протягом певного часу рух не фіксується. Цей режим сприяє зниженню енергоспоживання, особливо коли мешканець залишає дім на тривалий час.

Система живлення для керування може працювати як від постійного джерела електроенергії, так і від альтернативних — зокрема, вітрогенератора, акумуляторної батареї або зарядного пристрою

3.2 Вибір апаратних засобів

У якості центрального контролера для системи буде використано Arduino UNO — недорого друковану плату з мікроконтролером і відкритою архітектурою, що передбачає вільний доступ до принципової схеми. Плата Arduino є повноцінним процесором із власною пам'яттю та великою кількістю стандартних

входів і виходів, до яких легко підключаються різноманітні пристрої: сенсори, датчики, двигуни та інші виконавчі елементи.

Arduino здатна зчитувати вхідні сигнали у вигляді електричної напруги, що подається на її аналогові входи. Підключивши до цих входів датчики, можна програмно зчитувати інформацію про стан навколишнього середовища або певні дії. Платформа чудово підходить для розробки електронних пристроїв, які працюють за наперед заданим алгоритмом і реагують на зовнішні впливи. Крім того, вона дозволяє як підключати додаткові компоненти, так і змінювати схему роботи системи за потреби.

У проєкті використовується програмований контролер Arduino UNO R3 (на базі мікроконтролерів ATMEGA16U2 та MEGA328P), що є представником серії контролерів компанії Arduino, створених на базі мікросхеми ATmega328 [14]. Плата (рисунок 3.1) має 14 цифрових входів/виходів, з яких 6 можуть працювати в режимі ШІМ (широтно-імпульсної модуляції), а також 6 аналогових входів.

Особливістю цієї моделі є наявність чипа Atmega16U2, який дозволяє перетворювати плату в різні типи USB-пристроїв, наприклад, у мишку або зовнішній накопичувач. У порівнянні з попередніми версіями, Arduino UNO R3 має зручніше маркування контактів, що спрощує процес розробки. За потреби функціональність плати може бути розширена за допомогою додаткових модулів і плат розширення.



Рисунок 3.1 – Плата Arduino UNO

Живлення плати Arduino UNO R3 може здійснюватися через USB-кабель або від зовнішнього джерела, яким може слугувати акумулятор чи мережевий адаптер типу AC/DC. Рекомендований діапазон вхідної напруги для стабільної роботи становить від 7 до 12 вольт. Обсяг вбудованої флеш-пам'яті складає 32 кілобайти. Arduino UNO R3 може бути підключена як до персонального комп'ютера, так і до інших плат Arduino або мікроконтролерів.

Особливу увагу слід приділити допустимим рівням струму. Для одного виводу максимальний струм не повинен перевищувати 40 мА, для групи виводів — не більше 100 мА, а загальне споживання для мікроконтролера не повинно перевищувати 200 мА. Основні технічні характеристики контролера наведені в таблиці 3.1 [14].

Для зчитування даних з Arduino її підключають до комп'ютера через USB-інтерфейс. У цьому випадку комп'ютер обробляє інформацію так, ніби вона надходить через COM-порт. Також плата може функціонувати автономно без участі ПК, якщо забезпечено окреме живлення та використовується альтернативний канал зв'язку.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики контролера

Тип мікроконтролера	ATmega328P
Напруга живлення мікроконтролера	5 В
Рекомендована напруга живлення плати	7-12 В
Максимально допустима напруга живлення плати	6-20 В
Максимально допустимий струм мікроконтролера	200 мА
Цифрові входи-виходи	14
Виходи ШІМ-модуляції	6
Аналогові входи	6
Допустимий струм цифрових виходів	20 мА
Допустимий струм виходу 3,3 В	50 мА
Об'єм флеш-пам'яті	32 кБ
Об'єм оперативної пам'яті	2 кБ
Об'єм енергонезалежної пам'яті	1 кБ
Частота тактування	16 МГц
Довжина плати	68,6 мм
Ширина плати	53,4 мм
Вага	25 г

Для функціонування контролера необхідно підключити додаткові датчики, а також RFID-зчитувач RC522, який виконує роль керуючого елемента системи сигналізації та відповідає за ввімкнення електромережі в будинку. Разом із зчитувачем постачаються спеціальний ключ і карта, зображені на рисунку 3.2.

Технологія RFID (радіочастотна ідентифікація) дозволяє здійснювати автоматичну ідентифікацію об'єктів без фізичного контакту через радіосигнал. Процес ідентифікації відбувається за унікальним кодом, що зберігається в електронному чипі, який прикріплюється до об'єкта. У складі RFID-зчитувача присутні передавач та антена, які створюють електромагнітне поле заданої

частоти. Коли мітка потрапляє в це поле, вона активується та відправляє у відповідь сигнал із зашифрованими даними. Отриманий сигнал приймається антеною зчитувача, розшифровується, і отримана інформація передається на комп'ютер або контролер для подальшої обробки.

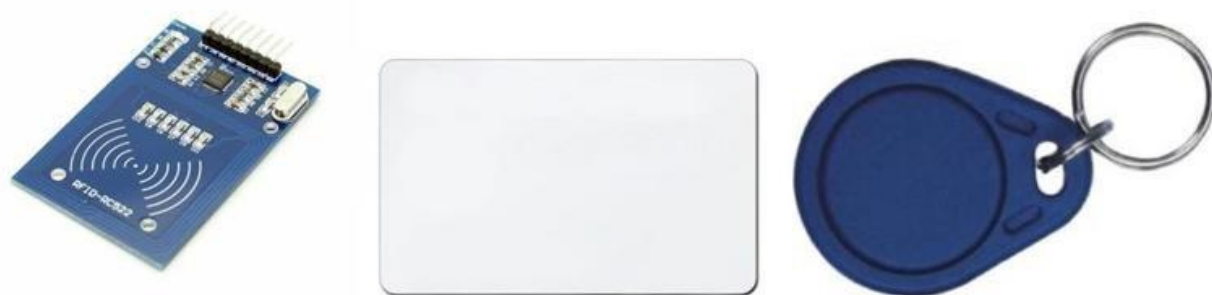


Рисунок 3.2 – Пристрій для зчитування RFID RC522, RFID-карта і RFID-ключ.

Модуль на базі мікросхеми TP4056 (рисунок 3.3) використовується для зарядки літій-іонних акумуляторів струмом до 1 А та виконує функцію їх захисту під час роботи. Конструкція модуля передбачає можливість одночасного підключення навантаження, що робить його придатним для застосування в автономних джерелах живлення. Завдяки малим розмірам $27 \times 17 \times 4$ мм, плата є компактним і практичним компонентом у проєктах з обмеженим простором.

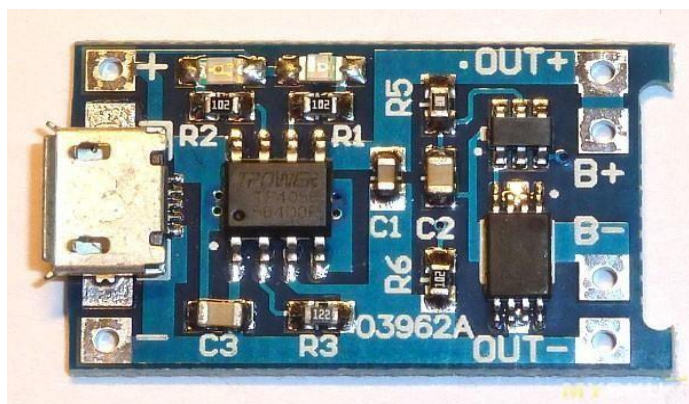


Рисунок 3.3 – Зарядний пристрій із захистом TP4056

Підключення до зарядного пристрою може здійснюватися як через стандартний роз'єм microUSB, так і через дублюючі контакти «+» та «-». Для підключення акумулятора використовуються контакти V+ і V-, а для під'єднання навантаження — вихідні контакти OUT+ і OUT-.

3.3 Програмна реалізація системи керування

У проєкті для програмування контролера Arduino буде використано середовище розробки Arduino IDE, оскільки воно повністю задовольняє основні вимоги: працює на різних платформах, є безкоштовним, має відкритий вихідний код, проста в інсталяції та використанні, а також підтримує великий вибір бібліотек, що дозволяють розширювати функціональність програм. Графічний інтерфейс Arduino IDE наведено на рисунку 3.4.

Мовою програмування, що буде застосовуватись, стане C/C++, яка є основною для цієї платформи. Ця мова підтримує об'єктно-орієнтований підхід, модульність, абстрагування даних, обробку помилок, а також забезпечує зручну роботу з апаратними засобами. Завдяки своїй універсальності та поширеності, C/C++ використовується як у створенні прикладного ПЗ, так і при розробці драйверів для різноманітних пристроїв. Вона оптимально підходить для програмування мікроконтролерів Arduino, що робить її найзручнішим і найпопулярнішим вибором у подібних розробках.

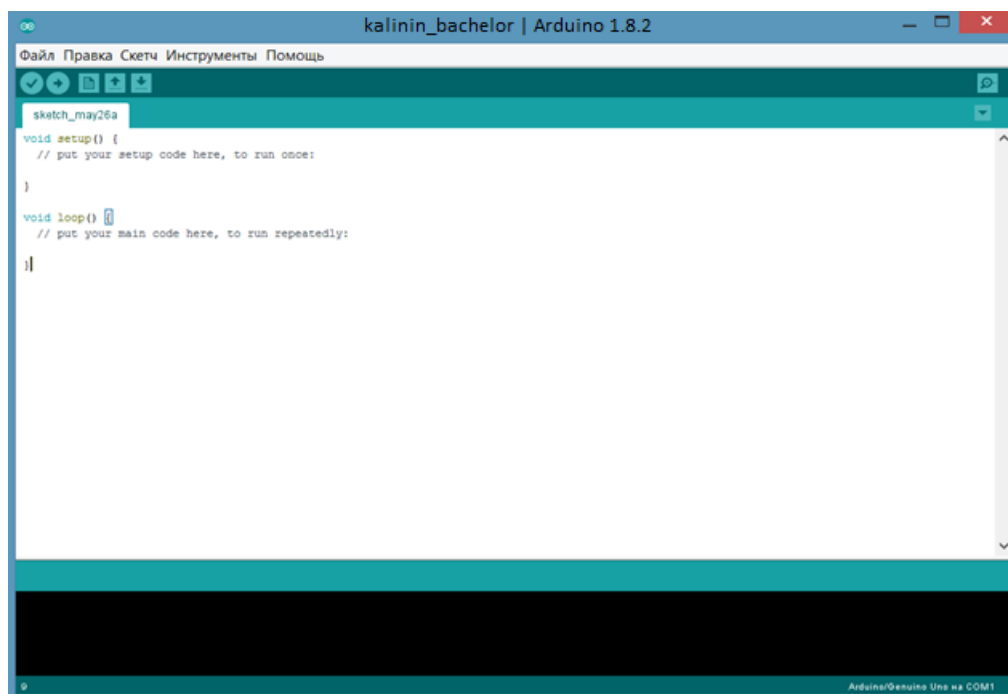


Рисунок 3.4 – Інтерфейс середовища програмування Arduino IDE

Центральний контролер отримує сигнали від локальних датчиків і самостійно виконує попередньо запрограмовані дії, не вимагаючи втручання користувача. Зміна режиму можлива шляхом зчитування RFID-ключа за допомогою RFID-зчитувача, що дозволяє користувачеві впливати на параметри функціонування центрального модуля. Стан системи контролюється сенсорами, які періодично надсилають дані до контролера.

Архітектура центрального контролера передбачає наявність блоку порівняння та блоку прийняття рішень. Перший визначає відхилення між поточним та еталонним значенням контрольованого параметра. В залежності від величини і напрямку цього відхилення, блок прийняття рішень визначає подальшу дію, яку реалізує виконавчий механізм.

Функціональна структура системи розумного будинку зображена на рисунку 3.5. Для реалізації логіки роботи був створений програмний код на мові C у середовищі Arduino IDE. У програмі використовувалися бібліотеки

MFRC522.h і SPI.h. Фрагмент коду, який відповідає за обробку вхідних сигналів, наведено на рисунку 3.6.



Рисунок 3.5 – Функціональна схема розумного будинку

```

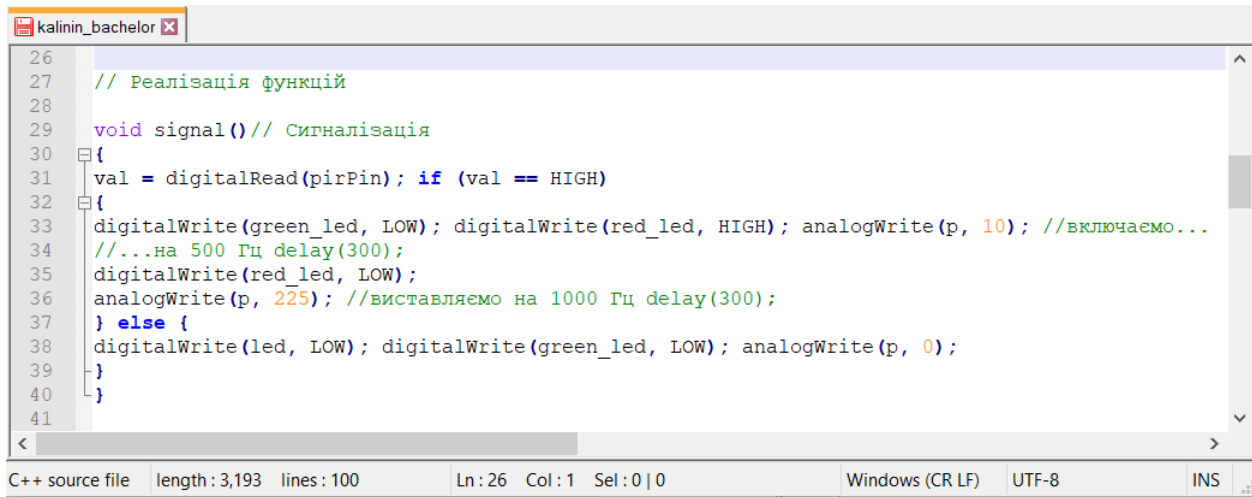
1  #include <SPI.h>
2  #include <MFRC522.h> // бібліотека "RFID". int led = 4; // світлодіод
3  int red_led = 5; int green_led = 6;
4  int p = 3; // світлодіод
5  int pirPin = 8; // датчик руху
6  int pirState = LOW; // стартові параметри датчику руху int val = 0;
7  char uidCard;
8  char incomingByte; int ihome = 0;
9  #define RST_PIN 9 // #define SS_PIN 10 //
10 MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN);
11 unsigned long uidDec, uidDecTemp; // для зберігання номеру мітки в десятинному форматі
12
13 void setup() { pinMode(led, OUTPUT); pinMode(15, OUTPUT);
14   pinMode(16, OUTPUT);
15   pinMode(17, OUTPUT);
16   pinMode(18, OUTPUT);
17   pinMode(green_led, OUTPUT);
18   pinMode(red_led, OUTPUT);
19   pinMode(p, OUTPUT);
20   pinMode(pirPin, INPUT);
21   Serial.begin(9600);
22   Serial.println("Waiting for card...");
23   SPI.begin(); // ініціалізація SPI / Init SPI bus.
24   mfrc522.PCD_Init(); // ініціалізація MFRC522 / Init MFRC522 card.
25 }
26

```

C++ sc length : 3,182 lines : 99 Ln : 17 Col : 29 Sel : 0 | 0 Windows (CR LF) UTF-8 INS

Рисунок 3.6 – Введення вхідних даних

На рисунок 3.7 показано процес реалізації сигналізації для «розумного будинку».



```

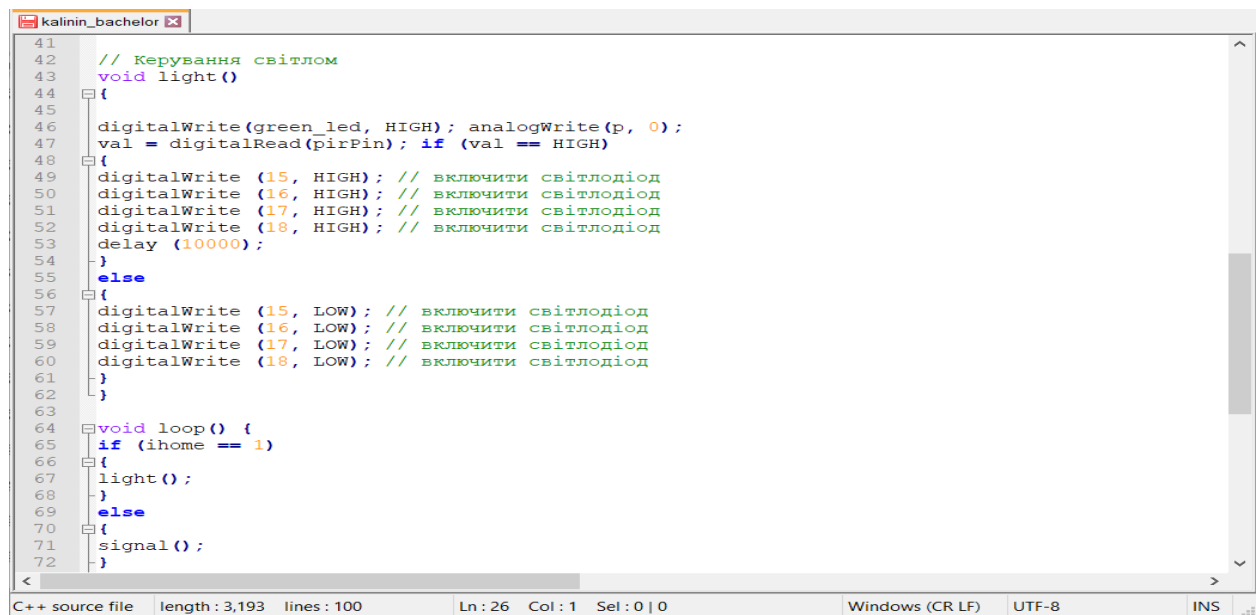
26
27 // Реалізація функцій
28
29 void signal() // Сигналізація
30 {
31     val = digitalRead(pirPin); if (val == HIGH)
32     {
33         digitalWrite(green_led, LOW); digitalWrite(red_led, HIGH); analogWrite(p, 10); //включаємо...
34         //...на 500 Гц delay(300);
35         digitalWrite(red_led, LOW);
36         analogWrite(p, 225); //виставляємо на 1000 Гц delay(300);
37     } else {
38         digitalWrite(led, LOW); digitalWrite(green_led, LOW); analogWrite(p, 0);
39     }
40 }
41

```

C++ source file length: 3,193 lines: 100 Ln: 26 Col: 1 Sel: 0 | 0 Windows (CR LF) UTF-8 INS

Рисунок 3.7 – Реалізація сигналізації

На рисунку 3.8 зображено процес керування освітленням у системі «розумного будинку». Відповідна частина програмного коду, наведена на рисунку 3.9, реалізує перевірку відповідності зчитаних RFID-міток зареєстрованим ключам, використовуючи радіозв'язок для ідентифікації та прийняття рішення щодо активації функцій освітлення..



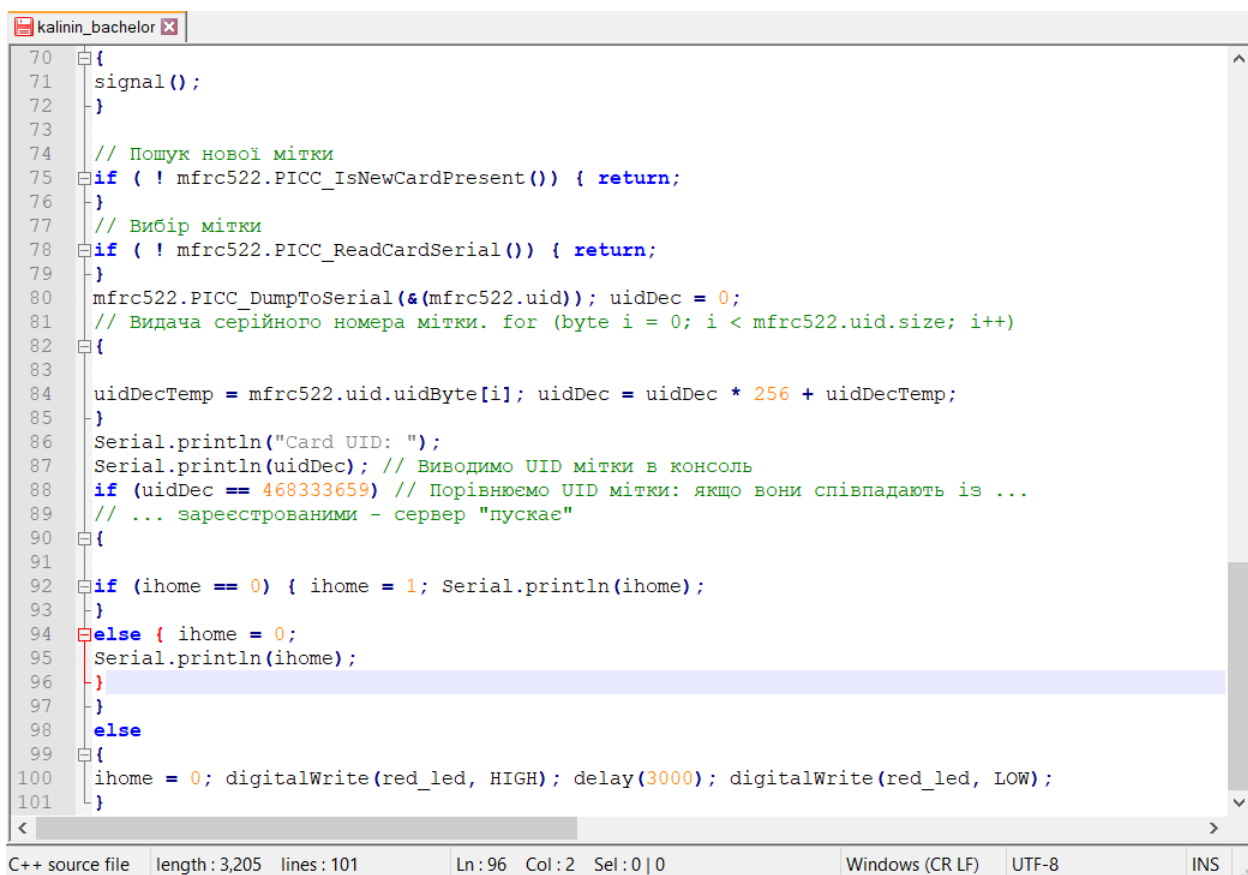
```

41
42 // Керування світлом
43 void light ()
44 {
45
46     digitalWrite(green_led, HIGH); analogWrite(p, 0);
47     val = digitalRead(pirPin); if (val == HIGH)
48     {
49         digitalWrite (15, HIGH); // включити світлодіод
50         digitalWrite (16, HIGH); // включити світлодіод
51         digitalWrite (17, HIGH); // включити світлодіод
52         digitalWrite (18, HIGH); // включити світлодіод
53         delay (10000);
54     }
55     else
56     {
57         digitalWrite (15, LOW); // включити світлодіод
58         digitalWrite (16, LOW); // включити світлодіод
59         digitalWrite (17, LOW); // включити світлодіод
60         digitalWrite (18, LOW); // включити світлодіод
61     }
62 }
63
64 void loop() {
65     if (ihome == 1)
66     {
67         light ();
68     }
69     else
70     {
71         signal ();
72     }
73 }

```

C++ source file length: 3,193 lines: 100 Ln: 26 Col: 1 Sel: 0 | 0 Windows (CR LF) UTF-8 INS

Рисунок 3.8 – Реалізація керування освітленням



```

70 {
71   signal();
72 }
73
74 // Пошук нової мітки
75 if ( ! mfr522.PICC_IsNewCardPresent() ) { return;
76 }
77 // Вибір мітки
78 if ( ! mfr522.PICC_ReadCardSerial() ) { return;
79 }
80 mfr522.PICC_DumpToSerial(&(mfr522.uid)); uidDec = 0;
81 // Видача серійного номера мітки. for (byte i = 0; i < mfr522.uid.size; i++)
82 {
83   uidDecTemp = mfr522.uid.uidByte[i]; uidDec = uidDec * 256 + uidDecTemp;
84 }
85 Serial.println("Card UID: ");
86 Serial.println(uidDec); // Виводимо UID мітки в консоль
87 if (uidDec == 468333659) // Порівнюємо UID мітки: якщо вони співпадають із ...
88 // ... зареєстрованими - сервер "пускає"
89 {
90   if (ihome == 0) { ihome = 1; Serial.println(ihome);
91   }
92   else { ihome = 0;
93   Serial.println(ihome);
94   }
95   else
96   {
97     ihome = 0; digitalWrite(red_led, HIGH); delay(3000); digitalWrite(red_led, LOW);
98   }
99 }
100 }
101 }

```

C++ source file length: 3,205 lines: 101 Ln: 96 Col: 2 Sel: 0 | 0 Windows (CR LF) UTF-8 INS

Рисунок 3.9 – Реалізація RFID-зчитувача

У проєкті системи «розумного будинку» контроль параметрів середовища здійснюється за допомогою датчиків руху, диму, протікання води та відкриття дверей або вікон, які розміщуються у відповідних приміщеннях. Зібрана з них інформація надходить до центрального контролера, який аналізує вхідні сигнали і виконує відповідні дії залежно від зафіксованої події. В основі контролера використано платформу Arduino UNO, програмування якої здійснювалося мовою C/C++

3.4. Архітектура модуля аналізу даних

Для досягнення максимальної ефективності роботи модуля аналізу даних у системі розумного будинку необхідно враховувати всі функціональні підсистеми, що формують вхідні потоки інформації. До них належать сенсори, які відстежують кліматичні умови, рівень освітлення, параметри безпеки, а також пристрої відеоспостереження, управління побутовою технікою, аудіосистеми та модулі віддаленого доступу. Взаємодія між цими елементами організована на основі єдиної архітектури, в центрі якої розміщено модуль збору й обробки інформації.

Цей модуль виконує функції агрегації даних з усіх сенсорних пристроїв, їхнього попереднього аналізу, а також прийняття рішень щодо подальших дій системи. Завдяки цьому забезпечується оперативна реакція на зміни в навколишньому середовищі або внутрішніх умовах будинку, що дозволяє не лише підвищити комфорт і безпеку, а й оптимізувати споживання ресурсів.



Рисунок 3.10 – Загальна архітектура системи розумного будинку з модулем аналітики

Наведена на рисунку архітектура відображає типовий сценарій побудови інтегрованої системи розумного будинку, в якій усі функціональні підсистеми — включаючи відеоспостереження, охоронну сигналізацію, освітлення, керування мікрокліматом, побутові пристрої, мультимедіа та інші компоненти — з'єднані з єдиним центральним контролером. Цей контролер виступає координаційним центром, який приймає сигнали з усіх сенсорів, обробляє їх і передає відповідні команди на виконавчі елементи. Такий підхід дозволяє забезпечити безперервну взаємодію між окремими модулями системи та адаптувати її поведінку під динамічні умови середовища.

Ключовим елементом є модуль аналізу даних, що функціонує у режимі реального часу. Його завдання полягає в тому, щоб фіксувати нетипові відхилення в роботі системи (наприклад, неочікуваний рух у приміщенні, падіння температури, перевищення допустимого рівня вологості), прогнозувати споживання електроенергії або води та здійснювати автоматизовану реакцію — як-от увімкнення чи вимкнення освітлення, запуск кліматичних приладів або надсилання повідомлень користувачеві. Завдяки такій гнучкій і самонавчальній архітектурі можна досягти не лише високого рівня зручності для мешканців, а й підвищеної безпеки, енергоефективності й надійності роботи всієї інфраструктури житла.

3.5. Обробка та зберігання даних

Щоб забезпечити ефективний аналіз даних у системі розумного будинку, важливо організувати чітку та послідовну схему збору, обробки й зберігання інформації з усіх сенсорів. У практичній реалізації це передбачає, що сигнали з розумних датчиків — зокрема температури, вологості та інших параметрів — передаються до брокера MQTT, який виступає посередником, відповідаючи за правильну маршрутизацію повідомлень до відповідних топіків. Така структура дозволяє централізовано обробляти великі обсяги інформації, забезпечуючи своєчасну реакцію системи на зміну умов у приміщенні та підвищуючи загальну ефективність роботи розумного будинку.

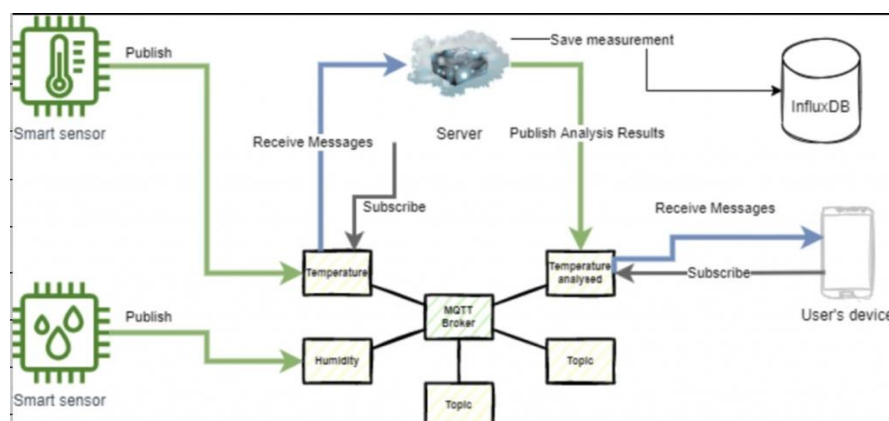


Рисунок 3.11. – Послідовність обробки даних у модулі

Отримавши дані від брокера MQTT, сервер виконує необхідні обчислення та аналітичну обробку, після чого результати зберігаються у базі даних, такій як InfluxDB, і надсилаються користувачу через мобільний застосунок або вебінтерфейс. Такий підхід забезпечує створення гнучкої та масштабованої інфраструктури, здатної працювати в режимі реального часу та адаптуватися до змін у навколишньому середовищі.

3.6. Інтерфейс виводу результатів

Фінальним етапом роботи модуля аналізу даних є представлення результатів у зручному для користувача форматі. Інтерфейс повинен бути інтуїтивно зрозумілим, інтерактивним і мати необхідний функціонал. У сучасних рішеннях для розумного будинку результати обробки даних із сенсорів зазвичай відображаються через мобільні застосунки або вебінтерфейси, де користувач може переглядати графіки температури, вологості, рівнів CO, PM2.5, а також поточний стан освітлення, інфрачервоні команди та інші параметри. Крім того, система дозволяє задавати порогові значення, перевищення яких автоматично викликає надсилання сповіщення або запуск запрограмованої дії — наприклад, вмикання вентиляції чи вимкнення світла.

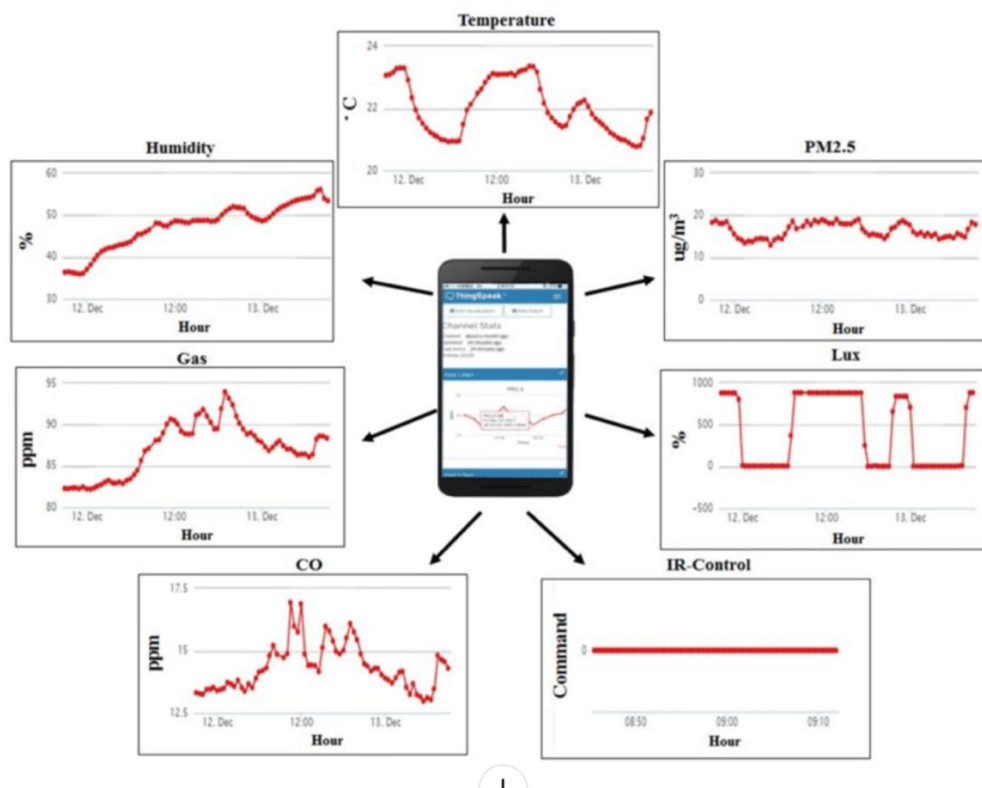


Рисунок 3.12 – Інтерфейс виводу аналітики в системі розумного будинку

Наведіть інтерфейс, зображений на рисунку, ілюструє можливості централізованого спостереження за різними параметрами довкілля в рамках системи розумного будинку. Візуалізація даних у режимі реального часу забезпечує легке сприйняття інформації та дозволяє користувачеві оперативно реагувати на коливання температури, вологості, концентрації газів або рівня пилу. Завдяки підключенню до хмарних сервісів на зразок ThingSpeak, отримані дані можуть бути переглянуті з будь-якого пристрою, що має доступ до інтернету. Такий принцип організації моніторингу сприяє підвищенню зручності, безпеки та енергоефективності, а також створює платформу для подальшої реалізації функцій адаптивного керування та елементів штучного інтелекту.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Структурно-функціональний аналіз технологічного процесу

Розробка та вживання ефективних заходів запобігання аварійним і травмонебезпечним ситуаціям можливі лише при завчасному виявленні тих небезпек, з яких починаються процеси їх формування. Оскільки небезпечні умови не завжди завчасно можна виявити, а для вивчення небезпечних дій іноді потрібно багато часу, щоб зібрати статичний матеріал, то і методи виявлення цих небезпек повинні бути відповідно диференційовані (табл. 5.1).

Таблиця 4.1. - Моделі формування та виникнення травмонебезпечних і аварійних ситуацій

Вид робіт, виробничий підрозділ, робоче місце, виробниче обладнання, склад агрегату	Виробнича небезпека			Можливі наслідки	Заходи запобігання небезпечним ситуаціям
	Небезпечна умова (НУ)	Небезпечна дія (НД)	Небезпечна ситуація (НС)		
Виконання робіт із електрообладнанням	Не вимкнено живлення. Відсутність заземлення.	Нехтування правилами ТБ	Ураження струмом	Травма (Т)	Проведення повторного інструктажу з ТБ. Розробка нових способів захисту. Встановлення заземлення.
НД ↓ НУ → НС → Т					

Відповідно до аналізу небезпечних умов, які існують у виробничому процесі виокремлено такі наступні за характером дії на працівника їх групи:

- характеризують стан або рівень небезпеки обладнання, які використовуються.
- сприяють виникненню технологічних помилок обслуговуючого персоналу впродовж виробничого процесу;
- створювати умови та можливість проникнення працівника в небезпечну зону;
- приводять до виникнення небезпечних дій (внаслідок низького рівня професійної підготовки працівників та організації навчання з охорони праці).

Моделі формування та виникнення травмонебезпечних і аварійних ситуацій в комп'ютерному кабінеті представлено у вигляді моделі формування та виникнення травмонебезпечних і аварійних ситуацій – табл. 5.1.

5.2. Розрахунок освітлення приміщення комп'ютерного кабінету.

Освітленість виробничих приміщень може бути штучною і природною. Природне освітлення при правильному обладнанні найбільш сприятливе для людини. Основні вимоги для освітлення наступні:

- освітлення повинне бути достатнім для швидкого і легкого розпізнання об'єктів роботи;
- освітлення повинно бути рівномірне без різких тіней;
- джерело світла не повинно осліплювати працівника;
- рівень освітленості не повинен обмежуватись часом.

Природне освітлення забезпечується обладнанням вікон (бокове освітлення) фонарів і світильних покриттів приміщень (верхнє освітлення). Природне освітлення нормується коефіцієнтом природної освітленості. Коефіцієнт природної освітленості – це процентне відношення фактичної освітленості E_v в будь-якій точці приміщення до освітленості E_n розсіяної світлом

небозводу точки, яка лежить на відкритій місцевості. Розрахунок природного освітлення через бокові вікна по нормам освітленості ведеться для самої дальньої від вікон точки, тобто знаходять мінімальне значення стик коефіцієнта природної освітленості:

$$e_{\min} = \frac{F_b}{F_n} \cdot 100. \quad (4.1)$$

Значення коефіцієнта природної освітленості визначається не менше чим в п'яти точках. Значення коефіцієнта природної освітленості для сільськогосподарських виробничих приміщень в даному випадку ремонтній майстерні, беремо $e_{\min} = 5\%$

Розрахунок природного освітлення зводиться до визначення площі світлових променів.

Сумарну площу світлових променів $\sum F_o (m^2)$ по коефіцієнту природної освітленості для бокових променів визначаємо по формулі:

$$\sum F_o = \frac{F_n \cdot e_{\min} \cdot r_o \cdot K}{100 \cdot \tau \cdot \Gamma_1}, \quad (4.2)$$

де F_n – площа підлоги; $e_{\min}$ – величина мінімального коефіцієнта природного освітлення; τ – загальний коефіцієнт світловикористання віконного отвору із врахуванням його забруднення, $\tau = 0,25$; r_o – світлова характеристика вікна, $r_o = 9,5$; Γ_1 – коефіцієнт, який враховує підвищення освітленості за рахунок світла, яке відбивається від стін і стелі, $\Gamma_1 = 1,2$; K – коефіцієнт, який враховує затінення вікон сусідніми приміщеннями і загорожею, $K = 1$.

$$\sum F_o = \frac{36 \cdot 0,5 \cdot 9,5 \cdot 1}{100 \cdot 0,25 \cdot 1,2} = 5,7 m^2.$$

Кількість світлових променів визначимо:

$$N = \frac{\sum F_o}{F_o}, \quad (4.3)$$

де F_o – площа вікна згідно стандарту, м².

$$N = \frac{5,7}{6} = 0,95.$$

Приймаємо кількість вікон – одне вікно.

При розрахунку природного освітлення найбільш поширеним і простим є метод світлового потоку. При цьому методі розраховуємо світловий потік F_l (Лк), який повинна випромінювати кожна лампа (при заданій кількості ламп).

$$F_l = \frac{k \cdot S_n \cdot E}{n_l \cdot \eta \cdot r^2}, \quad (4.4)$$

де k – коефіцієнт запасу, $k = 1,3$; S_n – площа підлоги, м²; $S_n = 36$ м².

E – нормативна освітленість, $E = 300$ Лк; n_l – кількість встановлених ламп, $n_l = 6$ од; η – коефіцієнт використання світлового потоку, $\eta = 0,25$; r – коефіцієнт нерівномірності освітленості, $r = 0,545$.

Коефіцієнт запасу (K) враховує можливість забруднення світильників пилом, що залежить від характеру виробництва.

Розрахунок штучного освітлення починаємо із визначення висоти розташування світильника і їх кількості. Висоту h_n (м) розташування світильників над робочим місцем знаходимо за формулою:

$$h_n = H - (h_1 + h_2), \quad (4.5)$$

де H – висота приміщення, м; h_1 – віддаль від підлоги до освітлювальної поверхні, м; h_2 – віддаль від стелі до світильника, м.

$$h_n = 4,5 - (2,2 + 1,5) = 0,8 \text{ м.}$$

При симетричному розміщенні світильників по вершинах квадратів їх кількість визначається за формулою:

$$n_c = \frac{S_n}{l^2}, \quad (4.6)$$

де l – віддаль між світильниками, м.

Підставивши значення отримаємо:

$$n_c = \frac{36}{9} = 4 \text{ од.}$$

Тоді світловий потік буде становити

$$F_n = \frac{1,3 \cdot 36 \cdot 300}{4 \cdot 0,25 \cdot 0,545} = 2576,2 \text{ Лк.}$$

При світловому потоці 2576,2 Лк для заданої лампи вибираємо тип і потужність.

Вибираємо тип лампи – люмінесцентну, потужністю 40Вт.

5.3. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Забезпечення захисту населення і території у разі загрози і виникнення надзвичайних ситуацій є одним з найважливіших завдань держави.

Захист населення є системою загально-державних заходів, які реалізуються центральними і місцевими органами виконавчої влади, виконавчими органами влад, органами управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення, підпорядкованими їм системами, та підприємств, що забезпечують виконання організаційних, інженерно – технічних, санітарно – гігієнічних, проти епідемічних та інших заходів у сфері запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Загрози життєво важливих інтересів громадян, держави, суспільства поділяють на зовнішні та внутрішні, виконують під час надзвичайних ситуацій

техногенного та природного характеру та воєнних конфліктах.

Принципи захисту впливають з основних положень Женевської конвенції щодо захисту жертв війни та додаткових протоколів до неї, можливого характеру воєнних дій, реальних можливостей держави щодо створення матеріальної бази захисту. З метою захисту населення, зменшення втрат та шкоди економіці в разі виникнення надзвичайних ситуацій має право проводитись спеціальний комплекс заходів.

Оповіщення та інформування, яке досягається завчасним створенням і підтримкою в постійній готовності загально-державної, територіальних та об'єктивних систем оповіщення населення.

ВИСНОВКИ

У межах дипломної роботи було створено та впроваджено модуль аналізу даних для системи розумного будинку, який забезпечує ефективну взаємодію між сенсорними компонентами, RFID-зчитувачем і виконавчими пристроями на базі платформи Arduino. Основна мета дослідження — розробка дієздатного програмно-апаратного комплексу, здатного приймати рішення на основі отриманих даних від датчиків і системи контролю доступу — успішно досягнута.

Під час виконання роботи було здійснено огляд актуальних технологій автоматизації, які входять до концепції Інтернету речей (IoT), обґрунтовано вибір архітектурного рішення та апаратної складової, зокрема використання Arduino UNO, модуля MFRC522, а також різноманітних сенсорів — температури, диму, руху тощо. Розроблене програмне забезпечення забезпечує прийом і обробку даних із цих пристроїв, реалізацію логіки реагування на події (виявлення руху, авторизація користувача, зміна середовищних параметрів), а також керування освітленням і сигналізаційними системами.

Створений модуль має можливість масштабування: його можна доповнювати новими пристроями, підключати до хмарних сервісів, організовувати керування через мобільні додатки або додавати функціонал для машинного аналізу даних. Практична користь полягає у можливості адаптації розробки для реального використання в побутових або офісних умовах із мінімальними фінансовими витратами.

Таким чином, усі завдання, поставлені у межах дослідження, виконано в повному обсязі. Результати розробки свідчать про ефективність і доцільність використання запропонованого рішення в системах розумного будинку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Розумний будинок [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.directinfo.net/index.php?option=com_content&view=article&id=139%3A2010-07-06-13-57-09&catid=1%3A2008-11-27-09-05-45&Itemid=84&lang=ru
2. Patrascu M. Integrating Services and Agents for Control and Monitoring: Managing Emergencies in Smart Buildings. Service Orientation in Holonic and Multi-Agent Manufacturing and Robotics / M. Patrascu. – 2014. – 544 p.
3. Dickson B. How to prevent your IoT devices from being forced into botnet bondage [Електронний ресурс] / B. Dickson. – 2015. – Режим доступу: <https://techcrunch.com/2016/08/16/how-to-prevent-your-iot-devices-from-being-forced-into-botnet-slavery/>
4. Power Load Event Detection and Classification Based on Edge Symbol Analysis and Support Vector Machine [Електронний ресурс]. – 2014. – Режим доступу: <https://www.hindawi.com/journals/acisc/2012/742461/>
5. An Overview of Home Automation Systems [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7791223/>
6. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку: ДСН 3.3.6.037-99–2000.
7. Granzer W. P. Security in Building Automation Systems / Wolfgang Praus Granzer. – Munich : Appress, 2018. – 578 p.
8. Що таке розумний будинок? Все що потрібно знати про систему Розумний Дім [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://bron.ua/article/scho-take-rozumnij-budinok-vse-scho-potrбно-znati-pro-sistemu-rozumnij-dm/5/>
9. Розумне освітлення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://milight.com.ua/ua/umnnoe-osveshchenie/>
10. Технологія розумного будинку: як AI створює простір, комфортний для життя [Електронний ресурс]. – Режим

доступу: <https://www.everest.ua/tehnologiya-rozumnogo-budynku-yak-ai-stvoryuye-prostir-komfortnyj-dlya-zhyttya/>

11. Кращі системи «Розумний будинок» в 2022 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://yanashla.com/luchshie-sistemy-umnyj-dom/#i-3>

12. З чого зібрати розумний дім: 2020 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://habr.com/ru/company/mvideo/blog/499706/>

13. Обзор контроллерів (апаратної платформи) Arduino [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://supereyes.ru/articles/other/obzor_kontrollerov_apparatnoy_platformy_arduino/

14. Управління вітрогенератором [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу: https://aip.com.ru/article/wind_generator_management

15. Серіков Я. О., Пархоменко О. М. Виробничий травматизм та професійні захворювання на вітроелектричній станції // Охорона праці та соціальний захист працівників : зб. тез. – Київ, 2008.

16. Котунова Д. Г., Павловський О. М. Огляд DIY елементів для систем «Smart Home» // Погляд у майбутнє приладобудування : зб. праць XIII наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих учених, 13–14 травня 2020 р., Київ. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – С. 35–38.

17. Моніт Я. В. Система «Розумний будинок» з відкритим програмним забезпеченням // Гіротехнології, навігація, керування рухом та конструювання авіаційно-космічної техніки : матеріали XIX наук.-техн. конф. студентів та молодих учених, 15–16 лютого 2016 р. – Київ : Політехніка, 2016. – С. 43–44.

Додаток А.

Приклад програмної реалізації аналізу даних з датчиків у системі розумного будинку

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt

# Симуляція отримання даних із температурного датчика
data = {
    'timestamp': pd.date_range(start='2025-06-01 00:00', periods=24, freq='H'),
    'temperature': [22 + i % 4 - 2 for i in range(24)]
}

df = pd.DataFrame(data)

# Розрахунок середньої температури
average_temp = df['temperature'].mean()

# Візуалізація
plt.figure(figsize=(10, 5))
plt.plot(df['timestamp'], df['temperature'], marker='o')
plt.axhline(average_temp, color='r', linestyle='--', label=f'Середня: {average_temp:.2f}°C')
plt.title('Графік температури протягом доби')
plt.xlabel('Час')
plt.ylabel('Температура (°C)')
plt.xticks(rotation=45)
plt.legend()
```

```
plt.tight_layout()
```

```
plt.grid(True)
```

```
plt.show()
```