

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет інформаційних технологій

Кафедра інформаційних систем та технологій

Спеціальність 126 – Інформаційні системи та
технології Освітня програма «Програмні технології
інтернет речей»

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему:

«Модель системи IoT рішень для автоматизації
домашнього приміщення»

Здобувач освіти на освітньому рівні **Науковий керівник:**

«Магістр» 2-го курсу групи ІРма-21:

Д.Т.Н., професор

Інеса МЛІК

(науковий ступінь, вчене
звання)

(Власне Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Михайло СТЕПАНОВ

(Власне Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

(дата) (підпис)

(підпис студента)

Попередній захист:

(Висновок: "До захисту в Екзаменаційній комісії")

Завідувач кафедри

Інформаційних систем та
технологій

Д.Т.Н., професор

(науковий ступінь, вчене звання)

**Олександр
КУЧАНСЬКИЙ**

(підпис)

(Власне Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

(дата)

Київ 2022

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА Факультет інформаційних технологій

Кафедра Інформаційні системи та технології Освітній рівень Магістр
Спеціальність 126 Інформаційні системи та технології
Освітня програма Програмні технології інтернет речей

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри,
д.т.н., професор
Олександр КУЧАНСЬКИЙ

«__» _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА

Здобувач освіти: Інеса МЛІК

Група: ІРма-21

1. **Тема кваліфікаційна робота магістра:** «Модель системи IoT рішень для автоматизації домашнього приміщення».

Затверджена протоколом засідання кафедри ІСТ №4 від «28» листопада 2021 р.

2. **Строк подання студентом готової роботи** – «20» травня 2022 р.

3. **Цільова установка та вихідні дані до роботи:** дослідження в області рішення кліматичного контролю та безпеки домашнього приміщення. Програмно-апаратні рішення для оптимізації процесів автоматизації домашнього приміщення. Дані стану навколишнього середовища з датчиків, методи їх контролю та передачі даних з використанням систем IoT.

4. **Зміст роботи:** РОЗДІЛ 1 РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ IoT РІШЕНЬ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРИМІЩЕННЯ (аналіз аналогів, метод автоматичного управління технологічним процесом охорони та забезпечення життєдіяльності та комфорту); РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ПРОЕКТУ ІОТ РІШЕННЯ ТА МЕТОДІВ ОБРОБКИ ДАНИХ В ІОТ (Розробка проекту IoT рішення, методи та засоби обробки даних); РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ АРХІТЕКТУРИ ІОТ РІШЕННЯ (архітектура проекту, комунікаційні технології та системи, аналіз захищеності інформації та методів і способів для її кіберзахисту. чек-лист); РОЗДІЛ 4 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІОТ РІШЕННЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ (програмування мікроконтролера Arduino, розробка програмного забезпечення та

графічного інтерфейсу, економічні дослідження, маркетинг; перспективи розвитку та реклама застосунку).

5. Перелік графічного матеріалу: модель архітектури системи IoT рішення розумного будинку; структурна схема; схеми давачів; блок схема роботи програмного забезпечення; графічний інтерфейс системи; схема створення умов безпеки; зображення прототипу системи.

6. Календарний план виконання роботи:

Етапи виконання дипломних робіт	Термін виконання	Результат виконання
1. Вибір тематики кваліфікаційної роботи магістра	20.10.2021	виконано
2. Наказ про затвердження тем кваліфікаційної роботи магістра та призначення наукових керівників	09.11.2021	виконано
3. Формування переліку нормативних матеріалів, літератури з проблематики кваліфікаційної роботи магістра	10.12.2021	виконано
4. Розробка плану кваліфікаційної роботи магістра його погодження з науковим керівником	24.12.2021	виконано
5. Написання I розділу дипломної роботи	20.01.2022	виконано
6. Написання II розділу дипломної роботи	19.02.2022	виконано
7. Написання III розділу дипломної роботи	05.04.2022	виконано
8. Написання IV розділу дипломної роботи	15.04.2022	виконано
9. Підготовка висновків і пропозицій	25.04.2022	виконано
9. Попередній захист дипломної роботи	11.05.2022	виконано
10. Рецензування кваліфікаційної роботи магістра	до 20.05.2022	виконано
11. Захист кваліфікаційної роботи магістра	26.05.2022	

Дата видачі завдання « 10 » листопада 2021 р.

Керівник роботи: д.т.н., професор Михайло СТЕПАНОВ _____ (підпис)

Завдання прийняв до виконання:

Здобувач освіти на освітньому рівні «Магістр» 2-го курсу групи ІРма-22

Інеса МЛІК

(Власне Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

АНОТАЦІЯ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ
ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет інформаційних технологій

Кафедра Інформаційних систем та технологій

Освітня програма «Програмні технології інтернет речей»

Кваліфікаційна робота магістра І н е с и М Л І К

Тема роботи: «Модель системи IoT рішень для автоматизації домашнього приміщення».

Мета кваліфікаційної роботи магістра – розробка методу автоматичного управління домашнім приміщенням засобами IoT, проектування і програмна реалізація на його основі високоефективної системи IoT рішень для автоматизації приміщення з підтримкою автоматизованого управління процесами обігріву, охорони, вентиляції, освітлення, охорони, пожежної безпеки та мінімальним використанням енергоресурсів .

Об'єкт дослідження – система IoT рішень для процесів розумного будинку.

Предмет дослідження – обробка даних стану навколишнього середовища з датчиків, методи їх контролю та передачі даних з використанням систем IoT.

Методи дослідження – використано аналіз та узагальнення наукової літератури, розробка програмного коду для мікроконтролера в середовищі Arduino IDE, проектування програмного забезпечення та графічного інтерфейсу користувача в середовищі Arduino IoT Cloud , економічний розрахунок собівартості, економічності та маркетингові дослідження по збуту розумних будинків.

Практичне значення одержаних результатів. Дана кваліфікаційна робота магістра має прикладне значення – розробка прототипу системи IoT рішень для розумного будинку. Запропоновано модель архітектури системи, розроблено схематичне рішення, спроектовано та реалізовано

прототип системи. Одержані результати протестовані.

Апробація результатів. Основні положення і результати досліджень, викладені у проекті, пройшли тестування на основі створеного макету під час курсового проекту, практичної роботи та науково-дослідної практики магістра та на Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті"

Кваліфікаційна робота магістра складається зі змісту, вступу, основної частини, яка включає 4 розділи, висновків та списку використаних джерел. Всього 112 сторінок.

Ключові слова: модель, архітектура IoT рішення, мікроконтролер, програмний комплекс, схематичне рішення.

Власні публікації:

Млік І.А., Степанов М.М. "Розробка навчально-методичного макету для дистанційного керування приміщенням", 88 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 2022 р.

ABSTRACT

TARAS SHEVCHENKO NATIONAL UNIVERSITY OF KYIV

Faculty of Information Technologies

Department of Information Systems and

Technologies

Educational Program "Software Technologies of the Internet of Things" Qualification work of master Inesa MLIK.

Work topic: "IoT system model for home automation solutions".

The purpose of the master's qualification work is to develop a method of automatic control of home premises by IoT, design and software implementation based on a highly efficient IoT system for automation of premises with support for automated control of heating, humidification, protection, ventilation, lighting, fire safety and minimal use of microcontroller energy.

The object of research is a system of IoT solutions for smart home processes.

The subject of research is the processing of environmental data from sensors, methods of their control and data transmission using IoT systems.

Research methods - used theoretical and empirical research methods: analysis and generalization of scientific literature, development of software code for microcontroller in Arduino IDE, software design and graphical user interface in Arduino IoT Cloud.

The practical significance of the obtained results. This qualification work of the master has an applied value - the development of a prototype system of IoT solutions for smart home processes. A conceptual model of the system architecture is proposed, a circuit design solution is developed, a prototype of the system is designed and implemented. The obtained results are tested.

Approbation of results. The main provisions and results of the research presented in the project were tested on the basis of the layout created during the course project, practical work and research practice of the master and the

International Scientific Conference of Young Scientists, Postgraduates and Students.
XXI century "

The master's qualification work consists of the content, introduction, main part, which includes four sections, conclusions and a list of sources used. Total 115 pages.

KEY WORDS: model, IoT solution architecture, microcontroller, software package, schematic solution.

Own publications:

Mlik I.A., Stepanov M.M. "Development of educational and methodological model for remote control of premises", 88th International Scientific Conference of Young Scientists, Postgraduate Students and Students "Scientific Achievements of Youth - Solving the Problems of Human Nutrition in the XXI Century", 2022

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ІОТ РІШЕНЬ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРИМІЩЕННЯ.....	12
1.1. Актуальність проблеми діджиталізації житлових приміщень.....	12
1.2. Огляд сучасних готових рішень автоматизації приміщень.....	15
1.3. Визначення вхідних даних для створення прототипу Smart Home.....	23
1.4. Висновки після першого розділу.....	26
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ПРОЕКТУ ІОТ-РІШЕННЯ ТА МЕТОДІВ ОБРОБКИ ДАНИХ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРИМІЩЕННЯ.....	28
2.1. Планування функцій Smart Home.....	28
2.2. Структура ІОТ рішення Smart Home.....	32
2.3. Висновки після другого розділу.....	35
РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ АРХІТЕКТУРИ ІОТ-РІШЕННЯ.....	37
3.1. Архітектура проекту ІОТ-рішення.....	37
3.2. Комунікаційні системи. Вибір датчиків.....	41
3.3. Аналіз захищеності інформації та методів і способів для її кіберзахисту.....	53
3.4. Висновки після третього розділу.....	59
РОЗДІЛ 4. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІОТ-РІШЕННЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ.....	60
4.1. Створення інтерфейсу в Arduino IoT Cloud та розробка програмного додатку.....	60
4.2. Програмування роботи датчиків.....	66
4.3. Визначення економічних показників собівартості ІОТ пристрою.....	72
4.4. Маркетинговий аналіз та перспективи розвитку галузі ІОТ пристроїв для «розумних» будинків.....	82
4.5. Висновки після четвертого розділу.....	86
ВИСНОВКИ.....	88
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ.....	90
Додаток А.....	93
Додаток Б.....	95
Додаток В.....	97
Додаток Г.....	106
Додаток Д.....	109
Додаток Е.....	111

ВСТУП

Актуальність теми. На ринку програмного забезпечення сьогодні представлено широкий асортимент програмних засобів для автоматизації домашнього приміщення. Перехід до автоматизації – загальносвітова тенденція, яка полягає у необхідності прискорення розробки системи IoT рішень для процесу автоматизації різноманітних процесів та галузей, яка стимулюється прагненням жити в комфорті та безпеці, а також необхідності економії ресурсів. У світі – Європі, Китаї, США – вже є повністю роботизовані «розумні» приміщення. Це скорочує витрати електрики, води, газу, підвищує комфорт та безпеку. Зараз кожній людині при наявності певних базових знань доступна можливість власними руками зібрати електронні пристрої, корисні у побуті. Не так дорого коштує купити різні контролери та датчики і забезпечити себе новим рівнем комфорту, позбавитися від побутової рутини, ну і, звичайно, отримати фінансову вигоду, що дозволяє істотно заощадити час та гроші і, як результат – новий сервіс та зручності.

Звичайно, ринок IoT розвивається зараз дуже швидко. Тисячі стартапів, сотні готових серійних рішень. І наче немає необхідності «створювати велосипед». Але у цій роботі я досліджую можливості не компанії, не організації, не навіть команди, я досліджую можливості однієї людини, в своїй особі, яка з готових доступних, дешевих рішень спроможна зробити собі комфорт власноруч. На ринку програмного забезпечення сьогодні представлено широкий асортимент програм для забезпечення керування будинками. Реалізація побудови моделі розумного будинку на основі IoT застосунків полягає у виборі оптимально працездатної та недорогої конфігурації, яка б здійснювала повний моніторинг роботи домашнього господарства та виконувати функції охорони.

Мета та завдання дослідження. Метою кваліфікаційної роботи магістра є розробка автоматизованого будинку засобами IoT, проектування та програмна реалізація на його основі ефективної системи рішень для процесу автоматизації процесами обігріву, охолодження, охорони, пожежної безпеки,

вентиляції, освітлення.

Основні завдання, що потрібно виконати для досягнення мети:

1. Аналіз принципів роботи IoT систем та існуючих рішень по автоматизації.
2. Аналіз технологічних процесів у домогосподарстві.
3. Аналіз останніх наукових досліджень та практичних розробок IoT систем.
4. Проектування функцій системи контролю та автоматизації.
5. Розробка структурної схеми системи IoT застосунку.
6. Розробка моделі архітектурного рішення.
7. Вибір та застосування датчиків, розгляд принципу роботи та основних характеристик контролера Ардуіно та WeMos D1 R1 з вбудованим Wi-Fi esp 8266.
8. Розробка програмного забезпечення Smart Home.
9. Розробка дизайну інтерфейсу та мобільного застосунку.
10. Проведення аналізу захищеності інформації та методів і способів для кіберзахисту.
11. Створення чек-листа безпеки та захисту Smart Home.
12. Проведення маркетингових досліджень та розрахунок економічних характеристик створеного застосунку.

Об'єктом дослідження є система IoT рішення для автоматизації домашнього приміщення.

Предметом дослідження є обробка даних з датчиків та пристроїв, методи їх контролю та передачі даних з використанням систем IoT.

Методи дослідження. Під час вирішення основних завдань розробки IoT рішення для процесу автоматизації домашнього приміщення використано аналіз та узагальнення наукової літератури, розробка програмного коду для

мікроконтролера в середовищі Arduino. Також було використано графічні програми та сервіси при розробці інтерфейсу користувача. У проекті було розроблено макет системи керування будинком за допомогою датчиків та контролерів та описано основні характеристики та принципи роботи такої системи, демонструється керування системою через WI-FI. Написаний програмний додаток для управління системою пристроїв, які можуть зчитувати будь-яку конкретну інформацію з датчиків і на її основі виконувати певні функції за допомогою контролера, та створено зручний додаток для візуалізації таких даних на комп'ютері та мобільних пристроях.

Практичне значення одержаних результатів. Дана кваліфікаційна робота магістра має прикладне значення – розробка прототипу системи IoT рішень для автоматизації домашнього приміщення. Спроектвано прототип застосування, запропоновано архітектуру системи та підібрано давачі та контролер, розроблено програмний застосунок та інтерфейс. Проведено аналіз захищеності інформації та методів і способів для кіберзахисту. Створено чек-ліст. Також розроблено навчальний макет будинку. Одержані результати рекомендовано застосувати для автоматизації приміщень.

Апробація результатів. Основні положення і результати досліджень, викладені у проекті, пройшли тестування на основі створеного макету під час курсового проекту, практичної роботи та науково-дослідної практики магістра.

Власні публікації:

1. Млік І.А., Степанов М.М. "Розробка навчально-методичного макету для дистанційного керування приміщенням", 88 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 2022 р.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ІоТ РІШЕНЬ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРИМІЩЕННЯ

1.1. Актуальність проблеми діджиталізації житлових приміщень

Висока якість життя, зростаючі вимоги щодо комфорту та безпеки, змушують шукати рішення, які дозволяють житловим приміщенням функціонувати продуктивніше. Тобто стає необхідною оптимізація житлових процесів. Перспективним способом підвищення ефективності життя є повна чи часткова його автоматизація. Цього можна досягнути за рахунок застосування сучасних технологій. Ще майже 10-20 років тому ідея дистанційної платформи управління системою житлового будинку здавалася вигадкою з фантастичних фільмів.

Але, погодьтеся, концепт розумного будинку все ж існував, і можна знайти згадки про це у літературі і кіно ще на початку ХХ століття. Фантастичні фільми часто показували приклади таких будинків, де комп'ютер будить людину, збирає її на роботу, готує їй сніданок, розмовляє з нею, піклується про неї. В ті часи чіткого пояснення терміну «розумного» будинку не існувало, межі функціоналу такої системи були дещо розмиті. Зараз споживачі, коли говорять «розумний будинок», мають на увазі сукупність побутових приладів, які пов'язані в єдину мережу, управляються дистанційно, самостійно збирають дані та мають автономні функції з прив'язкою до Інтернету. Іншими словами, це – житловий простір, покращений технологіями для більшого повсякденного комфорту.

Одночасно з швидким розвитком система створення автоматизованих приміщень час від часу пригальмовувала внаслідок недосконалості, ненадійності, відсутності гарантій та безпеки, складності використання.

До того ж це задоволення, не з дешевих. Наприклад, щоб побудувати ідеальну систему розумного будинку в 1990-х, Білл Гейтс витратив на це десятки мільйонів доларів і сім років.

Сьогодні «розумний будинок» підкорив планету. Часто можна зустріти інші назви цієї технології: “Intelligent Building”, “Smart House”, “Smart Home”. Побудовою мереж розумних пристроїв вже не здивувати, і ці технології швидко і твердо закріпилися в сучасному житті. За оцінками фахівців, до 2020 року число пристроїв по всьому світу, перевищило 30 мільярдів. І воно зростає в геометричній прогресії.

Чіткого набору стандартів і технологій, що визначають «розумний будинок» на даний момент немає. Патент на «розумний будинок» жодній компанії не видавався. Отже, можливості для реалізації будь-якого окремого рішення чи проекту практично безмежні.

В останні роки і в нашій країні виник неабиякий попит на розумний будинок.

Це сталося через технологічний бум, який пов'язаний в першу чергу зі стрімким розвитком мобільних технологій і поліпшенням якості доступу до Інтернету. Отже, практично всі глобальні проблеми недосконалості таких систем були вирішені. З'явилися технології, які стали доступні широкому колу споживачів. Подешевшали давачі та пристрої.

Також, поштовхом до успіхів стало зростання покоління, яке виросло на Інтернеті та автоматизації. Дитинство в «мобільному» побуті – і ми змогли отримати нову якість та концепт життя. Молоде покоління охоче реалізує складні проекти «діджиталізації» в своїй оселі.

Звісно, ще зовсім малий відсоток молодих людей, які придбали власне житло. Але це не заважає швидкому поширенню технології «розумний будинок», бо відбувається наростання «діджиталізації» старшого покоління.

Ще один поштовх до створення Smart Home - це старіння населення. Щоб підтримувати динаміку життя та безпеку людей похилого віку необхідні IoT застосунки. Оптимізація ресурсів, самостійний спосіб життя та підвищення соціальної, трудової та фізичної активності людей похилого віку є ключовими аспектами змін житла. Ці будинки пропонують покращення умов життя та рівня самостійності для населення, якому потрібна підтримка як з фізичними,

так і з когнітивними дисфункціями. В основі таких «розумних будинків» лежить набір сенсорних технологій, які використовуються для спостереження поведінки мешканців та їхньої взаємодії з навколишнім середовищем. Використовуючи новітні технології, можливо інформувати про життя людей похилого віку їх рідних та доглядачів, дозволяючи їм оперативно вживати заходи безпеки. Сьогодні розглядається можливість використання домашньої автоматизації не тільки як продукт, але і як інструмент, що розширює можливості людей похилого віку в плані забезпечення незалежності, безпеки та комунікацій. Надійність таких систем має основне значення, оскільки збій системи може призвести до катастрофічних наслідків. Навчання та аналіз спостережень на основі даних таких датчиків - це моделювання системи на основі зібраних даних. Таким чином, спостерігаючи за здоров'ям та автоматизуючи будинки, ми будемо бачити складні ситуації клієнтів сервіса та застосовувати методи для вирішення реальних проблем.

Останнім часом відбувається потужний розвиток сенсорних технологій. Це зробило доступним збір даних. Датчики стали меншими, дешевшими і потужнішими. У той же час відбулися нові досягнення в області бездротових мереж, обробки даних та машинного навчання. Завдяки цим досягненням автоматизоване моделювання стали невід'ємними компонентами численних рішень реальних проблем. Комп'ютер повинен навчитися розрізняти різні види діяльності та робити відповідні дії. Використання даних у навчальній моделі для розпізнавання певних умов житлового середовища допоможе зробити житло «розумним».

Ще однією причиною зростання популярності ІОТ систем – це «зелений» напрямок. Економія енергії стає сьогодні трендом. А можливість інтелектуального контролю за обігрівом, освітленням та іншим використанням небезмежних ресурсів привертає увагу все більше і більше. Є потреба жити комфортніше, швидше та з меншими витратами енергоносіїв.

Ще один поштовх до розвитку технологій Smart Home – зростання цінності нерухомості. Будівельники, продавці, орендодавці конкурують за

ринки збуту, отже, підвищують якість та вартість об'єкту нерухомості за рахунок його автоматизованого вдосконалення.

Важливість в цьому процесі має також безпека. Розумний будинок автоматично захистить майно, здоров'я та приватне життя власника.

Ще одна причина – це мобільність. Сучасна людина має змогу швидко добувати інформацію і оперувати незліченною кількістю даних.

Отже, перехід до автоматизації – загальносвітова тенденція, яка полягає у необхідності прискорення таких процесів. У світі – Європі, Китаї, США – вже є повністю роботизовані приміщення. У нас такою автоматизацією можуть похвалитися лише деякі домашні господарства. Поки такі технології не відрізняються своєю доступністю. Основні негативні чинники на шляху розвитку наступні:

- досить висока вартість рішень Smart Home;
- недостатня обізнаність споживачів про характеристики та переваги використання;
- недовіра через низьку якість забезпечення захисту даних; небажання змінювати спосіб життя та складність використання.

1.2. Огляд сучасних готових рішень автоматизації приміщень

Сьогодні світовий ринок систем Smart Home складає близько 15 млрд. євро. Найбільше таких систем реалізовано в Європейському союзі – 40 %, у Північній Америці 25 %, Японії 20% та в інших країнах біля 15 %. В Україні дані статистики поки відсутні, але цей напрямок за даними різних джерел зростає кожного року на 20%. Найпопулярніші моделі серійних «розумних будинків» на українському ринку в 2021 році [1]:

Xiaomi – пристрій бюджетного класу китайського виробництва, дозволяє просто і зручно управляти різною побутовою технікою в будинку. Переваги: автономність, можливість масштабування, власна

камера, бездротовий протокол ZigBee, управління за допомогою смартфона, компактність, низька вартість. Недоліки: маленька зона дії (до 10 м), скромний набір сенсорів і виконавчих пристроїв в базовій версії, відсутність резервного живлення [2].

Orvibo – недороге обладнання для забезпечення будинку. Просто встановлюється і підключається, працює через додаток на смартфоні, масштабується до 100 датчиків, відеокамера, протокол ZigBee, доступна вартість. З недоліків - дія сигналу до 30м, відсутність резервного живлення, примітивні датчики та не дуже якісна камера, яка не може працювати назовні.

Fibaro – професійна хороша система, виробництва Польща, однак важко встановлюється, широкий функціонал, багато датчиків та сценаріїв, протокол Z-Wave, датчики протікання з сиреною, розумна розетка, голосове англійське управління через сервіс Google, недоліки: звісно, висока вартість, професійний монтаж, підключення через LAN-кабель, до 50м, програма встановлюється на комп'ютер, урізаний мобільний додаток.

BroadLink – друга позиція в рейтингу з п'яти найкращих систем, раціональне управління побутовою технікою, охороною, освітленням, енергозбереженням та іншими системами в будинку. Перевагами є швидке встановлення, великий асортимент датчиків, автономність, бездротова взаємодія, своя камера, Wi-Fi, помірна вартість. З недоліків зазначимо відсутність резервного живлення та дієвість до 50 метрів.

Однозначним лідером у нашому дослідженні готових рішень IoT є вітчизняна система **Ajax**. Основні переваги – український інтерфейс.

Дана система гарантує безпеку життя, контролює пожежну, газову, електричну, загрозу злому. Ajax забезпечує комфорт і зручність в управлінні життєзабезпеченням приміщення. Устаткування Ajax працює на системі радіозв'язку Jeweller. Це їх власна розробка, яка надійно зашифрована і захищена. Також наявне резервне джерело живлення. Серед переваг гарний дизайн пристроїв та простий монтаж, бездротові канали зв'язку між системними

елементами, дія сигналу до 2000 м, акумулятор до 16 годин для резервного живлення, Wi-Fi і GSM-зв'язок, у якості повідомлень дзвінки, SMS, Push-повідомлення, управління за допомогою смартфона (iOS, Android), підключення до 100 пристроїв, невисока вартість. Недоліки: відсутність автономності датчиків та пристроїв, відсутність власної камери, управління тільки через телефон (немає через ПК) [3].

Обладнання Ajax – найкраща система на українському ринку. Зручна, багатофункціональна, надійна. Це широкий функціонал за розумну ціну. Має якісний захист та легко встановлюється навіть непрофесіоналами.

Схема Ajax застосунку для контролю приміщення представлено на (рис. 1.1.)

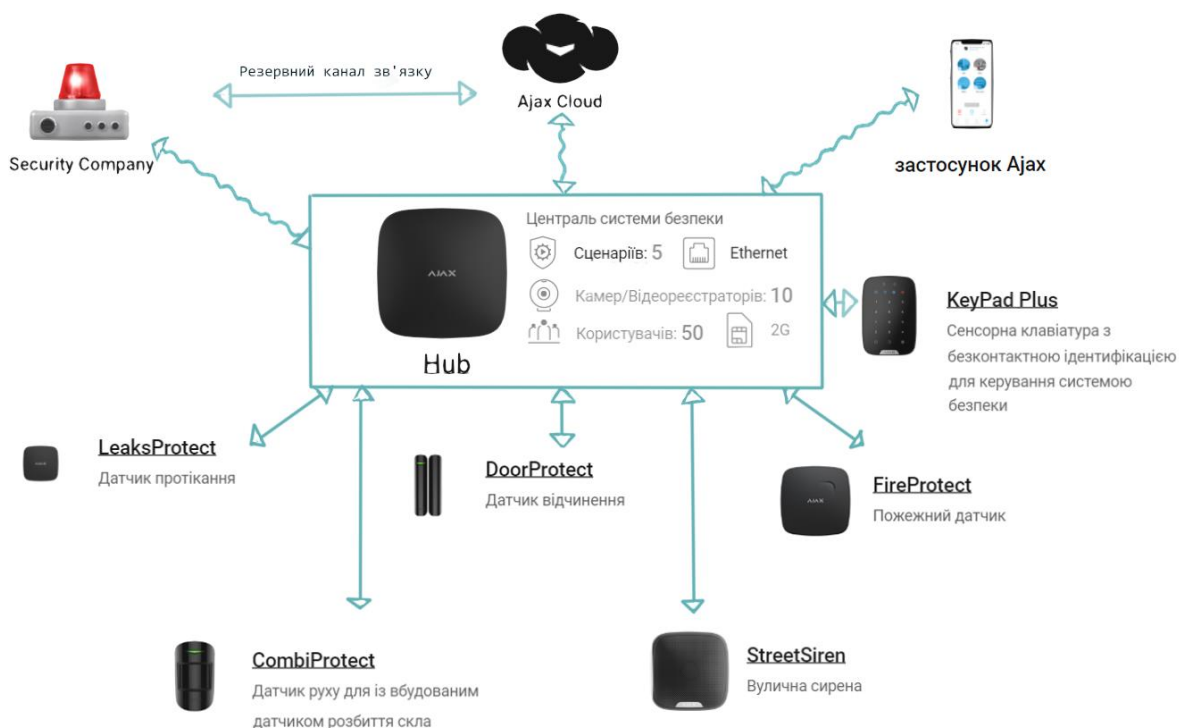


Рисунок 1.1. Схема Ajax застосунку для контролю приміщення

Інтерфейс системи управління наведено на (рис. 1.2.)

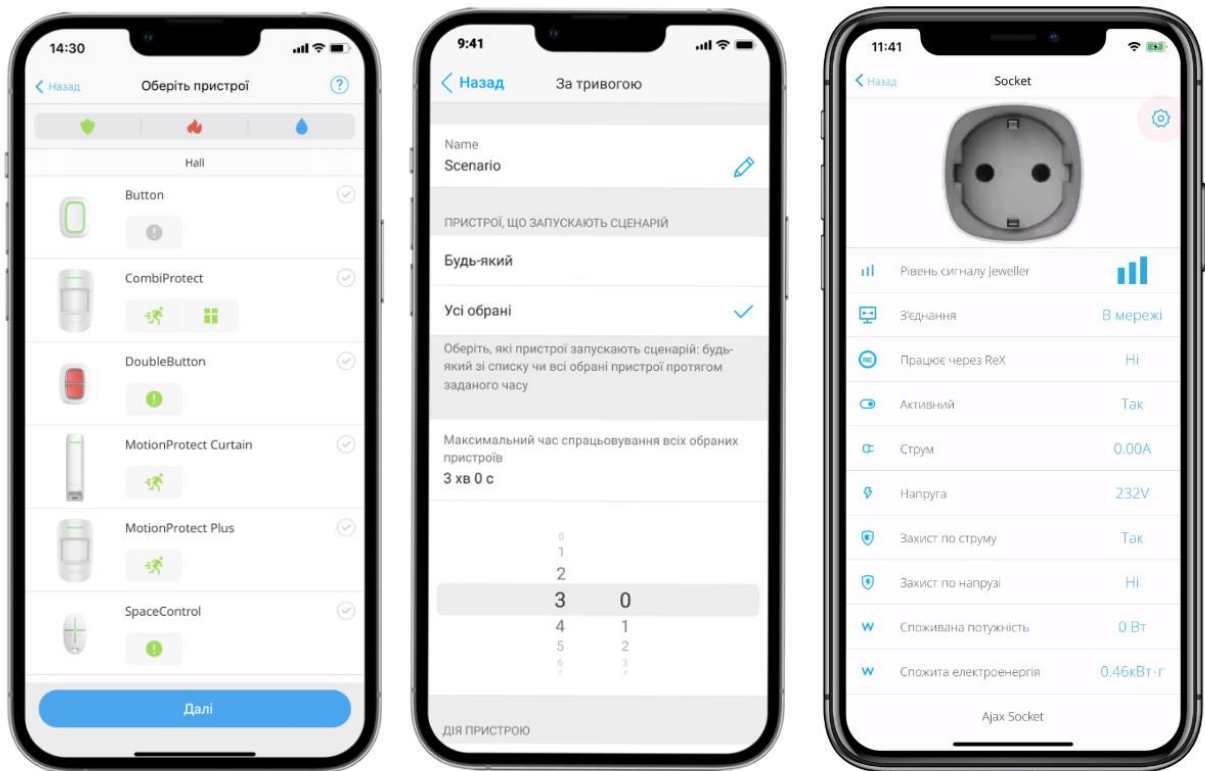


Рисунок 1.2. Інтерфейс системи управління приміщенням

Переваги сучасних датчиків IoT:

Датчики миттєво визначають загрозу при відкритті дверей, розбитті вікон. За допомогою датчиків руху MotionCam можна ще й побачити причину тривоги на фото. Використовують бездротовий зв'язок. Працюють до 7 років від батареї. Не реагують на тварин [3].

Вуличні датчики розпізнають проникнення. Навіть якщо хтось лізтиме через паркан або спробує зазирнути у вікна, система відразу підніме тривогу. Використовують бездротовий зв'язок. Не реагують на тварин та погойдування дерев. Повідомляють про спробу саботажу[3].

Пожежні датчики Ajax поєднують у собі датчик диму та тепловий датчик. Це виключає ситуацію, коли вогонь без диму залишається поза увагою протипожежної системи. Вбудований сенсор тепла спрацює у випадку досягнення граничної температури $+60^{\circ}\text{C}$ та при підвищенні температури у приміщенні на 30°C за 30 хвилин або швидше. Контролюють власну справність.

Пожежні датчики Ajax завчасно сповіщають звуковим сигналом про необхідність замінити батарейки та очистити димову камеру від пилу.

Сповіщення також надходять у застосунки Ajax або у вигляді смс. Заміна батарейок та очищення димової камери не потребує спеціальних навичок та займає хвилини.

LeaksProtect допомагає запобігти затопленню: визначає прорив труби, протікання пральної або посудомийної машини. Використовують бездротовий зв'язок. Не потребує монтажу[3].

IoT являє собою чотири таких рівні:

- Body area network (BAN) - рівень ідентифікації речей кожний окремо, наприклад, розумний годинник, смарт- шлем.
- Local area network (LAN) – споживчий рівень, як мережа персональних об'єктів, наприклад, «розумний будинок».
- Wide area network (WAN) – урбаністичний рівень, як інформація, що відноситься до мешканців окремого міста, наприклад, транспорт.
- Very wide area network (VWAN) – глобальний рівень, який охоплює інформацію, що стосується державних послуг, які можна отримати через інтернет[4].

Отже, розумний будинок - це другий рівень - LAN. Такі системи призначені для домашньої автоматизації певного низки завдань без участі людини. А також, надання інформації користувачу про стан системи та навколишнього середовища, наприклад, про температуру та вологість повітря.

Які ж перспективи розвитку систем IoT? Що ж чекає технологію розумного будинку в майбутньому?

Звісно, очікувати можна всього, що завгодно, коли немає чіткого визначення технології. Але все ж є кілька трендів, які, очевидно, нерозривно будуть пов'язані з розумним будинком в найближчому майбутньому. Коротенько про них. Сучасний світ, активний розвиток науки і техніки, електронні пристрої все більше застосовуються і поліпшують життя людей. Поступово всі функції, які виконувала людина, ляжуть на невтомні плечі машин. Адже машини та роботи виконують роботу краще, швидше та якісніше. Розумні машини стануть більш доступними і вже скоро ми будемо жити в

повсюдно автоматизованому світі, і роботи увійдуть до кожної оселі. Новітні технології дають захоплюючі перспективи і можливості, тому тепер ремонт може перетворитися для всіх охочих у створення цікавого проекту – будинку або квартири, керованих штучним інтелектом. Тут маса переваг: впровадження передових технологій, новий рівень комфорту, позбавлення від побутової рутини, можливість отримати новий сервіс на межі фантастики. Вчені вважають, що штучний інтелект досягне рівня розвитку людського до 2029р [5].

У нинішній час проект Smart Home передбачає найширший перелік компонентів, що залежать як від побажань замовника та можливостей проекту. Ці автоматичні системи постійно модернізуються, і вчорашні інновації і мрії сьогодні стають доступною реальністю. Між закордонним і вітчизняним підходами до Smart Home існує помітна різниця. Якщо в Європі основною причиною установки є екологічність та зниження енерговитрат, то у нас це імідж і максимальний комфорт.

Інтелектуальні пристрої різного виробництва Apple, Google і Amazon використовували різні стандарти підключення, тому споживачі обмежувалися покупкою тільки тих побутових пристроїв, які були сумісні з попередньо встановленим в будинку голосовим помічником.

У 2019 році Amazon, Apple і Google разом з групою компаній Zigbee Alliance оголосили про спільну ініціативу, що отримала назву Connected Home over IP. Вона буде спрямована на розробку загального мережевого стандарту для пристроїв розумного будинку. Це надасть покупцям більш широкий вибір, підвищить сумісність обладнання між собою та з мобільними додатками, хмарними сервісами і голосовими помічниками Siri, Alexa і Google Assistant.

Щоб визначити перспективи розвитку розглянемо динаміку світового ринку розумних будинків з 2017 по 2021 рік.

2017 рік. Аналітична компанія Strategy Analytics опублікувала дослідження Global Smart Home Market Forecast, присвячені ринку розумного будинку. Світові витрати на відповідні обладнання, системи і сервіси у 2017 році досягли \$ 84 млрд, збільшившись на 16% щодо 2016 року, коли продажі

вимірювалися \$ 72 млрд. Поширенню розумного будинку в Північній Америці сприяють нові продукти від великих технологічних компаній, на кшталт Amazon, Google, ADT і Samsung. На європейському ринку: компанії Centrica Connected Homes (система Hive), Deutsche Telekom (Magenta Home), eQ-3 і Enco (Toon). В Азіатсько-Тихоокеанському регіоні ринок стимулюють Xiaomi, LG, iTSCOM і Panasonic. До кінця 2017 роки кількість домогосподарств, які використовують рішення розумного будинку, по всьому світу склало 164 млн проти 136 млн роком раніше.

2018 рік. Обсяг ринку пристроїв для Smart Home в 2018 році збільшившись на 23,1% відносно 2017 року. Це телевізори з підтримкою Smart TV, мультимедійні приставки, системи домашнього спостереження та надання безпеки, смарт-помічники та інтелектуальні системи освітлення.

2019 рік. Витрати користувачів на установку та обладнання розумного будинку в 2019 році досягнули \$ 103 млрд. А до 2023 року з приростом в 11% обсяг ринку досягне \$ 157 млрд. Про це повідомили аналітики Strategy Analytics. За підсумками 2018 року системи розумного будинку використовувало більше 200 млн домогосподарств. До 2023 року кількість таких домогосподарств зросте до 300 млн.[1]. Динаміку зростання світового ринку розумного будинку за даними Strategy Analytics показано (на рис.1.3.).

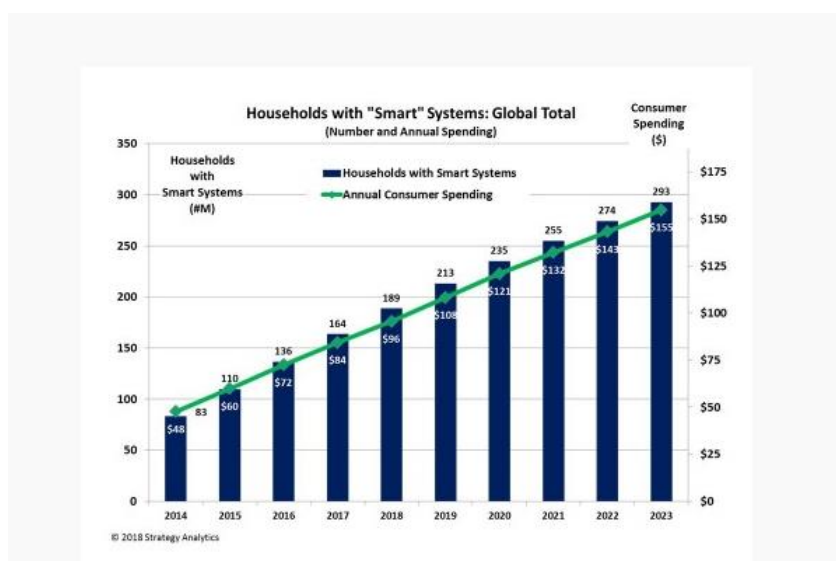


Рисунок 1.3. Динаміка зростання світового ринку Smart Home , дані Strategy Analytics [1]

2020 рік. Обсяг світового ринку пристроїв для розумного будинку в 2020 році склав 801,5 млн штук, збільшившись на 4,5%. Такі дані наводять у дослідницькій компанії IDC. «Незважаючи на пандемію COVID-19, попит на пристрої розумного будинку протягом 2020 року залишався досить стійким, – говорить аналітик IDC Адам Райт (Adam Wright), чиї слова наводить прес-служба. - Так, ринок зіткнувся з деякими труднощами через збільшення рівня безробіття, нерівномірного відновлення економіки і заходів ізоляції в різних частинах світу. Проте, по всіх категоріях пристроїв розумного будинку було зареєстровано зростання в порівнянні з 2019 роком» [6].

Під час пандемії при обмеженнях у витратах на подорожі, розваги, люди витрачали кошти на покупку пристроїв для підвищення комфорту у своїх будинках. Відео розваги у 2020 році мали найбільший обсяг обладнання для розумного будинку – 296,3 млн (37%), техніка для безпеки (розумні камери, замки, охоронно-пожежна сигналізація, системи захисту від протікання) склали 164,2 млн (20,5%), розумні помічники: 130,7 млн штук (16,3%).

В IDC вважають, що ринок обладнання для розумного будинку залишиться зростаючим. Аж до 2025 року поставки пристроїв розумного будинку будуть в середньому зростати на 12,2% в рік і до кінця періоду повинні перевищити 1,4 млрд штук. Підйому сприяє прагнення споживачів до додаткового комфорту та автоматизації, які забезпечує розумна побутова техніка [6]. Обсяги поставок пристроїв для розумного будинку за категоріями показано на (рис.1.4.) [6].

Smart Home Devices, Shipments, Market Share, and Growth by Category, 2020 and 2025 (shipments in millions)					
Category	2020 Shipments	2020 Market Share	2025 Shipments*	2025 Market Share*	2020-2025 CAGR
Video Entertainment	296.3	37.0%	393.5	27.6%	5.8%
Home Monitoring/Security	164.2	20.5%	302.5	21.2%	13.0%
Smart Speaker	130.7	16.3%	205.9	14.4%	9.5%
Others	210.3	26.2%	526.4	36.9%	20.1%
Total	801.5	100%	1,428.3	100%	12.2%

Source: IDC Worldwide Quarterly Smart Home Device Tracker, March 25, 2021

Рисунок 1.4. Обсяги поставок пристроїв для розумного будинку, дані Strategy Analytics [6]

1.3. Визначення вхідних даних для створення прототипу Smart Home

Згідно проведеному аналізу систем домашньої автоматизації та представлених на ринку систем Smart Home, спроектована система повинна відповідати таким вимогам:

По-перше, взаємодія з системою можлива на двох рівнях:

1. Безпосередня фізична взаємодія з пристроєм, тобто за допомогою фізичного контакту, наприклад, вмикання світла. Це найбільш звичний і надійний спосіб, тому має найвищий пріоритет виконання.
2. За допомогою графічного інтерфейсу користувача. Адже, мобільний телефон став в наш час неодмінним атрибутом повсякденного життя. Візуалізація та віддалений контроль через смартфони надзвичайно затребувані.

По-друге, автоматичний перебіг заздалегідь запланованих алгоритмів керування пристроями реалізується за допомогою системи сценаріїв, які складаються з двох основних компонентів:

1. Умови початку сценарію. Наприклад, значення показника датчика, день тижня, час доби.

2. Послідовність дій, які мають виконати додаткові пристрої.

По-третє, легкий механізм інтеграції нового пристрою.

На даний момент немає стандарту, якого дотримуються більшість виробників пристроїв та систем домашньої автоматизації. Таким чином, вибір тієї чи іншої системи «розумного будинку» дозволяє використовувати тільки сумісні пристрої.

У ході даної роботи буде розроблятися проект, який задовольняє вищенаведеним вимогам.

Зручна користувачам комбінація, наприклад, така:

- освітлювальні прилади з розумними термостатами;
- побутові прилади та мультимедійні системи;
- системи обігріву;
- кліматичні прилади;
- замки та системи сигналізації;
- датчики (газу, диму);
- датчики (шуму, витоків води);
- керовані жалюзі, фіранки;
- системи контролю переміщення.

Перелік виконуваних робіт по створенню макету:

1. Налагодження зв'язку контролера з комп'ютером.
2. Встановлення системи живлення, інформаційної шини, створення зв'язку центрального контролера з додатковими модулями.
3. Введення контролера та датчиків в експлуатацію.
4. Розширення конфігурації.
5. Встановлення системи освітлення.
6. Програмування контролера.
7. Підключення датчиків до системи управління.
8. Управління освітленням із застосуванням датчиків руху і показників освітленості.
9. Температурний контроль. Обробка показників.

- 10.Збірка і налагодження відео нагляду.
- 11.Управління виконавчими пристроями, серводвигунами.
- 12.Встановлення WI-FI модулю.
- 13.Управління датчиками протікання та вологості.
- 14.Управління датчиками диму.
- 15.Програмування системи.

Планується створення макету з такими технічними характеристиками, як показано в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1– Технічні характеристики макету

Живлення		~ 50 Гц, 220 В
Споживана потужність, кВт, не більше		1
Габаритні розміри макету будинку, не більше		
1	ширина, мм	1000
2	висота, мм	1000
3	глибина, мм	260
Вага макету кг, не більше		20

Комплектація макету:

- каркас макету – 1 одиниця;
- контролер – 1 од.;
- з'єднувальні перемички – 40 од.;
- датчики – 12 од.;
- світлодіоди -4 од.;
- шини –2 од.;
- камера –1 од.;
- WI-FI модуль –1од.;
- блок живлення – 1од.

Необхідне додаткове устаткування: ПК, ноутбук, смартфон.
На основі макету створити розробку прототипу систему Smart Home для житлового приміщення.

1.4. Висновки після першого розділу

У нинішній час проект «розумного будинку» передбачає найширший перелік компонентів, що залежать як від побажань замовника та можливостей проекту. Ці автоматичні системи постійно модернізуються, і вчорашні інновації та мрії сьогодні стають доступною реальністю. Між закордонним і вітчизняним підходами до «розумного будинку» існує помітна різниця. Якщо в Європі основною причиною установки є екологічність та зниження енерговитрат, то у нас це імідж і максимальний комфорт.

Дослідження та отримані результати дають підстави для наступних висновків:

1. Аналізуючи наукові джерела, було встановлено необхідні методи та інструменти здійснення управління комунікаціями житлового приміщення.
2. Встановлено, що на управління комунікаціями впливає керування наступними факторами: освітлення, вологість, задимлення, температура.
3. Одним із засобів поліпшення використання приміщення за допомогою ІОТ є встановлення охоронних систем та засобів безпеки. Це підвищує цінність приміщення, але також маємо додаткові витрати через додаткові витрати на придбання та встановлення таких ІОТ систем.

Розумні будинки мають такі основні характеристики:

- а) автоматизація: можливість розміщення автоматичних пристроїв або виконання автоматичних функцій;
- б) багатофункціональність: можливість виконання різних обов'язків чи отримання різних результатів;
- в) адаптивність: можливість вчитися, прогнозувати та задовольняти потреби користувачів;

г) інтерактивність: можливість забезпечення взаємодії між користувачами;

д) ефективність: можливість виконання завдань зручним способом, що дозволяє економити час та витрати [7].

У розділі розглянуто існуючі системи «розумних» будинків та перспективи розвитку ринку IoT систем. Однозначним лідером у нашому дослідженні готових рішень IoT є вітчизняна система Ajax. Основні переваги – український інтерфейс. Дана система гарантує безпеку життя, контролює пожежну, газову, електричну, загрозу злому. Ajax забезпечує комфорт і зручність в управлінні життєзабезпеченням приміщення.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ПРОЕКТУ ІoT-РІШЕННЯ ТА МЕТОДІВ ОБРОБКИ ДАНИХ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРИМІЩЕННЯ

2.1. Планування функцій Smart Home

Проекти «розумних» будинків на даний момент дуже активно розробляються та реалізуються. Як правило, це будинки, які забезпечують підвищену економію ресурсів енергії і в яких максимально автоматизуються всі процеси, які відбуваються в побуті. Будь який такий проект має свою вартість, умови застосування і функції. Спробуємо розібратися, що ж наділяє будинок «розумом».

Такі проекти коштують чималих грошей Але, є альтернативний шлях - зібрати свій «розумний» будинок самостійно.

«Розумний» будинок – це набір контролерів з підключеними датчиками, які зчитують інформацію і на її основі виконують якісь конкретні команди. Наприклад, контролер освітленості. При падінні освітленості нижче певного рівня, він включить додаткове освітлення або відкриє штори. У «розумному» будинку такі контролери з датчиками встановлені скрізь, що і дозволяє отримати додаткові зручності і комфорт. Щоб зробити «розумний» будинок, спочатку треба зробити дизайн проекту, врахувавши в ньому, що саме треба проконтролювати, які функції реалізувати і що для цього потрібно. Потім написати програму для керування всіма пристроями і розробити інтерфейс з доступом до одержаної інформації.

Контролери, якими будемо користуватися треба запрограмувати, підключити зовнішні джерела інформації і налаштувати на потрібну роботу. Цей проект спроектовано на пристроях компанії Arduino та їх дешевих аналогах.

Arduino є середовищем для програмування та є, в цілому, зручним та цікавим інструментом для створення власних розробок. Популярності платформи Ардуіно додає те, що вона програмується на простій і зрозумілій мові, переносяться програми через USB.

Щоб комп'ютер почав «відчувати» процеси у приміщенні, треба підключити датчики, які за допомогою бездротових шляхів передадуть йому інформацію про навколишнє середовище і на основі якої він може приймати самостійні рішення про управління контролюючими пристроями. Продукція Arduino універсальна і може взаємодіяти з великою кількістю систем, як на персональному комп'ютері, так і на мобільних пристроях. Всі роз'єми у плат Ардуіно максимально стандартизовані. Це полегшує пошук сумісних деталей.

Універсальність Arduino заощаджує гроші та час. При розробці не доведеться купувати дорогі комплектуючі, на ринку, тому що є більш дешеві аналоги. При програмуванні зручно користуватися бібліотеками, де можна знайти функціонал на будь-який смак.

На етапі проектування, перш за все, потрібно визначити, якими функціями повинен бути наділений Smart Home.

Розглянемо основні функції розумного будинку. Отже, стандартний будинок повинен вмійти:

- Управляти дверима, входом / виходом. Тут застосовують широкий спектр різних інструментів, наприклад, охоронна система (ультразвукові та інфрачервоні датчики, які фіксують наявність людей (датчиками руху) в приміщенні в той момент, коли їх там бути не повинно), автоблокувальники дверей, електронні замки та інше.

- Організовувати світлові сценарії. Автоматично відключати світло, коли вдома нікого нема, або коли всі в будинку сплять і ніхто не рухається.

- Контролювати температуру всередині будинку. Принцип роботи тут такий: при зміні температури, яку фіксує датчик, система автоматично вмикає або вимикає будь-які потрібні прилади. Тут також є перспективи, наприклад створення такого набору команд, щоб після того, як ви лягали спати, температура повільно знижувалася, а після пробудження, навпаки, підвищувалася.

- Моніторинг зовнішнього середовища. Визначення температури назовні будинку, індикація опадів. Як правило, вся інформація про погоду

повинна супроводжуватися звуковими сигналами або виводитися на екран. В разі погіршення погодних умов система змінює налаштування будильника і відбувається пробудження на деякий час раніше.

- Система оповіщення про різні витoki, функція визначення задимлення і відкритого вогню в приміщенні. Модифікувати таку систему можна аж до того, щоб вона не тільки давала інформацію на мобільний додаток користувачу, а й сама починала дзвонити в пожежну службу та службу газу.

- Інші системи. З часто вживаних можна виділити системи управління технікою, пристрої для піклування за домашніми тваринками та рослинами, голосові помічники.

У століття смартфонів ідеї управління будинку через мобільні телефони найбільш популярні. Найчастіше створюються такі системи на базі операційної мобільної системи Android. Таким чином, людина може, наприклад, годувати тварин за допомогою Twitter, SMS, або включати обігрів приміщення перед приходом користувача, просто зробивши дзвінок.

Arduino дозволяє реалізувати проект практично будь-якої складності. Широкі можливості а, найголовніше, гнучкість системи, яка вміє взаємодіяти з різними програмними продуктами є сьогодні прекрасними інструментами для реалізації задумів. Справа також в ціні і зручності. Як правило, фірми, які професійно займаються установкою таких систем роблять значну «накрутку», як на ціну комплектуючих, пристроїв, та на вартість їх встановлення. До того ж ви впадаєте в залежність від таких фірм та їх обслуговування.

Звичайно, завжди можна замовити такі системи, але ви, по-перше, втратите можливість щось змінити на свій смак, а вкупі з цим і щось відремонтувати при якійсь поломці. Плата ж Arduino і комплектуючі до неї, а також необхідні додаткові деталі обійдуться вам набагато дешевше. В разі необхідності ви зможете усунути поломку самостійно і замінити зламани та непрацюючі деталі, налаштувати систему під свій смак. Такі дії ведуть до «діджиталізації» суспільства. Як сказав Марк Цукерберг: "Я думаю, що в майбутньому усі, а не тільки програмісти будуть пов'язані з елементами

програмування." Тому починати вчитися робити поліпшення для себе потрібно вже зараз.

Тепер спроектуємо функції макету «розумного» будинку в нашому випадку:

- Світло. За допомогою датчика освітлення відбувається контроль рівня параметру освітленості. При падінні до фіксованого рівня спрацьовують серводвигуни, які відкривають штори, вночі закривають штори та включають електричні лампочки.
- Датчик температури та вологості надає інформацію про температурні показники та протікання води у душі. Якщо відбувається протікання, інформує про це споживача у додатку.
- Датчик руху та камера на вході будинку використано для контролю безпеки. Зображення з камери відображається в додатку. Таким чином користувач може бачити у будь який час, що відбувається за дверима. Якщо датчик засікає рух, то відбувається фотографування і збереження знімку.
- За допомогою датчика диму і газу на кухні контролюється пожежна безпека в будинку і подається сигнал про такі випадки у відповідні служби.
- За допомогою WI-FI модулю esp8266 є можливість підключення до мережі інтернет.
- Можна дистанційно керувати нашим будинком з будь-якого приладу, підключеного до домашньої мережі (ПК, смартфон, планшет).

Алгоритм роботи моделі моніторингу приміщення на основі даних з IoT дозволяє контролювати параметри, які виходять за межі відповідно до обраного режиму, регулює температуру і вологість в приміщенні. Ця модель зроблена для захисту матеріальних цінностей, створення комфортних умов для людей, забезпечує виконання наступних функцій:

- подання сигналів тривоги;
- створення мікроклімату;
- надання сповіщення про наявність і місце аварійних ситуацій;
- закриття кранів подачі гарячої та холодної води;

- автоматичний контроль стану елементів системи та її складових частин;
- надання сповіщення про аварійну ситуацію телефонним дзвінком та за допомогою SMS власнику або охороні.

2.2. Структура IoT рішення Smart Home

Згідно функцій, які може виконувати система визначено загальну структуру системи. У макеті використано такі датчики:

- Модуль цифрового датчика вологості та температури.
- Датчик освітленості цифровий.
- Датчик торкання TTP223B.
- Датчик диму.
- Міні серводвигун SG90.
- Датчик руху.
- Модуль реального часу.

Також в роботі використано:

- Плата WeMos D1 R1 з вбудованим Wi-Fi esp 8266.
- З'єднувальні дроти.
- Допоміжна макетна плата.
- Плата з камерою ESP32-CAM.
- Wi-Fi роутер.
- Портативний зарядний пристрій для живлення системи.

На (рис. 2.1.) та (рис.2.2.) показано планування функцій та макет «розумного» будинку.

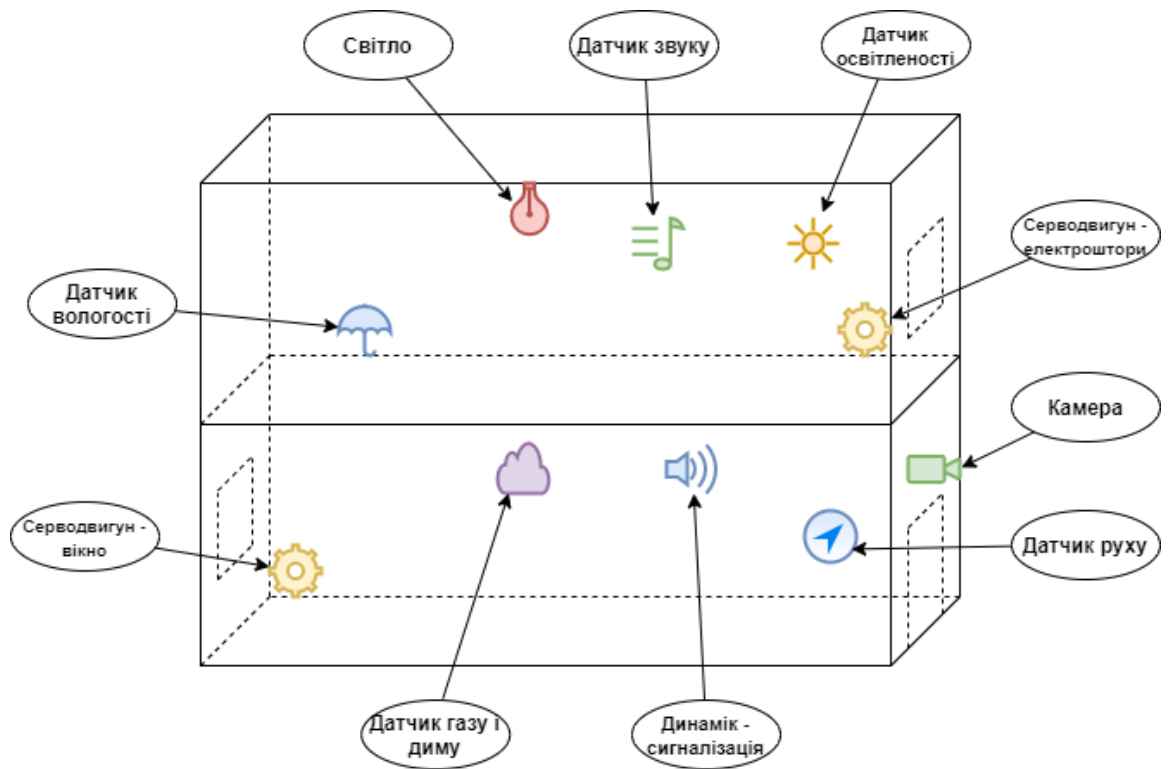


Рисунок 2.1. Планування функцій та дизайну розумного будинку на макеті



Рисунок 2.2. Загальний вигляд макету

Тепер перейдемо від макету до плану оснащення приміщення. Зроблено план розташування датчиків по кімнатах на (рис. 2.3.).



Рисунок 2.3. Схема розташування датчиків в приміщенні

Структурна схема представлена на (рис. 2.4.) КЕ – ключовий елемент;
 ПУІ – пульт управління та індикації(сенсорна клавіатура/мобільний застосунок)

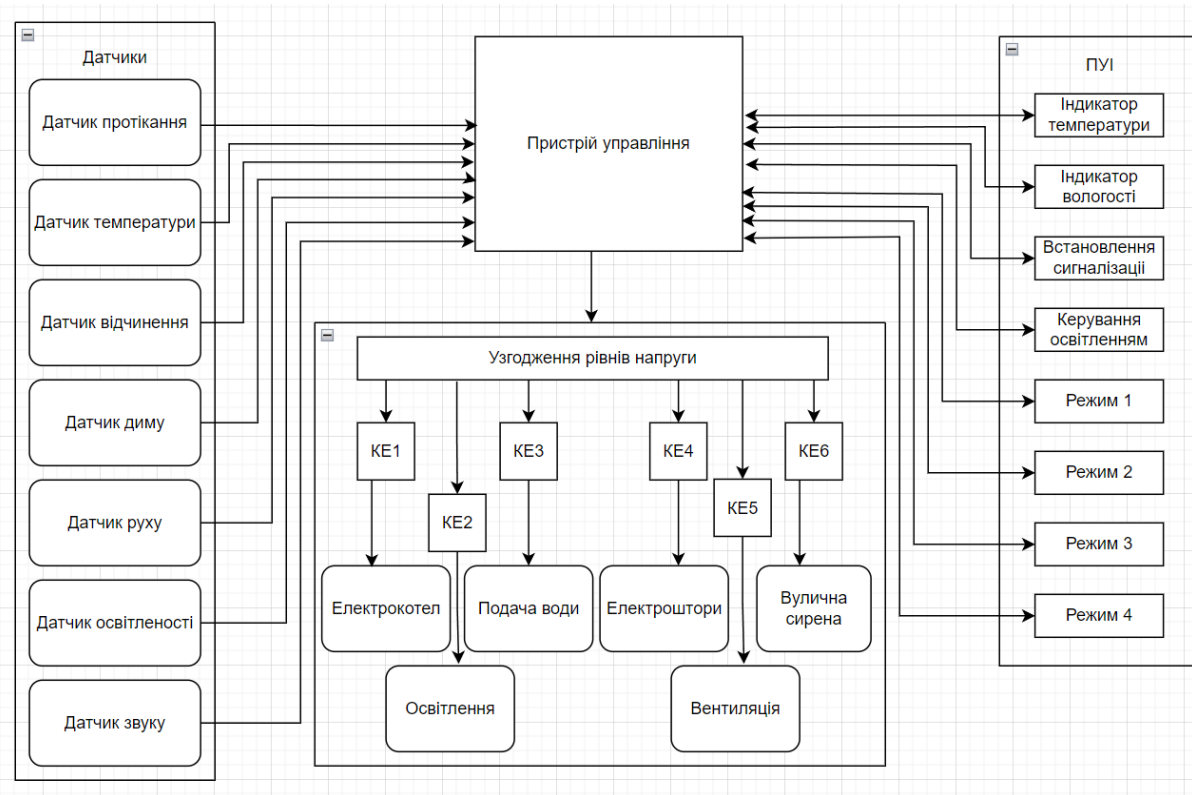


Рисунок 2.4. Структурна схема управління приміщенням

Структурна схема системи представлена у Додатку А.

2.3. Висновки після другого розділу

Цей проект спроектовано на пристроях компанії Arduino та їх дешевих аналогах. Smart Home є сукупністю приладів об'єднаних у єдину систему управління будовою. Системи бувають такі:

1. Система мікроклімату (опалення, вентиляція, кондиціонування, зволоження).
2. Система безпеки (охоронна, пожежна, система доступу, контроль витоків газу, відео спостереження).
3. Система електроживлення (резервні системи, контроль навантаження електромережі, система освітлення).

4. Система зв'язку (телефон, локальна мережа, SMS-повідомлення).
5. Система віддаленого керування.

Основні функції розумного будинку:

1. Управляти дверима, входом / виходом.
2. Організувати світлові сценарії.
3. Контролювати температуру всередині будинку.
4. Моніторинг зовнішнього середовища.
5. Система оповіщення про різні витoki, функція визначення задимлення і відкритого вогню в приміщенні.
6. Камери спостереження.

У макеті використано такі датчики:

- Модуль цифрового датчика вологості та температури.
- Датчик освітленості цифровий.
- Датчик торкання TTP223B.
- Датчик диму.
- Міні серводв SG90.
- Датчик руху.
- Модуль реального часу.

Також в роботі використано:

- Плата WeMos D1 R1 з вбудованим Wi-Fi esp 8266.
- З'єднувальні дроти.
- Допоміжна макетна плата.
- Плата з камерою ESP32-CAM.
- Wi-Fi роутер.

Спроектована система розумного будинку функціонує та відповідає всім вимогам ТЗ. Датчики надсилають дані на мікроконтролер у реальному часі. Встановлено мережеве з'єднання, що дає можливість переглядати дані датчиків, керувати системою. Цей проект може бути розширений для різних сфер застосування. Крім того, в систему можуть бути додані інші модулі та датчики.

РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ АРХІТЕКТУРИ ІоТ-РІШЕННЯ

3.1. Архітектура проекту ІоТ-рішення

Центральний пристрій, який забезпечує об'єднання компонентів системи розумного будинку на єдину мережу називають хаб. Реалізація такої мережі може бути як провідною, так і бездротовою або їх комбінацією. Крім з'єднання пристроїв, хаб виконує завдання з менеджменту компонентів системи, додавання, видалення пристроїв, пересилання всіх повідомлень, що надходять до системи та зберігання накопиченої інформації. Інша поширена частина системи розумного будинку – мобільний інтерфейс взаємодії з системою. Найчастіше це графічний інтерфейс користувача (англ. graphical user interface, GUI), web або мобільний додаток. Основне його завдання – надання користувачеві зібраної інформації про стан навколишнього середовища та стан системи. Також за допомогою мобільного додатка користувач може віддавати команди.

Мережі та протоколи. Для підключення пристроїв до системи розумного будинку потрібна реалізація провідних чи бездротових мереж. Дротові мережі реалізується на основі безпосереднього з'єднання одного пристрою з іншим за допомогою кабелю. Це дозволяє забезпечити надійний та стабільний канал зв'язку. Реалізація такої мережі має низькі вимоги до продуктивності пристроїв, необхідність у прокладці каналів зв'язку, обмеження достатньої кількості портів у центральному пристрої. Бездротові мережі реалізуються на основі радіохвиль, що не вимагає безпосереднього з'єднання між пристроями. Це дозволяє не турбуватися про прокладання каналів зв'язку та підходить для створення розумного будинку у готовому приміщенні, а не на стадії будівництва. Однак такий спосіб зв'язку менш стабільний через велику кількість пристроїв. Кожна мережа має набір своїх протоколів, які забезпечують способи передачі. Для бездротових пристроїв вимоги до апаратного забезпечення найбільш виражені по відношенню до частоти

радіоканалу, на якому здатний працювати пристрій. До провідних протоколів відносяться: UART, I2C, 1 Wire, до бездротових: WiFi, Bluetooth, Zigbee, RFID.

Автоматизація будь-якої системи розумного будинку базується на наявності кінцевих пристроїв, якими можна керувати у вигляді команд. Кінцеві пристрої охоплюють різноманітний спектр завдань. Вони діляться на два великих класи:

Пристрої для збору та зберігання. За параметрами, які збирає датчик, можна виділити такі типи датчиків: 1) датчики температури та вологості; 2) датчики витоку води; 3) датчики вуглекислого газу; 4) датчики задимлення; 5) датчики відкриття\закриття дверей\вікон; 6) датчики присутності та датчики руху. Ці датчики найчастіше можна зустріти у системах розумного будинку. Вони забезпечують збирання інформації про навколишньому середовищу необхідного на вирішення завдання автоматизації. Однак можуть зустрічатися інші вузькоспеціалізовані датчики.

Другим класом кінцевих пристроїв є виконавчі пристрої. Основний функціонал таких пристроїв спрямований на вплив на навколишній світ, наприклад, підтримка мікроклімату шляхом регулювання термостату.

У проекті використовуємо Arduino (Ардуіно) – апаратну обчислювальну платформу, основними компонентами якої є плата мікроконтролера з елементами вводу/виводу та середовище розробки Processing/Wiring на мові програмування, що є підмножиною C/C++. Arduino може використовуватися як для створення автономних інтерактивних об'єктів, так і підключатися до програмного забезпечення. Інформацію про плату (рисунок друкованої плати, специфікації елементів, програмне забезпечення) можна знайти у відкритому доступі [8], [9], [10].

Плата Arduino складається з мікроконтролера AtmelAVR, а також елементів, обов'язкових для програмування та інтеграції з іншими пристроями. На багатьох платах наявний лінійний стабілізатор напруги +5В або +3,3В. Тракткування здійснюється на частоті 16 або 8 МГц кварцовим резонатором. У

мікроконтролер записано завантажувач, тому зовнішній програматор не потрібен.

Uno – найпопулярніша версія базової платформи Arduino USB. Uno має стандартний порт USB. Arduino Uno має чіп ATmega8U2 для послідовного підключення по USB і зручне маркування виходів. Платформа може бути доповнена платами розширення, наприклад, призначеними для користувача платами з різними функціями.

Як ми вже зазначали, Ардуіно і Ардуіно-сумісні плати спроектовані таким чином, щоб їх можна було при необхідності розширювати, додаючи в пристрій нові компоненти «шилдами» («shields»). Ці плати розширень підключаються до Ардуіно за допомогою встановлених на них штирових роз'ємів. Виробниками випускається велика кількість всіляких датчиків і виконавчих пристроїв, в тій чи іншій мірі сумісних між собою і з процесорними платами Ардуіно [9]. Одну з таких ми використовуємо для зручності підключення датчиків.

Плати розширення, що встановлюються на платформи, це плати, що розширюють функціональність Arduino та використовуються для управління різними пристроями, отримання даних і т.п.

Плати WeMos на основі esp8266 користуються великою популярністю. Вони сумісні з більшістю датчиків Ардуіно і дозволяють писати скетчі в Arduino IDE. Завдяки WeMos ми отримуємо можливість працювати з WiFi, взаємодіючи з модулем через інтернет.

Плата WeMos D1R1 виробляється в Китаї. Вона розроблена на основі WiFi модуля ESP8266. На модулі є роз'єм під зовнішню WiFi антену. Таким чином можна розширити площу покриття мережею. Контролер включає в себе процесор, оперативну пам'ять і пристрої введення / виводу та периферію. WeMos відрізняється дешевою вартістю і простотою підключення та програмування.

Технічні характеристики WeMos:

Вхідна напруга 3,3 В.

11 цифрових виходів.

USB вихід.

4 Мб флеш-пам'ять.

WiFi модуль.

Частота контролера 80МГц / 160МГц.

Робоча t від -40С до 125С [10].

Основними областями застосування контролерів WeMos є температурні датчики, датчики тиску, зарядні пристрої, системи обробки даних пульти для управління побутовими приладами, робототехніки. До плати можна підключати додаткові компоненти – індикатори, світлодіоди, сенсори, які дозволяють реалізовувати різні проекти, розширювати функціональні можливості.

TX; RX; GND земля.

5В; 3v3.

RST - reset, кнопка скидання.

D0 - D8-порт загального призначення GPIO. Всі піни, крім D0, підтримують переривання, ШІМ, І2С.

На (рис. 3.1.) представлено схему виходів WeMos D1 R1 [10].

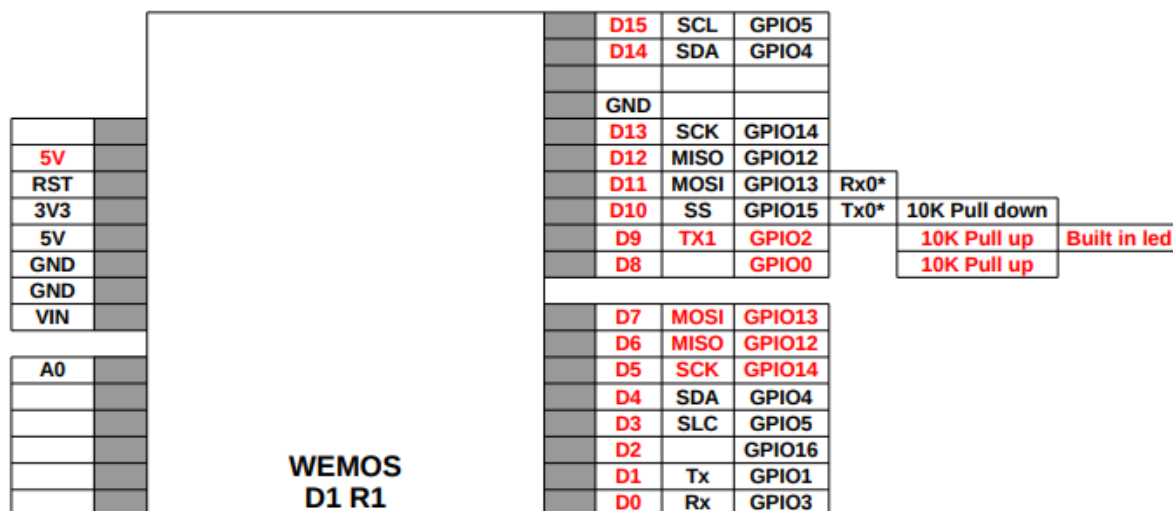


Рисунок 3.1. Схема виходів WeMos D1 R1

Щоб почати працювати з WeMos D1, потрібно встановити драйвер CH340 і Arduino IDE. Знайти драйвер можна на офіційній сторінці[11].

Потрібно вибрати «Файл – Налаштування», ввести в рядок «додаткові посилання для менеджера плат» посилання і натиснути ОК.

http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json

На (рис. 3.2.) представлено загальний вигляд WeMos D1 R1 з вбудованим Wi-Fi esp 8266 [12].

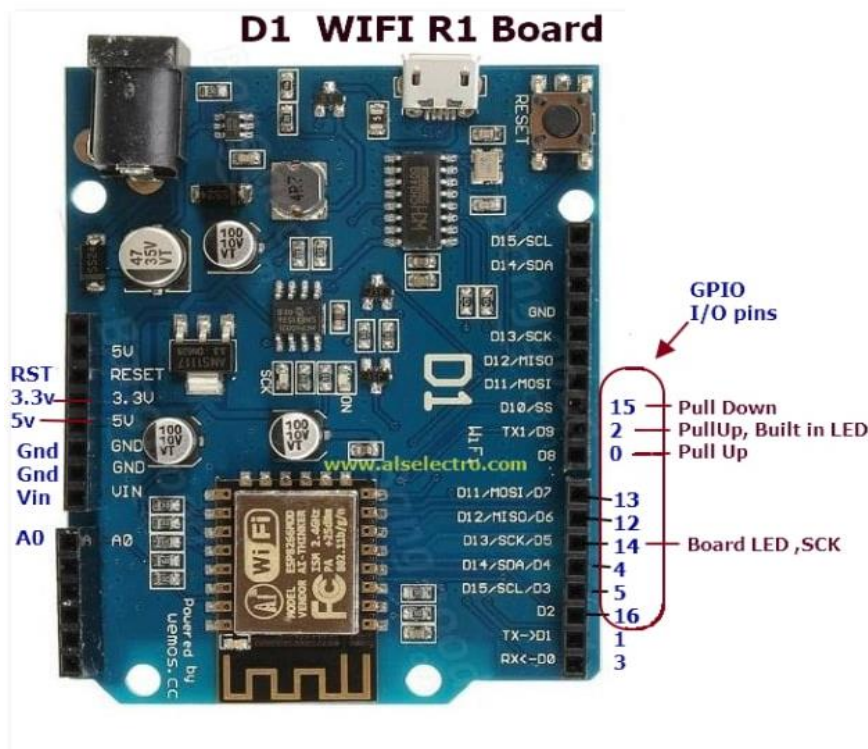


Рисунок 3.2. WeMos D1 R1 з вбудованим Wi-Fi esp 8266

Потім в «Інструменти - Плата - менеджер плат» знайти esp8266 by ESP8266 Community, встановити і закрити вікно. В меню «Інструменти» буде додано мікроконтролер WeMos D1.

Спочатку потрібно встановити режими роботи – «завантаження коду», задати потрібну частоту, розмір флеш пам'яті та швидкість передачі, вибрати потрібний порт. Я вважаю, що плати на базі esp8266 найкращий спосіб організувати роботу з мережею в самостійних проектах. Плата дуже схожа на Arduino Uno.

3.2. Комунаційні системи. Вибір датчиків

Для розробки «розумного будинка» були використані такі датчики. Інформацію про датчики можна знайти [8], [9], [10]:

- 1) модуль цифрового датчика вологості та температури;

- 2) датчик освітленості цифровий;
- 3) датчика торкання ТТР223В;
- 4) датчик диму;
- 5) міні серводвигун SG90 ;
- 6) датчик руху;
- 7) модуль реального часу.

Модуль цифрового датчика вологості та температури представлено на (рис.3.3.) та схему його підключення на (рис.3.4.) Датчик вологості і температури DHT11, виконаний у вигляді модуля і встановлений на платі. Його можна безпосередньо підключати до Ардуіно, без необхідності підключення резистора, тому що резистор вже припаяний до плати. Скетч програмного коду до цього датчика представлено у розділі 4.

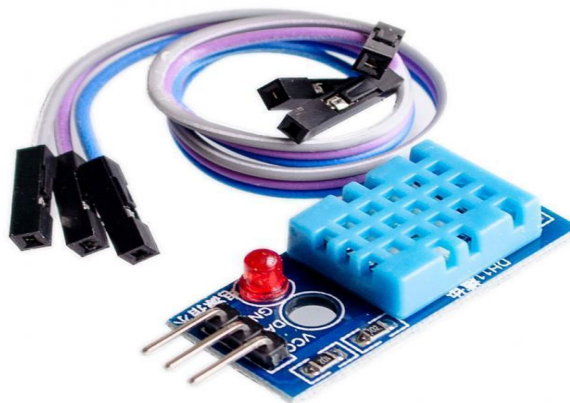


Рисунок 3.3. Датчик вологості та температури

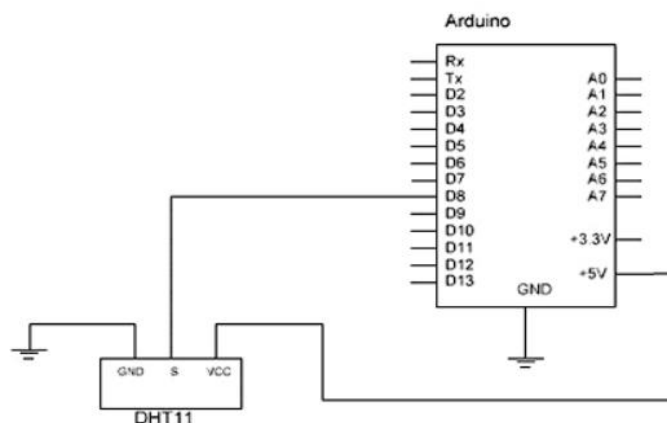


Рисунок 3.4. Схема підключення датчика вологості та температури

Цифровий датчик освітленості представлено на (рис.3.5.) Він призначений для вимірювання освітлення. Модуль датчика світла з пороговим компаратором. Поріг спрацьовування компаратора регулюється змінним резистором. При затемненому датчику на виході встановлюється напруга логічної 1 і індикаторний світлодіод не горить. При спрацюванні датчика і при спрацьовуванні компаратора на виході встановлюється логічний 0 і запалюється індикатор світлодіоду.

Призначення виходів:

VCC - вхід напруги 3.3-5 В.

GND – загальний.

DO - цифровий вихід .

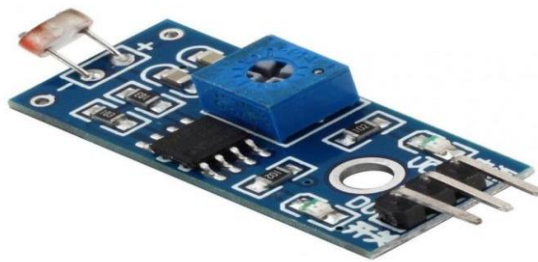


Рисунок 3.5. Датчик освітленості цифровий

Наступний модуль – датчик диму, представлений на (рис.3.6) для виявлення газу та диму та на (рис.3.7.) електрична схема датчика диму.

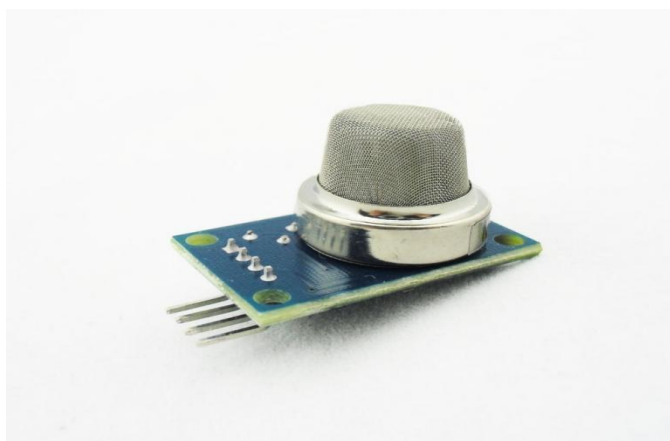


Рисунок 3.6. Датчик диму

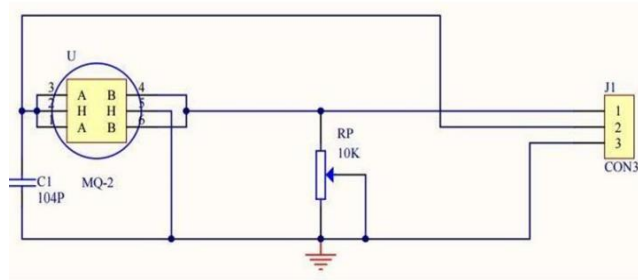


Рисунок 3.7. Електрична схема датчика диму

Наступний датчик, який ми застосували – сенсорний.

Сенсорний модуль побудований на мікросхемі датчика торкання ТТР223В. У нормальному стані на виході модуля низький логічний рівень. При торканні сенсорного поля на виході встановлюється високий логічний рівень. Модуль можна монтувати на неметалеві поверхні (пластикові, скляні або будь-які інші). Може застосовуватися як прихована кнопка.

Особливості:

- діапазон напруги живлення від 2 до 5.5В;
- може застосовуватися як прихована кнопка;
- зручне кріплення.

Призначення виходів модуля показано на (рис. 3.8.), сам датчик на (рис. 3.9.):

- інтерфейс: GND - загальний, VCC - живлення, SIG (DI) - вихід;
- індикатор живлення: зелений світлодіод, що світиться при подачі напруги живлення;
- область сенсора;
- кріпильні отвори.

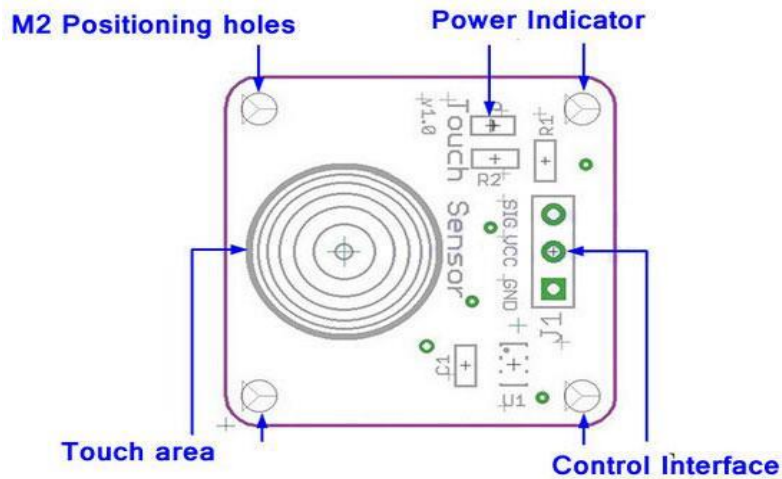


Рисунок 3.8. Виходи сенсорного модуля [10].

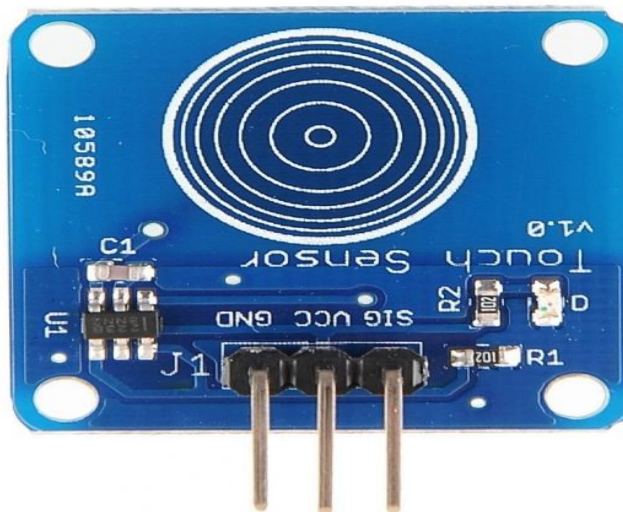


Рисунок 3.9. Сенсорний модуль

Датчик руху для Arduino представлено на (рис. 3.10.). Він дозволяє виявляти рух людини або тварини чи іншого рухомого об'єкту на відстані до 7 метрів. Має два входи живлення (+5 В і 0) і один цифровий вихід, з якого можна знімати вихідні дані. Якщо перешкоди відсутні, на датчику буде високий рівень (3.3В), якщо є, низький (0В). Якщо перемикач встановлено в положення Н, то на виході буде високий рівень весь час, поки датчик буде відчувати і фіксувати рух, якщо в стан L, то на виході сигнал буде переключатися з високого на низький і назад приблизно раз на секунду.

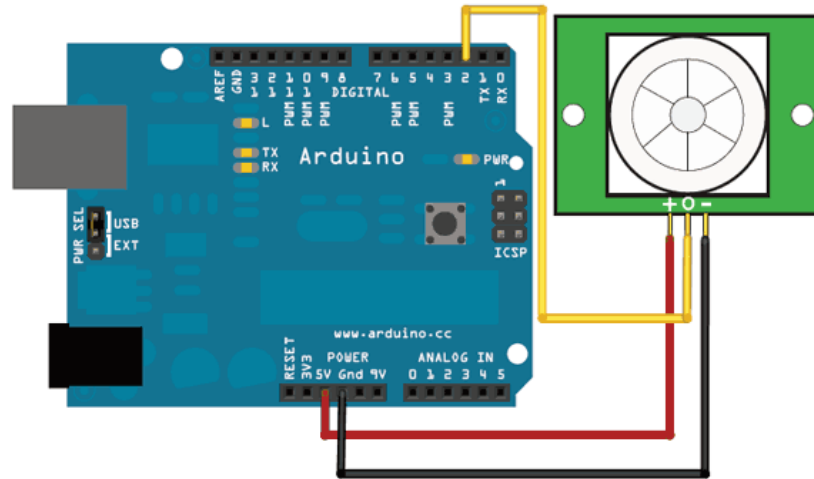


Рисунок 3.10. Датчик руху

Застосування серводвигунів при автоматизації приміщення.

Серводвигун – це робочий елемент, що є помічником. В перекладі з латини означає помічник, раб, слуга. Керуючий електронний модуль пов’язаний з мотором називається сервоприводом.

Для серводвигунів, що застосовуються в системах роботів, об’єктом управління найчастіше є позиція ланок маніпулятора, а також їх орієнтація. Серводвигуни в приводах виконавчих систем роботів реалізують один з видів автоматичного управління, в результаті якого відбувається переміщення необхідної ланки маніпуляційної системи робота точно в задане положення. При цьому потужність вихідного сигналу, що безпосередньо впливає на виконавчий механізм, у багато разів перевищує потужність вхідного сигналу.

Принцип функціонування серводвигуна: пристрій управління відповідно до програми виробляє вхідний сигнал, який визначає, наприклад, необхідний кут повороту ланки маніпулятора, і направляє в серводвигун, де за допомогою потоку енергії, що надходить від двигуна, сигнал багаторазово посилюється, формується у вигляді вихідного значення необхідного кута повороту ланки, рівного або близького до заданого і передається у вигляді сили впливу безпосередньо керованому механізму.

У цьому випадку, завдяки перетворенню вихідного впливу в напругу, виявилось можливим вивести людину з управління, замінивши її комп'ютером. Комп'ютером формується вхідний сигнал та у формі заданої напруги надходить в приводний сервомеханізм модуля руху робота, де формується посилений вплив, що забезпечує безпосереднє переміщення виконавчого органу, в нашому випадку поворот "руки" на необхідний кут.

У реальних серводвигунах сучасних роботів величина керуючого сигналу, необхідна для виконання, наприклад, повороту "руки" робота на кут, розраховується комп'ютером. Сигнал зворотного зв'язку надходить в комп'ютер, який за його величиною може обчислити дійсне значення кута повороту "руки" маніпулятора і порівняти із заданою величиною. Таким чином забезпечується висока точність управління.

Характеристики міні серводвигун SG90:

- швидкість без навантаження: 0.12 сек/60 град. при живленні 4.8В;
- крутячий момент: 2 кг/см;
- температурний діапазон: -30 до +60°C;
- ширина мертвої зони: 4 мікросекунди;
- робоча напруга: 3.5-8.4 В;
- споживаний струм при русі: 50-80 мА;
- споживаний струм при затримці: 5-10 мА;
- кут повороту 180 град;
- розміри: 3.3 см x 3 см x 1.3 см;
- вага: 15 гр. [10].

Серводвигуни в приводах виконавчих систем реалізують один з видів автоматичного управління, в результаті якого відбувається переміщення необхідної ланки динамічної системи точно в задане положення. Вирішальним фактором використання сервоприводів є не тільки висока їх динаміка, але і можливість отримати точне управління, широкий діапазон регулювання швидкості, малі габарити і вага, а також стійкість. У своєму проекті

я застосовую якісний міні серво SG90 с пусковим моментом 2 кг/см, який зображено на (рис. 3.11.).

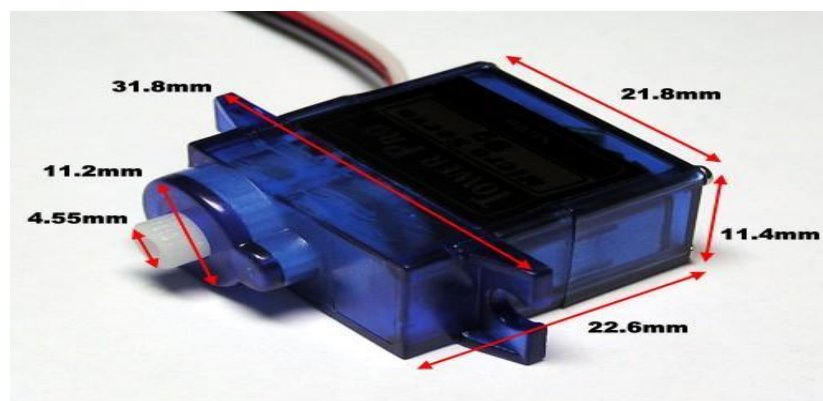


Рисунок 3.11. Мінісерво SG90

Схема підключення серводвигуна представлена на (рис. 3.12.).

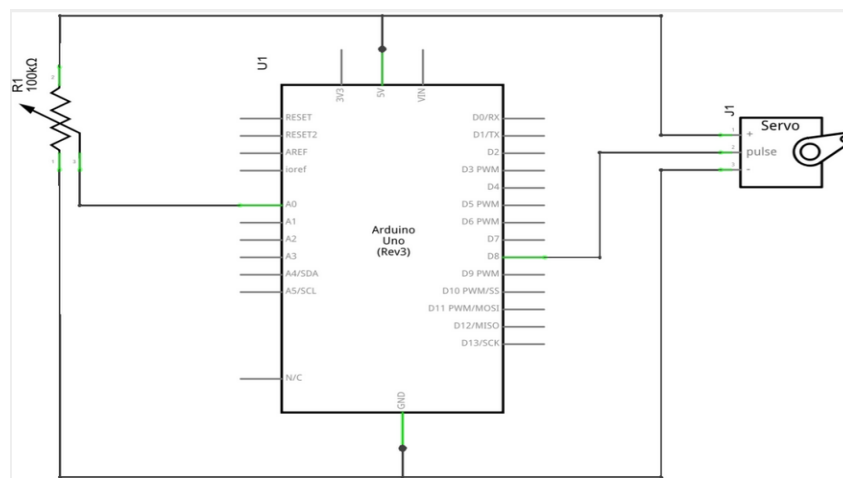


Рисунок 3.12. Електрична схема системи підключення серводвигуна до Ардуіно

Схема підключення через макетну плату представлено на (рис. 3.13.)

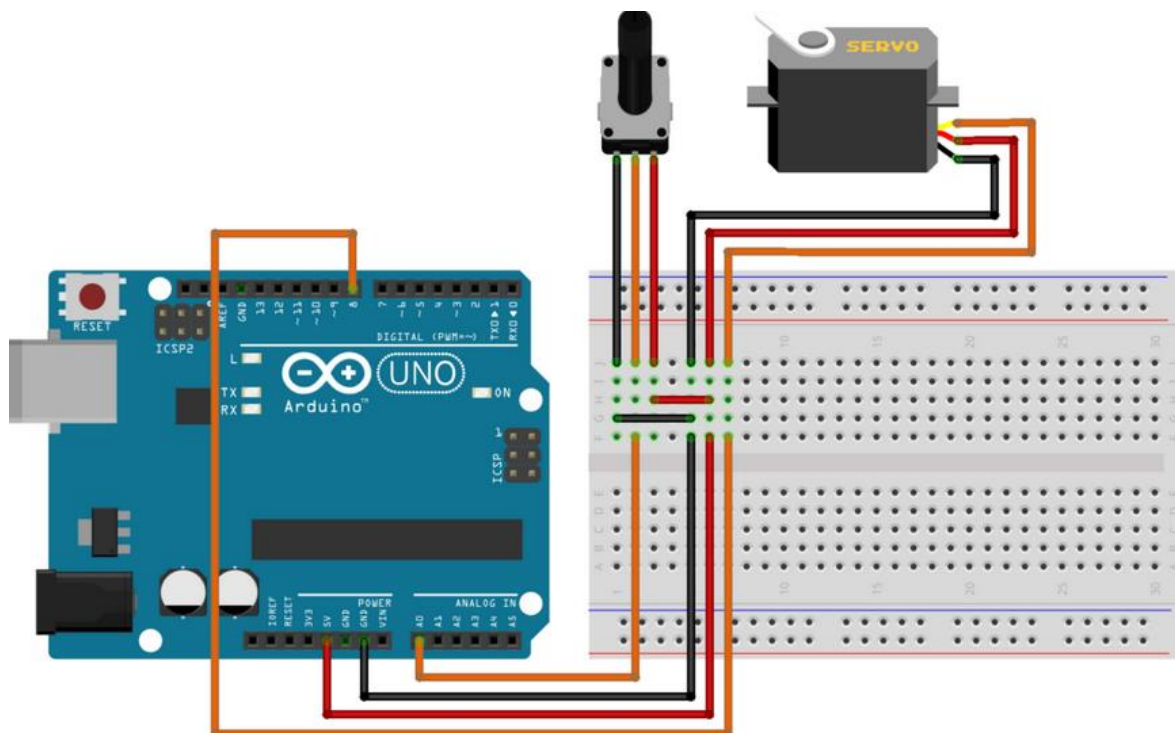


Рисунок 3.13. Підключення серводвигуна до Ардуіно[10]

Модуль з годинником в реальному часі представлено на (рис. 3.14.). Дозволяє знати точний час без підключення до інтернету. Модуль можна використовувати з контролерами Arduino, підключивши його з'єднувальними дротами.



Рисунок 3.14. Модуль з годинником реального часу

У макеті при облаштуванні системи безпеки приміщення використано камеру відеоспостереження на основі плати ESP32-CAM, яку представлено на (рис. 3.15.). Камера з мікро контролером ESP32 може працювати в якості веб-сервера, до якого можна буде звернутися за допомогою будь-якого пристрою в вашій мережі. Можна інтегрувати цей веб-сервер з популярними платформами автоматизації будинку, такими як Home Assistant.



Рисунок 3.15. Камера відеоспостереження на основі плати ESP32-CAM

Перед складанням макету необхідно прописати в плату робочий скетч і підключити всі датчики до плати і перевірити їх працездатність на холостому ходу. Для цього включити прошиту плату і підключити серводвигуни та інше обладнання на 2-3 хвилини роботи.

Написану програму скопіювати в тіло програми лістинг `sketh_jun1`. Провести компіляцію лістингу, якщо немає помилок, підключити плату WeMos D1R1 до ПК. WeMos D1R1 містить у собі WiFi модуль ESP8266.

Мікросхема ESP8266 – один з найпопулярніших інструментів для організації бездротового зв'язку в проектах розумного будинку. За допомогою бездротового контролера можна організувати зв'язок по WiFi, забезпечуючи проектам Arduino вихід в інтернет і можливість дистанційного керування і збору даних. Також:

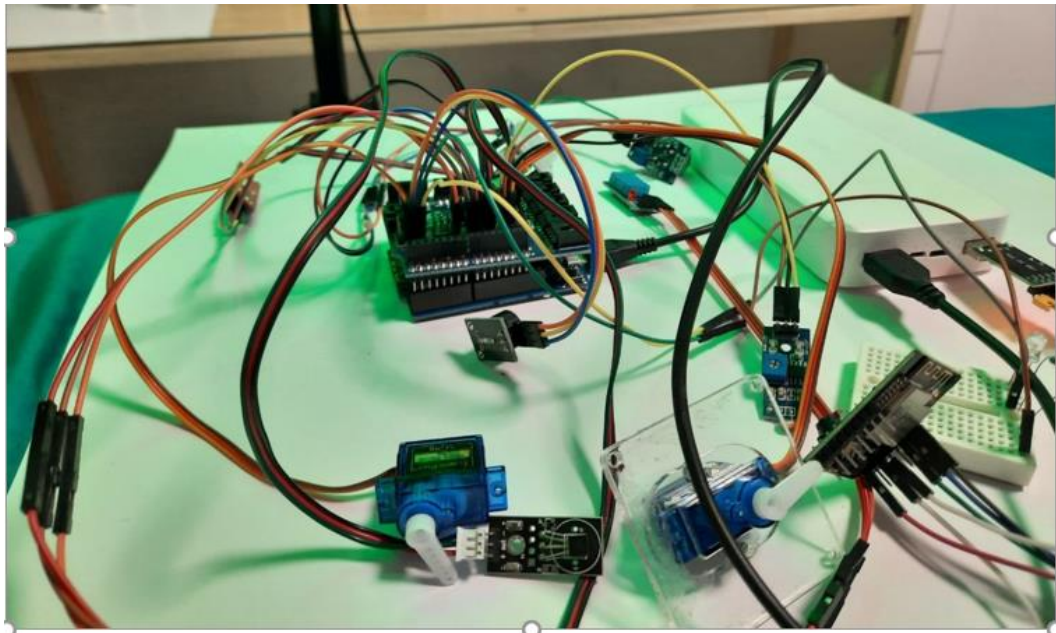


Рисунок 3.17. Розробка макету та алгоритму

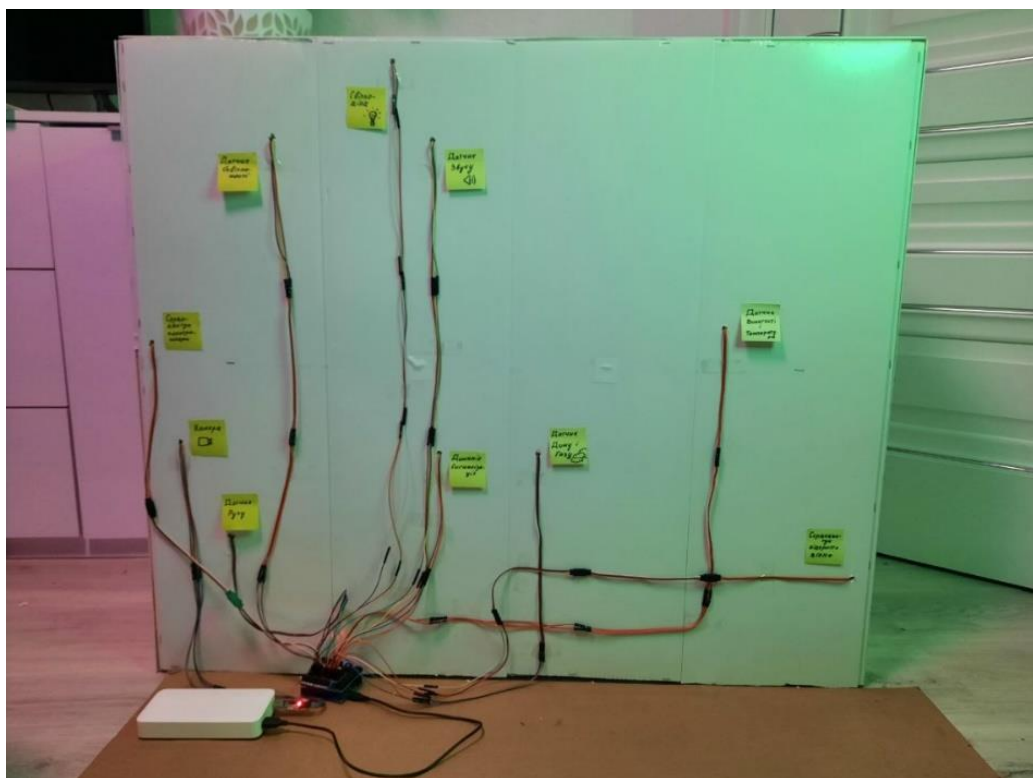


Рисунок 3.18. Встановлення та підключення контролера

За основу обрано тришарову архітектуру. Використано домен вузла давачів, які будуть знімати дані з навколишнього середовища. Мережевий рівень відповідає за передачу даних та сигналів управління системою між мікроконтролером та панеллю управління користувача. Обрано хмарну

платформу, що забезпечує покращення інтеграції та обміну інформацією між розподіленими системами Arduino IoT Cloud. Архітектурна схема представлено на (рис. 3.19.) та в додатку Е.

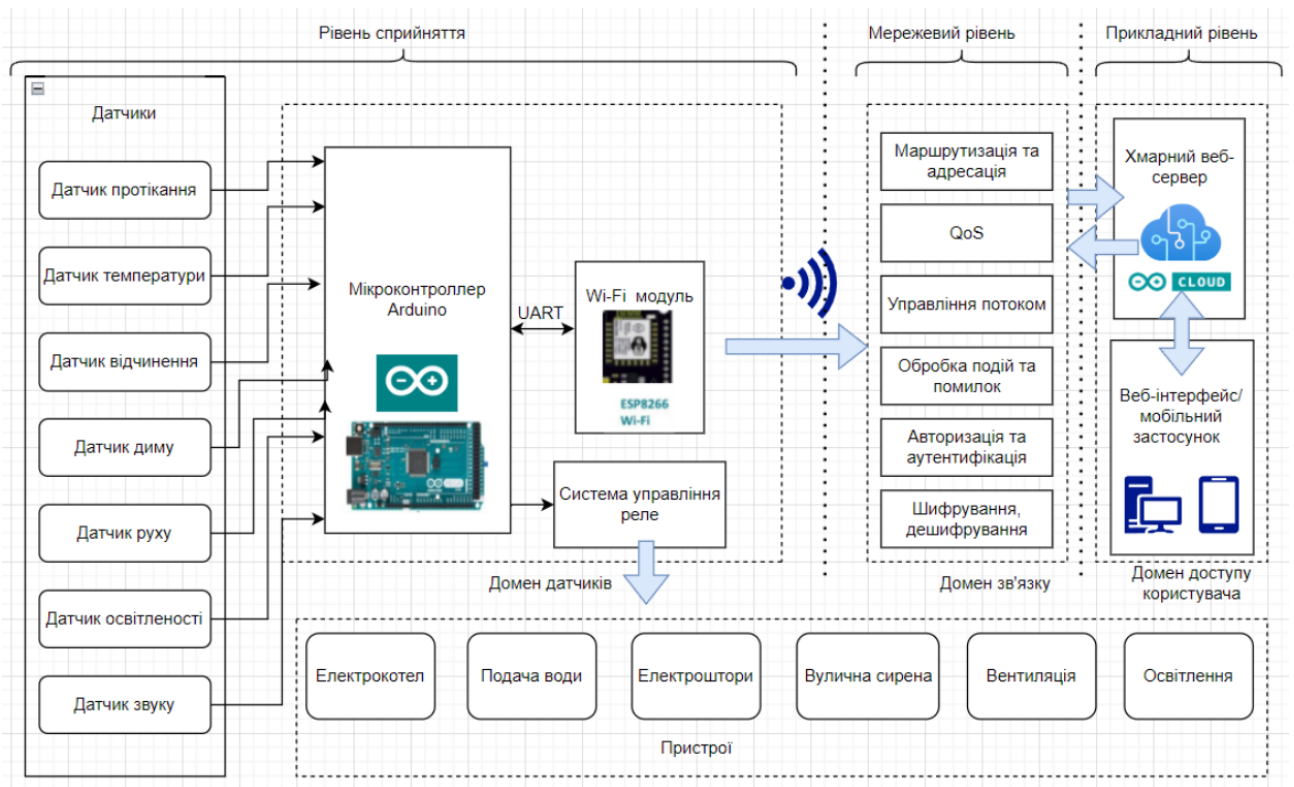


Рисунок 3.19. Схема архітектури IoT застосунка

3.3. Аналіз захищеності інформації та методів і способів для її кіберзахисту

За словами Rambus, провідного постачальника інтелектуальної власності та мікросхем, приблизно 80% пристроїв Інтернету речей (IoT) уразливі до одного з багатьох сценаріїв атак. Якщо використовувати автономні пристрої без підключення до Інтернету, то такі розробки представляють дуже невеликий ризик для безпеки[13].

Однак, після підключення до Інтернет створюються численні ризики для кібербезпеки. Усі розумні пристрої посилюють небезпеку технологій розумного дому. Це і освітлення, камери, мікрофони, замки, побутова техніка. Про вразливість до хакерської експлуатації та небезпечність систем розумного будинку постійно наголошують фахівці з кібербезпеки.

Розумні пристрої можуть включати також і традиційні телевізори,

камери, годівниці та туалети для тварин, механізми відкриття дверей, холодильники. Такі пристрої мають датчики, які постійно збирають дані. Вони настільки ж вразливі, як і сама мережа.

Сама мережа також може бути вразливою. Зловмисники можуть отримати доступ до вашої домашньої мережі. Тому, користувачі повинні використовувати ретельні методи безпеки.

Підключені розумні пристрої та прилади можна зламати так само, як веб-сайти та комп'ютери. Добре спроектована розумна домашня мережа включатиме мережевий маршрутизатор корпоративного рівня з активованим надійним брандмауером.

Найбільш вразливі: зовнішні пристрої з вбудованими комп'ютерами, які мало підтримують, або зовсім не підтримують протоколи безпеки. Наприклад, пристрої для відкриття дверей, бездротові дверні дзвінки – це приклади пристроїв, до яких може легко доступитись хтось, хто їде по вулиці за допомогою комп'ютера чи іншого передавача Wi-Fi.

Другий найбільш уразливий: «Пристрої всередині дому, якими можна керувати за допомогою програми зі смартфона або ПК, наприклад, розумні лампочки, розумні вимикачі, камери безпеки, радіо няні, розумні дверні замки, розумні термостати та персональні домашні помічники, », - каже доктор Анвар. «Ці пристрої покладаються на слабкі маркери безпеки і можуть бути зламані через слабкі місця у використовуваних протоколах зв'язку, налаштуваннях конфігурації або вразливих точках входу, залишених постачальником для обслуговування» [13].

Менша ймовірність нападу на побутову техніку. Хакери зазвичай шукають щось цінне, наприклад паролі або банківську інформацію. А зламати вони можуть теплицю з квітами, бо ймовірність, що користувачі розумної теплиці не змінять паролі, або не вживатимуть інших запобіжних заходів для захисту пристрою.

Роботу по безпеці розумного будинка потрібно вести на трьох рівнях, представлених на (рис. 3.20.)

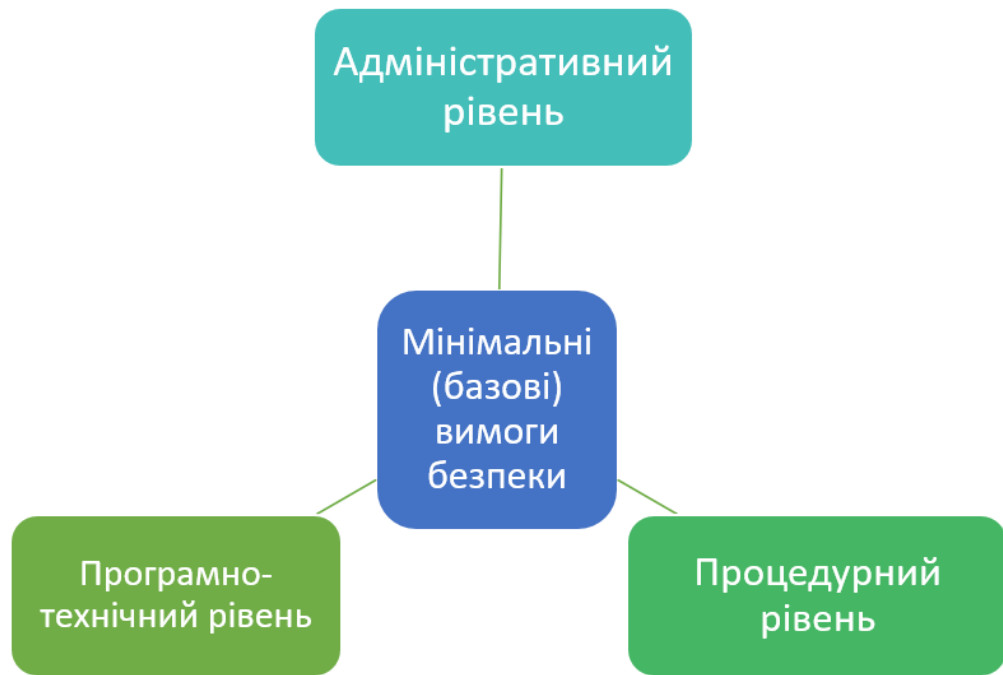


Рисунок 3.20. Рівні мінімальних вимог безпеки

В роботі розроблена схема мінімальних вимог безпеки системи розумного будинка і представлена на (рис. 3.21.) та додатку В



Рисунок 3.21. Схема мінімальних вимог безпеки

Отже, доступ до мережі стає шляхом, щоб скомпрометувати механізми контролю та отримати доступ до більш цінних цілей. При цьому зловмисники можуть вимкнути камери безпеки або системи сигналізації. Можуть отримати повний доступ, через те, що скомпрометована та незахищена домашня мережа відкриває двері для злому, крадіжки особистих даних, порушення конфіденційності. Показники рівня порушень безпеки невідомі, бо виробники не поширюють цю інформацію, і вона не підпадає під компетенцію жодного конкретного регулюючого органу. Але доказів порушень стає все більше. Шахраї крадуть особисті дані, вони постійно вдосконалюють свої методи разом зі зміною технологій.

Багато виробників створюють пристрої, до яких легко отримати доступ, не вимагаючи авторизації та аутентифікації.

Кілька заходів безпеки, які допомагають захистити домашні пристрої.

Потрібно завжди купувати пристрої у надійного виробника.

Потрібно зважувати вразливі місця та переваги. Адже, наша розумна домашня мережа — це власна невелика IT-інфраструктура. При проектуванні та впровадженні мережі розумного дому необхідно зважити важливість кожного компонента та ризик його використання.

Потрібно планувати безпечну мережу Wi-Fi. Головним фокусом, для початку, має бути шлюз до Інтернету та функції Wi-Fi. Якісний маршрутизатор має функції безпеки, які за умови правильного налаштування забезпечать з'єднання з Інтернетом та допоможуть захистити ваші пристрої Інтернету речей.

Перше, що потрібно зробити, це змінити назву мережі на маршрутизаторі, використовуючи нове ім'я, і змінити пароль за замовчуванням на надійний, використовуючи сильну та складну комбінацію.

Потрібно створювати відокремлені мережі. Також корисно створити окрему мережу для розумної домашньої мережі, ніж та, яку використовуємо для персональних пристроїв, таких як планшети та телефони. Концепція

полягає в тому, щоб відокремити розумний будинок від мережі, яку ви використовуєте для банківських та інших завдань в Інтернеті. Інша відокремлена мережа повинна бути доступна для гостей.

Потрібно зробити наголос на надійній політиці паролів. Більшість пристроїв IoT використовують старомодну схему паролів, тому важливо завжди використовувати надійні паролі на кожному пристрої. Перше, що потрібно зробити з будь-яким новим пристроєм, це змінити пароль за замовчуванням. Менеджер паролів, такий як LastPass або Dashlane, може допомогти запам'ятати їх. Dashlane також має корисну функцію, яку можна використовувати для створення супер безпечних паролів[13].

Потрібно зареєструвати всі пристрої виробника та оновлювати прошивку. Виробники випускають оновлення програмного забезпечення, які усувають виявлені вразливості. Під час встановлення програм, пов'язаних з новими пристроями, ніколи не надавати дозволи програмам, які не є абсолютно необхідними.

Потрібно звертатися за консультаціями до професіоналів з проектування та встановлення. Адже, потрібно багато знати про мережі, пристрої та пов'язані програми, щоб забезпечити їх безпеку в складній інфраструктурі розумного дому.

Потрібно вимикати або відключать пристрої, які не використовуються. Відключені пристрої недоступні для хакерів.

Перш ніж утилізувати або продати пристрій, потрібно залишити заводські налаштування за замовчуванням. Потрібно завжди повністю очищати всі дані на пристроях, скинувши їх до заводських налаштувань. Підсумовуючи все вищесказане, розроблено чек-лист перевірки безпеки системи та представлено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1– Чек-лист перевірки безпеки Smart Home

	Контрольний параметр	Виконано	Не виконано
1	Встановити блокування екрана на смартфоні	v	
2	Поставити паролі на всі комп'ютери та мобільні пристрої	v	
3	Надійність пароля перевірено	v	
4	Змінити ім'я користувача та пароль, задані за замовчанням на роутері	v	
5	Для захисту Wi-Fi використано протокол шифрування WPA	v	
6	Встановлено антивірус або пакет - рішення для захисту всього розумного будинку від кіберзагроз	v	
7	Встановлено актуальні виправлення безпеки та оновлення	v	
8	Здійснити фізичну безпеку усіх приладів	v	
9	Якщо публічний Wi-Fi, завжди включати VPN (Virtual Private Network)	v	
10	Змінити усі паролі, встановлені за замовчанням	v	
11	Змінювати паролі раз на півроку	v	
12	Якщо пристрої керуються голосом поміняйте фразу активації	v	
13	Перш ніж придбати новий пристрій, знайдіть інформацію про його рівень безпеки. Повинні бути регулярні оновлення прошивки	v	
14	Перед покупкою пристрою ознайомтеся з політикою конфіденційності	v	
15	Якщо не збираєтеся користуватися голосовою активацією, вимкніть мікрофон	v	
16	Оновлювати пристрої за допомогою автоматичного оновлення або вручну	v	
17	Вимкніть Universal Plug & Play (UPnP)	v	
18	Перевірте дозволи додатків. Всі програми, які вимагають дозволу на зміну налаштувань роутера, є потенційною загрозою безпеці.	v	
19	При використанні хмарних технологій, подбайте про захист конфіденційності та збереження ваших даних	v	
20	Купуйте пристрої відомих виробників з гарною репутацією	v	
21	При продажу та утилізації скидайте налаштування до заводських	v	

3.4. Висновки після третього розділу

1. Розроблено архітектуру, що включає програмні та апаратні компоненти, відмінною особливістю якої є гнучкість та масштабованість системи.
2. Розроблено програмно-апаратний комплекс розумного будинку що реалізує запропоновану архітектуру.
3. Розроблено алгоритми функціонування системи управління та системи контролю, що дозволяють віддалено у реальному часі контролювати та керувати програмно-апаратним комплексом.
4. Результати тестування показали, що розроблена система відповідає вимогам технічного завдання.
5. Проведено аналіз захищеності інформації та методів і способів для кіберзахисту.
6. Створено чек-лист перевірки безпеки системи Smart Home.

РОЗДІЛ 4. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІОТ-РІШЕННЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ

4.1. Створення інтерфейсу в Arduino IoT Cloud та розробка програмного додатку

На даному етапі демонструється розробка та впровадження інтерфейсу з цифровим керуванням між різними датчиками та мікропроцесором Arduino. Ця система може здійснювати підключення через мережу, а також надсилати та отримувати дані в систему спостереження. Крім того, вона має функцію віддаленого керування системою за допомогою веб-інтерфейсу.

Нещодавно спільнота Arduino запустила свою платформу ІоТ під назвою Arduino IoT Cloud. Arduino IoT Cloud забезпечує комплексне рішення, яке полегшує створення пов'язаних проектів для виробників, ентузіастів Інтернету речей і професіоналів від початку до кінця. Платформа дозволяє використовувати різні методи взаємодії, включаючи HTTP REST API, MQTT, інструменти командного рядка, Javascript і WebSockets. Надає можливість підключити кілька пристроїв один до одного і дозволити їм обмінюватися даними в реальному часі. Також з'являється можливість контролювати дані з будь-якого місця за допомогою інтерфейсу користувача. Переглянути документацію можна на сайті [14].

Налаштуємо інформаційну панель Arduino IoT Cloud, як показано на (рис. 4.1.). Для цього необхідно перейти за посиланням Arduino Digital Store[15].

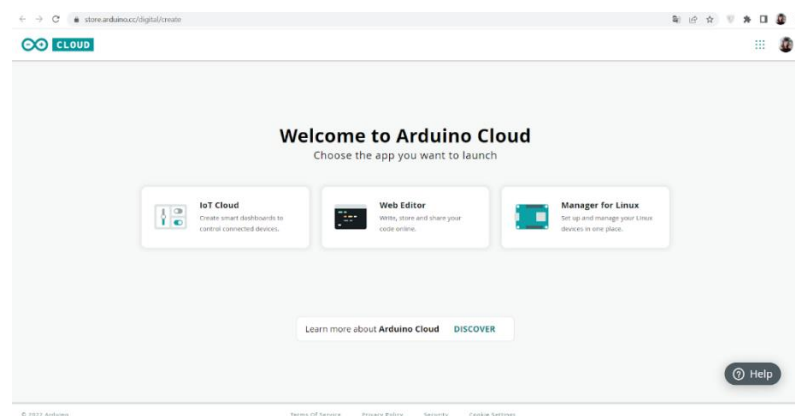


Рисунок 4.1. Інформаційна панель

Далі необхідно створити обліковий запис Arduino. Натискаємо на IoT Cloud. Перед нами панель інструментів, де потрібно все налаштувати.

Налаштуємо пристрій, як показано на (рис. 4.2.). Зі списку обираємо плату ESP8266. І з моделі обираємо свій тип WeMos D1 R1.

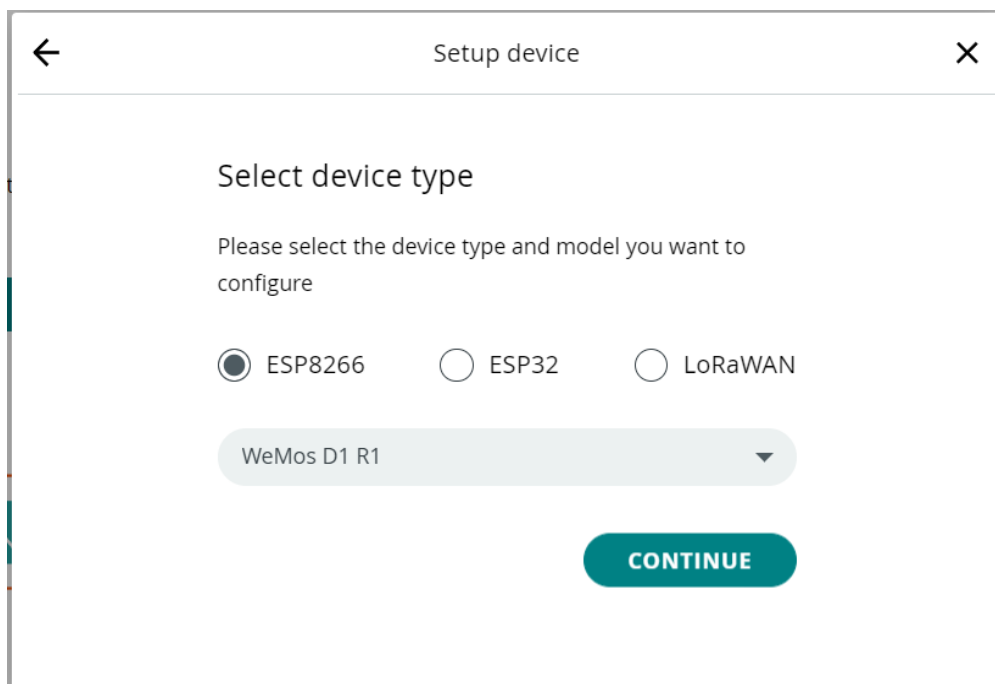


Рисунок 4.2. Вибір плати при налаштуванні інтерфейсу

Налаштовуємо мережу. Введемо тут SSID, пароль і секретний ключ WiFi, як показано на (рис. 4.3.)

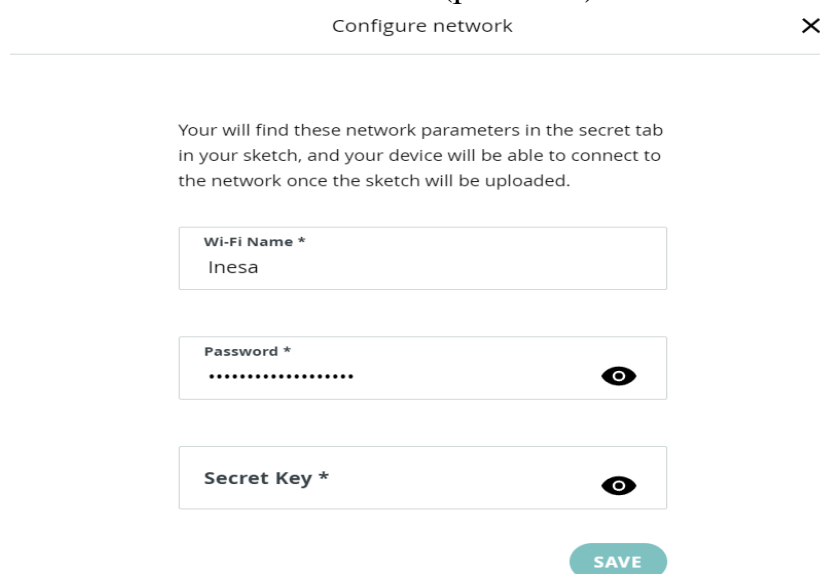


Рисунок 4.3. Вибір пароля та секретного ключа

Для забезпечення передачі даних від датчиків і виводу їх на дашбордах необхідно створити змінні у вкладці налаштувань. Безкоштовна версія Arduino IoT Cloud дозволяє користувачам створити до 5 змінних. Це показано на (рис. 4.4.).

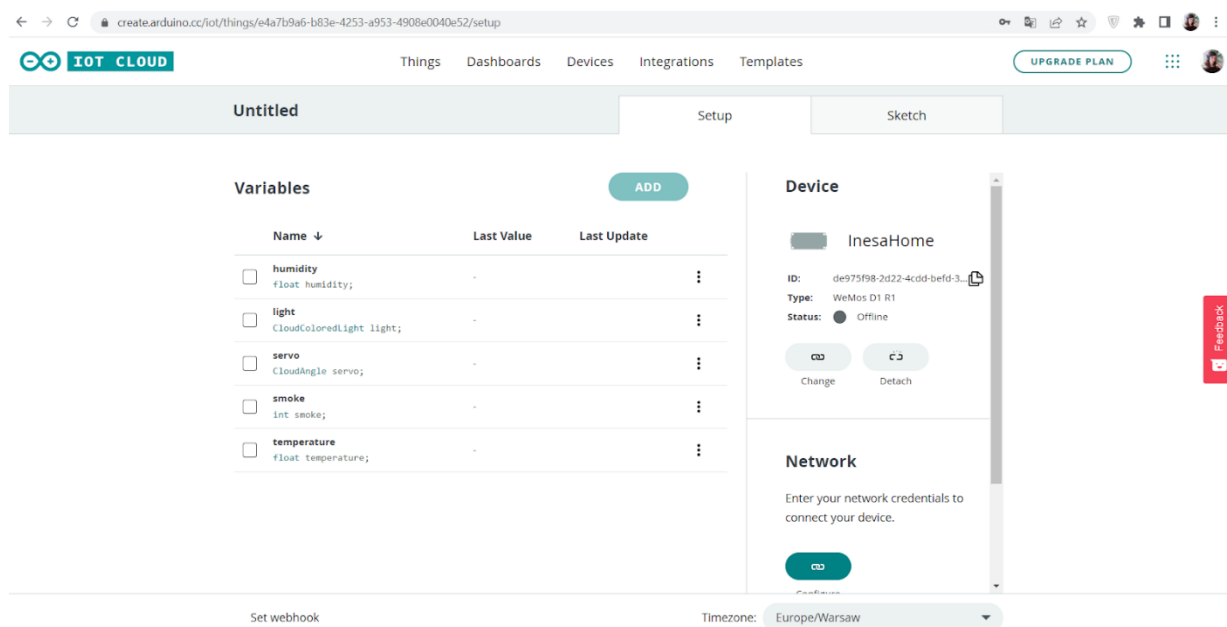


Рисунок 4.4. Створення змінних при налаштуванні дашбордів

Створимо змінні для показників температури, вологості, задимленості повітря, освітленості, а також повороту кута серводвигуна. Окрім стандартних типів змінних тут ми можемо створити змінні спеціальних хмарних Cloud типів.

Перейдемо у меню дашбордів. Тут можна спроектувати інтерфейс обравши віджети потрібного типу. Додаємо нові віджети у робочу область, як показано на (рис. 4.5.).

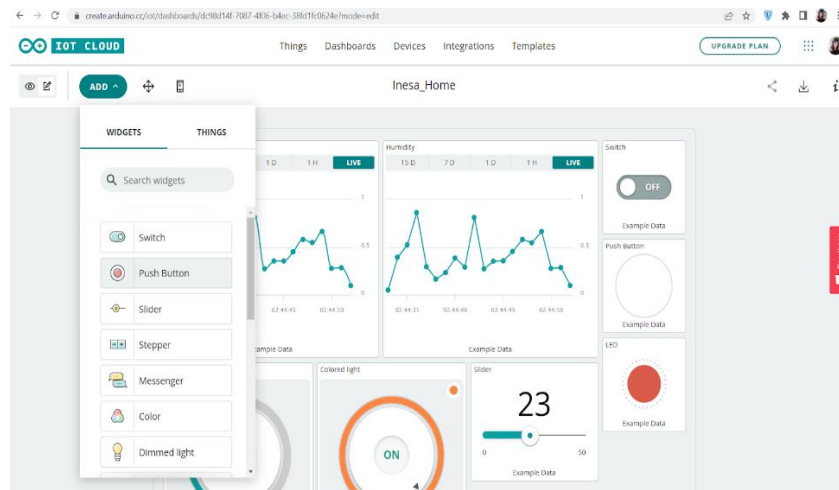


Рисунок 4.5. Процес створення дашбордів

У налаштуваннях кожного віджету можна прилінкувати до нього раніше створену змінну. Це представлено на (рис. 4.6.)

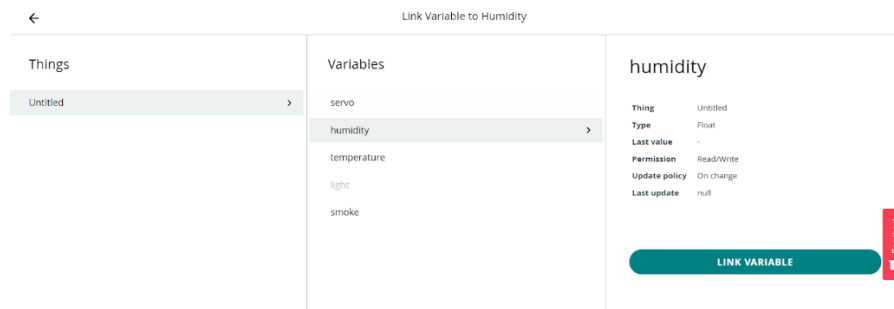


Рисунок 4.6. Лінкування змінних

Спроектуюмо інтерфейс відповідно до програми і прилінкуємо до дашбордів змінні з даними датчиків, як показано на (рис. 4.7.)

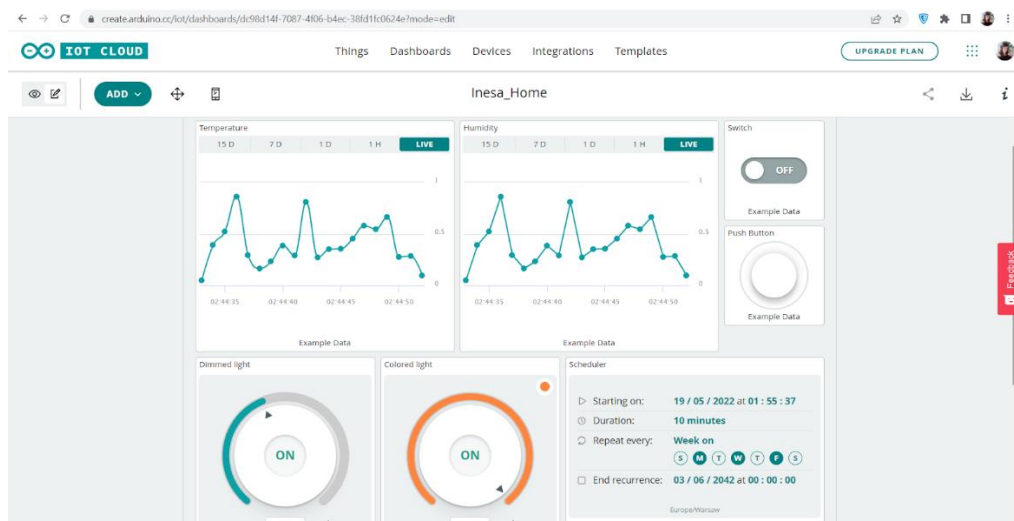


Рисунок 4.7. Готовий вигляд дашборду

Проведемо тестування Arduino IoT Cloud ESP8266. Завантажмо код і відкриємо монітор. На моніторі можна побачити, що з'єднання MQTT встановлено, пристрій підключено до мережі WiFi. Він також відображає значення отримані з датчиків. Таким чином, ми можемо у реальному часі моніторити показники і здійснювати керування системою.

Окрім браузера функціонал Arduino IOT Cloud доступний для Android та IOS девайсів. Встановивши застосунок можна керувати системою зі смартфона. Це представлено на (рис. 4.8.).

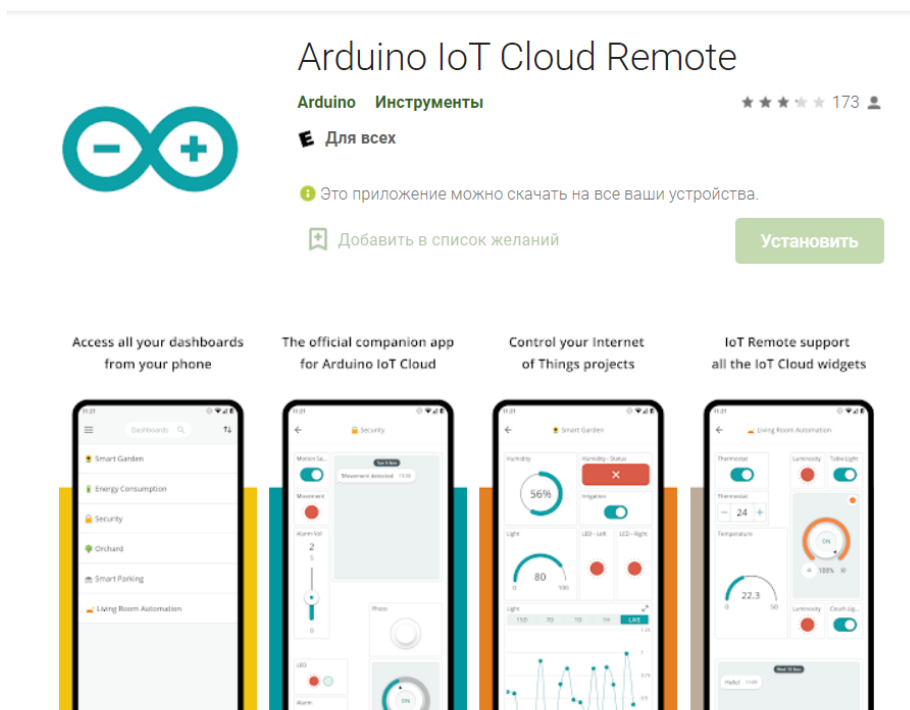


Рисунок 4.8. Вигляд дизайну на смартфоні

Алгоритм роботи моделі моніторингу приміщення показаний на (рис. 4.9.) на основі даних з IoT дозволяє контролювати параметри, які виходять за межі відповідно до обраного режиму, регулює температуру і вологість в приміщенні.

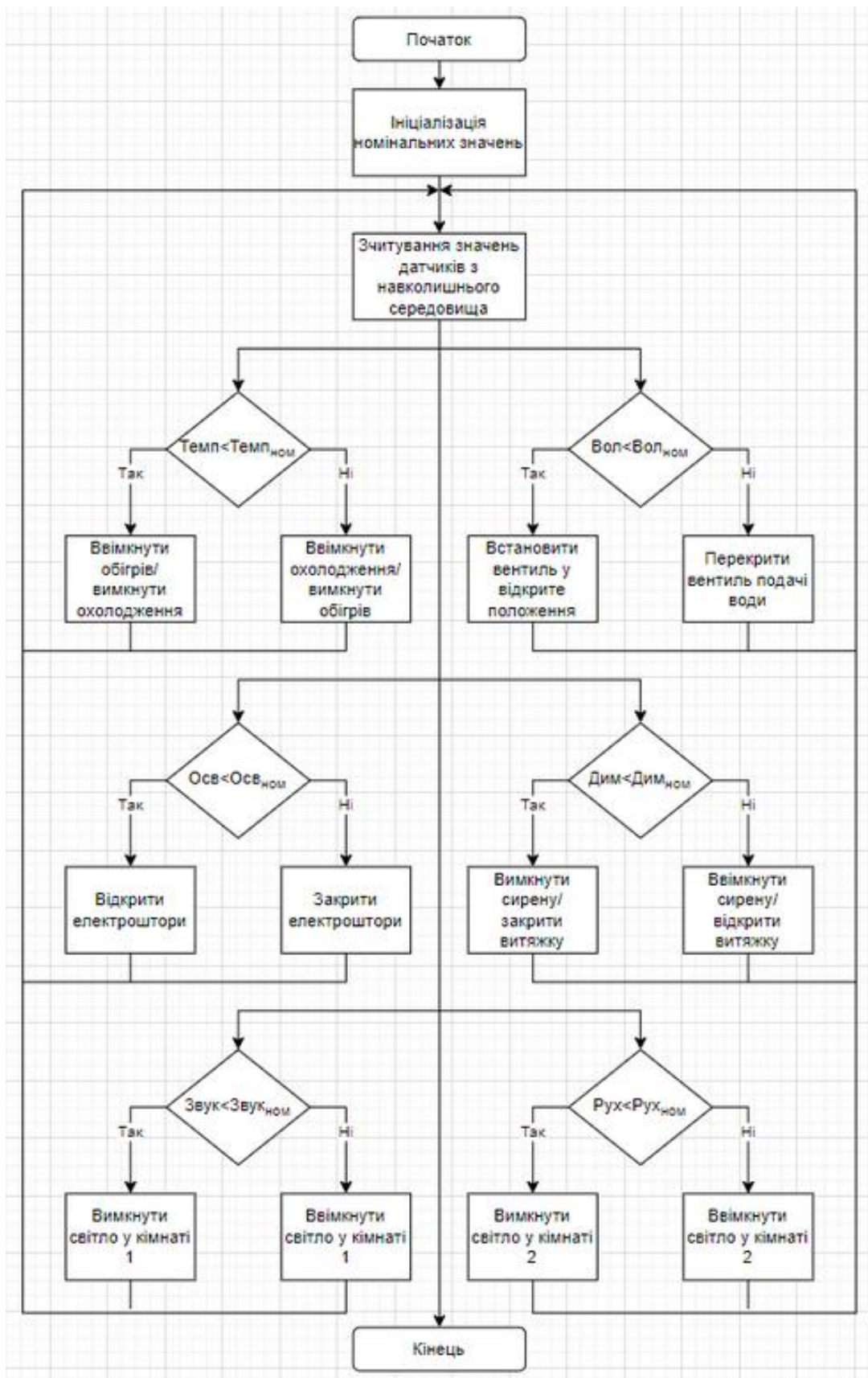


Рисунок 4.9. Блок-схема алгоритму керування будинком

Програми Arduino пишуться на мові програмування C або C++. Середовище розробки Arduino поставляється разом із бібліотекою програм, яка називається Wiring, дозволяє робити багато стандартних операцій вводу/виводу набагато простішими. Необхідно визначити лише дві функції, для того щоб створити програму, яка буде працювати за принципом циклічного виконання:

- `setup()`: функція виконується лише раз при старті програми та дозволяє задати початкові параметри;
- `loop()`: функція виконується періодично доки плата не буде вимкнена.

Як я вже зазначала, мова програмування пристроїв Ардуіно базується на C/C++ і сумісна з бібліотекою AVRLibc . Вона дуже проста у використанні, є зручним способом програмування пристроїв на мікроконтролерах. Відповідає всім вимогам:

1. Кросплатформова.
2. Безкоштовна.
3. Відкритий вихідний код.
4. Просте встановлення та налаштування.
5. Безліч різноманітних бібліотек, що розширюють функціонал.

Довідник мови Ардуіно

Мова Arduino поділяється на чотири розділи – оператори, дані (змінні та константи) функції та бібліотеки [11].

Напишемо програму для керування нашим пристроєм :

Програмний додаток представлено в додатку В магістерської роботи.

Також в роботі в Додатку Г представлено програмний код керування маніпулятором, який може виконувати функції допомоги літнім людям.

4.2. Програмування роботи датчиків

Цифровий датчик вологості та температури.

Для написання програмного коду необхідно завантажити бібліотеку DHT.

Наступний скетч показує як застосовується бібліотека для виведення показників датчика.

```
#include <dht.h>
dht DHT;
#define DHT11_PIN 7

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
  int chk = DHT.read11(DHT11_PIN);
  Serial.print("Temperature = ");
  Serial.println(DHT.temperature);
  Serial.print("Humidity = ");
  Serial.println(DHT.humidity);
  delay(1000);
}
```

Цифровий датчик освітленості.

Тепер напишемо скетч для запалення світлодіоду залежно від показників датчика освітлення.

```
int ledPin = 13;
int inPin = 7;
int val = 0;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  pinMode(inPin, INPUT);
}
void loop() {
  val = digitalRead(inPin);
  if(val==0){
    digitalWrite(ledPin, val);
    delay(1000);|
  }
  Serial.print(val);
}
```

Цифровий датчик газу та диму.

Напишемо скетч для перевірки рівня диму:

```

const int sensorPin= 0; //датчик
const int ledPin= 8; //світлодіод
int smoke_level; //рівень диму

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(sensorPin, INPUT);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}
void loop() {
  smoke_level= analogRead(sensorPin); // зчитуємо рівень диму
  Serial.println(smoke_level);
  if(smoke_level > 200){ // перевіримо чи допустимий рівень диму
    digitalWrite(ledPin, HIGH); // якщо ні, запалимо світлодіод
  }
  else{
    digitalWrite(ledPin, LOW);
  }
}

```

Сенсорний датчик.

```

#define ctsPin 2 // сенсорний датчик
int ledPin = 13; // світлодіод
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  pinMode(ctsPin, INPUT);
}
void loop() {
  int scale = digitalRead(ctsPin);
  if (ctsValue == HIGH){
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
    Serial.println("TOUCHED");
  } else{
    digitalWrite(ledPin, LOW);
    Serial.println("not touched");
  }
  delay(500);
}

```

Модуль з годинником реального часу.

Для роботи з датчиком необхідно підключити бібліотеки DS3231 та Wire.

```

#include <DS3231.h>

#include <Wire.h>
DS3231 Clock;
bool Century=false;
bool h12;
bool PM;
byte ADay, AHour, AMinute, ASecond, ABits;
bool ADy, A12h, Apm;
byte year, month, date, DoW, hour, minute, second;
void setup() {
Wire.begin();
  Clock.setSecond(50);
  Clock.setMinute(59);
  Clock.setHour(11);
  Clock.setDoW(5);
  Clock.setDate(12);
  Clock.setMonth(4);
  Clock.setYear(17);
Serial.begin(9600);
}
void ReadDS3231()
{
  int second,minute,hour,date,month,year,temperature;
  second=Clock.getSecond();
  minute=Clock.getMinute();
  hour=Clock.getHour(h12, PM);
  date=Clock.getDate();
  month=Clock.getMonth(Century);
  year=Clock.getYear();
  temperature=Clock.getTemperature();

  Serial.print("20");
  Serial.print(year,DEC);
  Serial.print('-');
  Serial.print(month,DEC);
  Serial.print('-');
  Serial.print(date,DEC);
  Serial.print(' ');
  Serial.print(hour,DEC);
  Serial.print(':');
  Serial.print(minute,DEC);
  Serial.print(':');
  Serial.print(second,DEC);
  Serial.print('\n');
  Serial.print("Temperature=");
  Serial.print(temperature);
  Serial.print('\n');
}
void loop() {ReadDS3231();delay(1000);
}

```

Перший крок, який було мною зроблено в бік технологій інтернет речей відбувся в далекому 2013 році. Після навчання я приходила додому і дуже хотіла відпочити. Батьки та друзі постійно турбували мене. І тоді я придумала систему, яка б фіксувала за допомогою датчика руху мій «засинаючий» стан і відсилала повідомлення у Twitter. І хоча ця технологія трохи застаріла, я все ж хотіла б залишити її на сторінках цієї роботи.

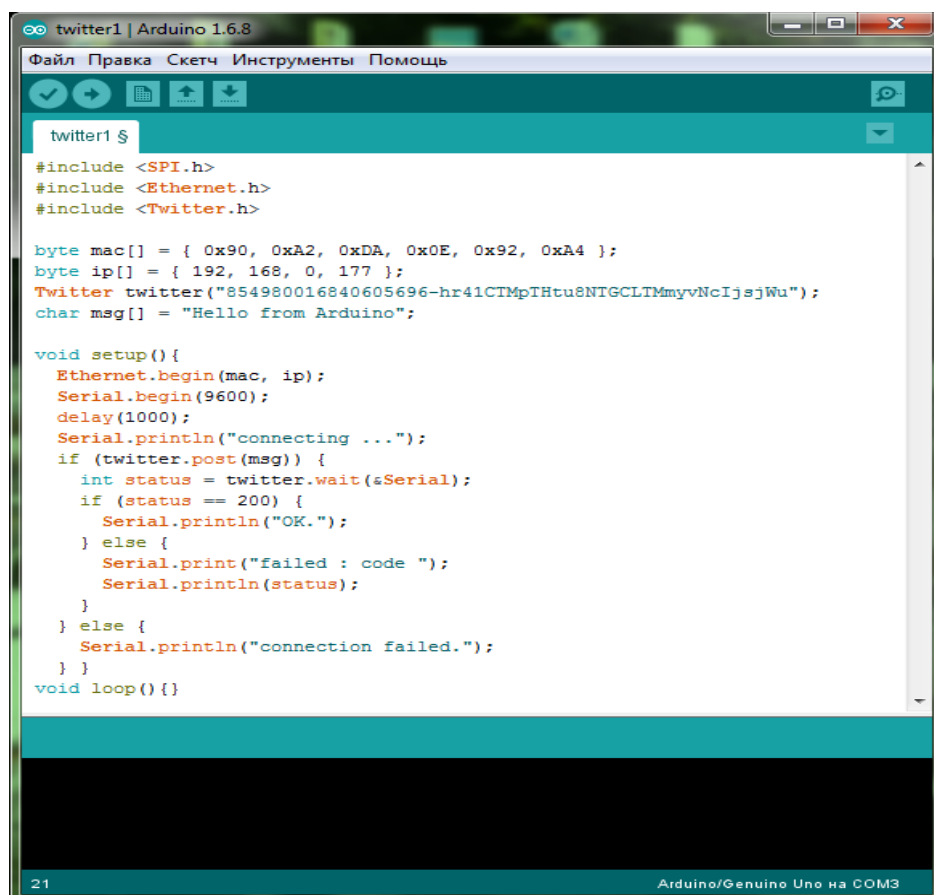
Розробимо відправку повідомлень системою у Twitter.

Крок 1: Підключимо Arduino UNO до Ethernet плати розширення.

Крок 2: Підключимо Arduino до комп'ютера за допомогою кабелю USB і підключити Ethernet плату до мережі за допомогою RJ-45 кабелю.

Крок 3: Напишемо код, який представлено на (рис. 4.10.)

Ми можемо використовувати приклад TwitterClient в бібліотеці Ethernet, але я пропоную іншу просту бібліотеку, яка є Twitter бібліотекою.

The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. The window title is "twitter1 | Arduino 1.6.8". The menu bar includes "Файл", "Правка", "Скетч", "Инструменты", and "Помощь". The code editor contains the following C++ code:

```
twitter1 $
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include <Twitter.h>

byte mac[] = { 0x90, 0xA2, 0xDA, 0x0E, 0x92, 0xA4 };
byte ip[] = { 192, 168, 0, 177 };
Twitter twitter("854980016840605696-hr41CTMpTHtu8NTGCLTMmyvNcIjsjWu");
char msg[] = "Hello from Arduino";

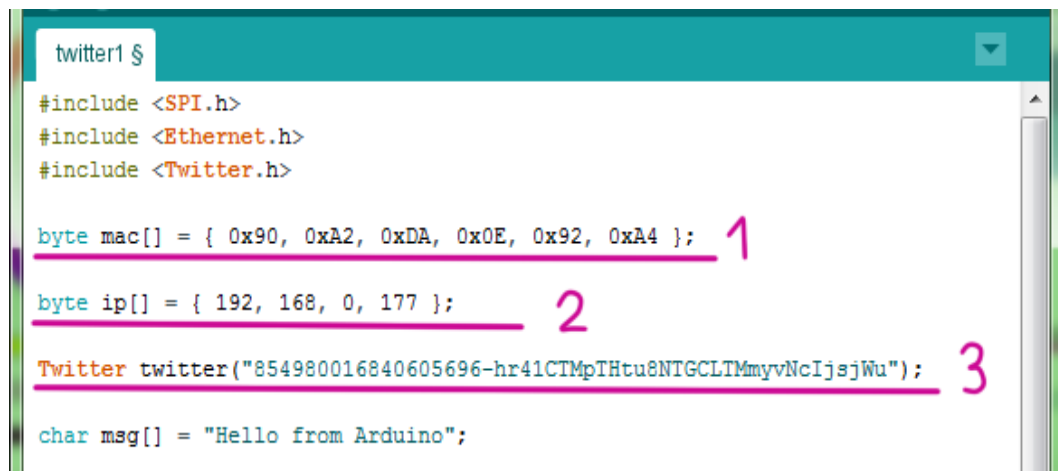
void setup() {
  Ethernet.begin(mac, ip);
  Serial.begin(9600);
  delay(1000);
  Serial.println("connecting ...");
  if (twitter.post(msg)) {
    int status = twitter.wait(&Serial);
    if (status == 200) {
      Serial.println("OK.");
    } else {
      Serial.print("failed : code ");
      Serial.println(status);
    }
  } else {
    Serial.println("connection failed.");
  }
}

void loop() {}
```

The status bar at the bottom indicates "21" and "Arduino/Genuino Uno на COM3".

Рисунок 4.10. Програмний код для підключення у Twitter

Крок 4: Завантажимо та встановимо Twitter Бібліотеку за цим посиланням <http://playground.arduino.cc/uploads/Code/Library-Twitter-1.3.zip> Крок 6: Налаштування Ethernet плати для мережі Інтернет показано на (рис. 4.11.).



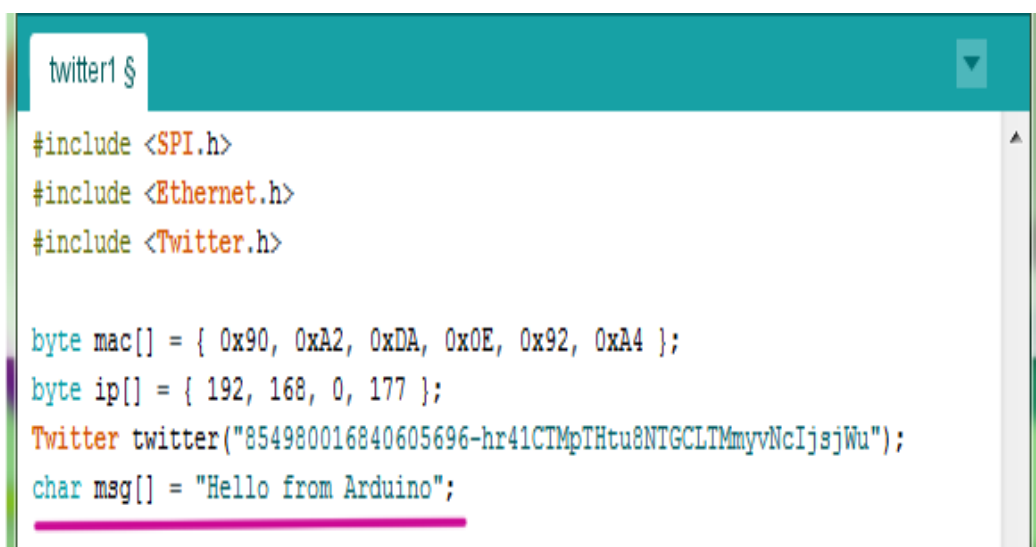
```
twitter1 $
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include <Twitter.h>

byte mac[] = { 0x90, 0xA2, 0xDA, 0x0E, 0x92, 0xA4 };
byte ip[] = { 192, 168, 0, 177 };
Twitter twitter("854980016840605696-hr41CTMpTHtu8NTGCLTMmyvNcIjsjWu");
char msg[] = "Hello from Arduino";
```

Рисунок 4.11. Налаштування Ethernet плати

1. Змінюємо Mac адресу (ви знайдете свою MAC-адресу на задній стороні плати).
2. Змінюємо IP-адресу на нашу.
3. Створимо свій маркер Twitter, щоб відправити повідомлення за допомогою OAuth.
<http://arduino-tweet.appspot.com/oauth/twitter/login>

Крок 7: Введемо своє повідомлення на (рис. 4.12.).



```
twitter1 $
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include <Twitter.h>

byte mac[] = { 0x90, 0xA2, 0xDA, 0x0E, 0x92, 0xA4 };
byte ip[] = { 192, 168, 0, 177 };
Twitter twitter("854980016840605696-hr41CTMpTHtu8NTGCLTMmyvNcIjsjWu");
char msg[] = "Hello from Arduino";
```

Рисунок 4.12. Процес створення повідомлення в Twitter

Крок 8: Завантажимо свій скетч.

Тепер перевіримо аккаунт в Twitter, і знайдемо свій новий статус, як показано на (рис. 4.13.)

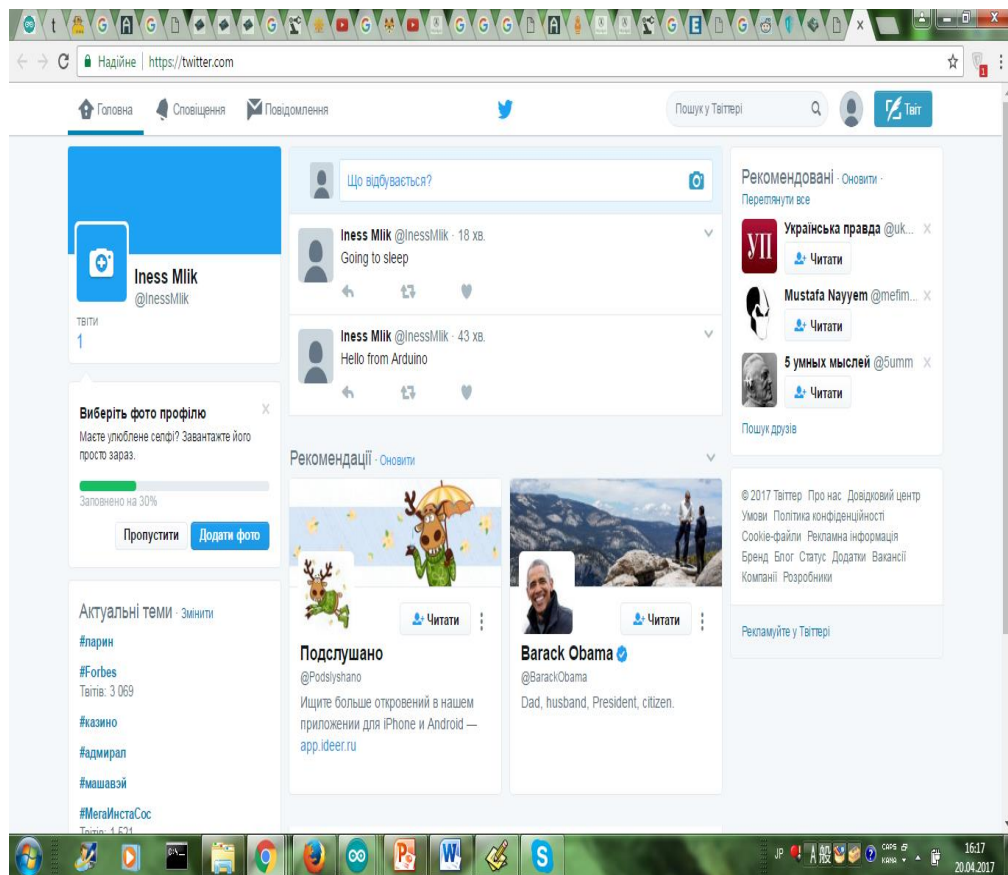


Рисунок 4.13. Відображення запису в Twitter

4.3. Визначення економічних показників собівартості ІОТ пристрою

Щоб визначити, чи буде проект ІОТ достатньо привабливим по ціні та чи буде він достатньо конкурентним на ринку, потрібно розрахувати витрати по його собівартості. Витрати, що включаються до собівартості продукції, прийнято групувати за такими елементами:

- матеріальні витрати;
- витрати на оплату праці;
- відрахування на соціальні внески;
- амортизація основних засобів та нематеріальних активів;
- інші витрати.

Загальну суму витрат на собівартість продукції за економічними елементами визначають за формулою (5.1):

$$СП= VM+VЗ+BC+AM+VI, \quad (5.1)$$

де СП - собівартість продукту;

VM - витрати на сировину і матеріали;

VЗ - витрати по заробітній платі;

BC - відрахування на соціальні внески;

AM – амортизація;

VI - інші операційні витрати.

Контроль показників собівартості дозволить проводити цілеспрямовану політику покращення економічних показників підприємства.

Аналізуючи формулу, приведену вище, можемо зазначити, що амортизація, наприклад, залежить від вартості основних засобів та періоду амортизації і визначається згідно норм амортизації та закону про податковий та бухгалтерський облік України.

Витрати на сировину та матеріали залежать від закупівельних цін, можуть здійснюватися з зовнішніх ринків або виготовлятися чи збиратися на внутрішніх підприємствах.

В наступному пункті варто докладно зупинитися на сталій величині, яку можна і потрібно передбачити у розрахунках собівартості. Це розрахунок заробітної плати та соціальних виплат на ІТ підприємствах.

Взагалі, в ІТ підприємствах заробітна плата є одним з важливіших і найбільших за вагою елементом собівартості продукції.

Витрати на оплату праці та соціальні внески.

Отож, наразі стан справ з виплатами та нарахуваннями заробітних плат в ІТ такий:

1. Виплачують “конвертом” і оформлюють по трудовій книжці з мінімальною заробітною платою.
2. Оформлення працівників приватними підприємцями.
3. Оформлення по трудовій книжці і всю зарплату виплачують офіційно.

Перший пункт розглядати не буду, він порушує закони України та має бути викорінений з діяльності, як незаконний.

Розглянемо інші два. Отже, оформлення ІТ працівника, як ФОП.

На момент написання дипломної роботи, ФОПи ІТ в Україні у більшості випадків працюють на 3 групі і сплачують 5% податку на прибуток[16]. Максимальний дохід – 1167 розмірів мінімальної заробітної плати, встановленої на 1 січня податкового року (в 2021 році – 7 002 000 гривень), також можуть співпрацювати з фізичними та юридичними особами без обмежень та надавати послуги нерезидентам. Це 5% з коштів, які зайшли на рахунок підприємця в податковому періоді. Або 3% + ПДВ. Додатково сплачується ЕСВ 22%, зазвичай, з мінімальної заробітної плати. Із січня по жовтень 2022 року діятиме мінімальна заробітна плата у розмірі – 1430,00 (6500,00 x 22%) – з 1 жовтня 2022 року – 1474,00 грн. (6700,00 x 22%). Плюси такого оподаткування для ФОП, те що ваші прибутки задекларовані і цілком легальні, якщо ви маєте справи з кількома компаніями, вам зручно укласти угоди з ними, декларувати прибутки та керувати рахунками, ви можете взяти кредит в банку також на підставі офіційних прибутків. З мінусів те, що при сплаті відрахувань в пенсійний фонд йдеться про суму не від усього прибутку, а тільки від мінімальної заробітної плати, тож в майбутньому ІТ спеціаліст не може розраховувати на гарні пенсійні виплати. Для компанії вигідні такі стосунки з ФОП, тому що вона платить за працівника мінімум податків і може платити більшу зарплату нетто.

Тепер розглянемо нарахування заробітної плати, коли всю її виплачують офіційно і оформлюють співробітника в штат по трудовій книжці. Такий спосіб нарахувань використовують зрідка, тому що він не вигідний компаніям, проте дуже вигідний працівнику, якому йде трудовий і страховий стаж, що впливає

на пенсійні перспективи, оплачуються на законних підставах лікарняні, декретні. Працівник захищений трудовим кодексом від нещасного випадка на роботі, від звільнення. Відрахування йдуть від всієї суми зарплати. Банки охоче видають кредити таким працівникам. Дохід офіційно задокументовано. В цьому випадку компанія змушена плати за працівника велику суму податків.

Давайте розберемось, які саме.

По-перше, це нарахування на заробітну плату ЄСВ – єдиний внесок на загальнообов’язкове державне соціальне страхування. Його сума нараховується на заробіток працівника «зверху» і повністю сплачується за рахунок роботодавця. $ЄСВ = зарплата \times 22\%$ (ставка ЄСВ), або 8,41% – для оплати праці працівників з інвалідністю. Особи з інвалідністю надають довідки та підтверджувальні документи.

По-друге, рахуємо відрахування: податок на доходи фізичних осіб (ПДФО-18%); військовий збір – 1,5%; інші утримання необов’язкові (аліменти, позики, борги, збитки, благодійні внески).

Приведу приклад розрахунку податків.

Припустимо, що середній спеціаліст з ІТ в штатному розписі має заробітну плату 80 000 грн на місяць. Розрахуємо : 1,5% від 80000,00 грн дорівнює 1200,00 грн. ПДФО 18,0% від 80000,00 дорівнює 14400,00 грн. Розрахуємо, залишок на руки 80000,00 мінус 14400,00 відняти 1200,00 дорівнює 64400,00 грн.

Нарахування “зверху” дорівнюють: 22,0% від 80000,00 грн. Отже, 17600,00 грн.

При виплаті чистої ЗП працівнику у сумі 64400,00 грн, загальні витрати обійдуться компанії на суму 97600,00 грн.

У перший же спосіб, при оформленні працівника, як ФОП при тій же сумі чистими “на руки” 64400 грн, працівник обійдеться компанії у 69295,00 грн ($69295,00 - 5\% - 1430,00 (ЄСВ) = 64400,00$ грн)

Такі розрахунки представлені на діаграмі (рис.4.14.).

Порівняння витрат по заробітній платі працівників на різних системах оподаткування

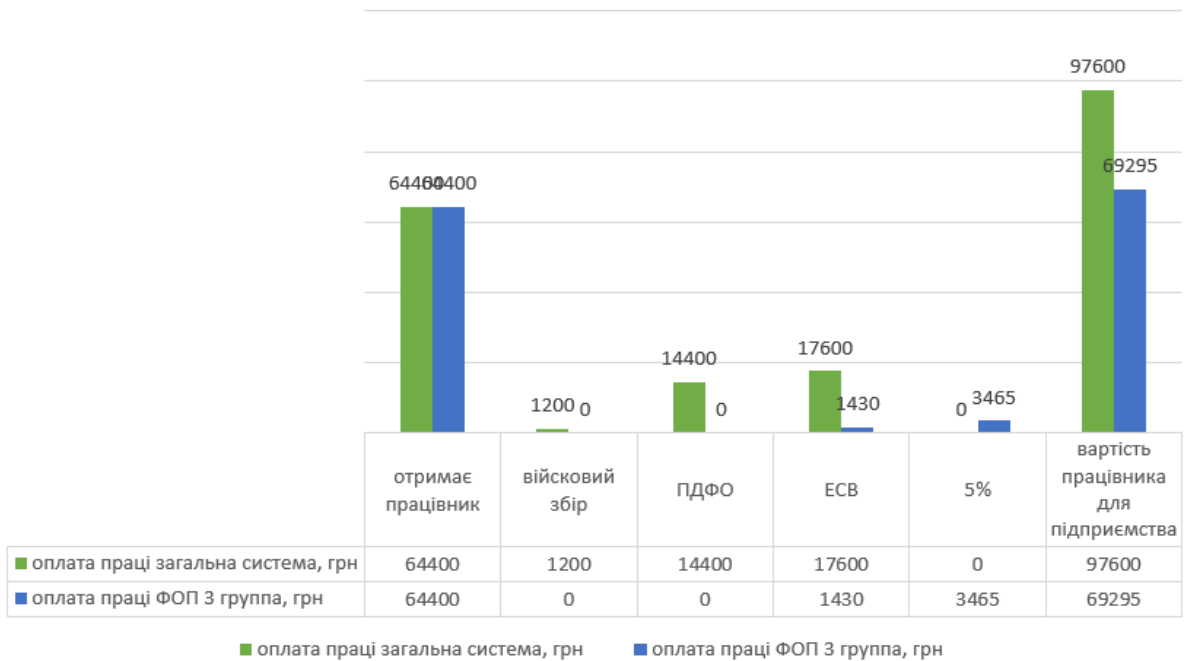


Рисунок 4.14. Порівняння витрат по заробітній платі в 2022 році

Отже, різниця між штатним працівником і ФОПом $97600 - 69295 = 28305$ грн. І це лише за місяць і тільки на одного працівника.

А якщо працівників майже 1000 осіб, то сума на рік економії $28305 \text{ грн} \times 1000 \text{ осіб} \times 12 \text{ місяців} = 339660000$ грн. Майже 340 млн. грн на рік економії для компанії та недоотриманих податків до бюджету України. Таким чином, наша країна заохочує розвиток ІТ сектору. Погодьтеся, це висока ціна! Показано на (рис. 4.15.).

Оплата на різних системах оподаткування

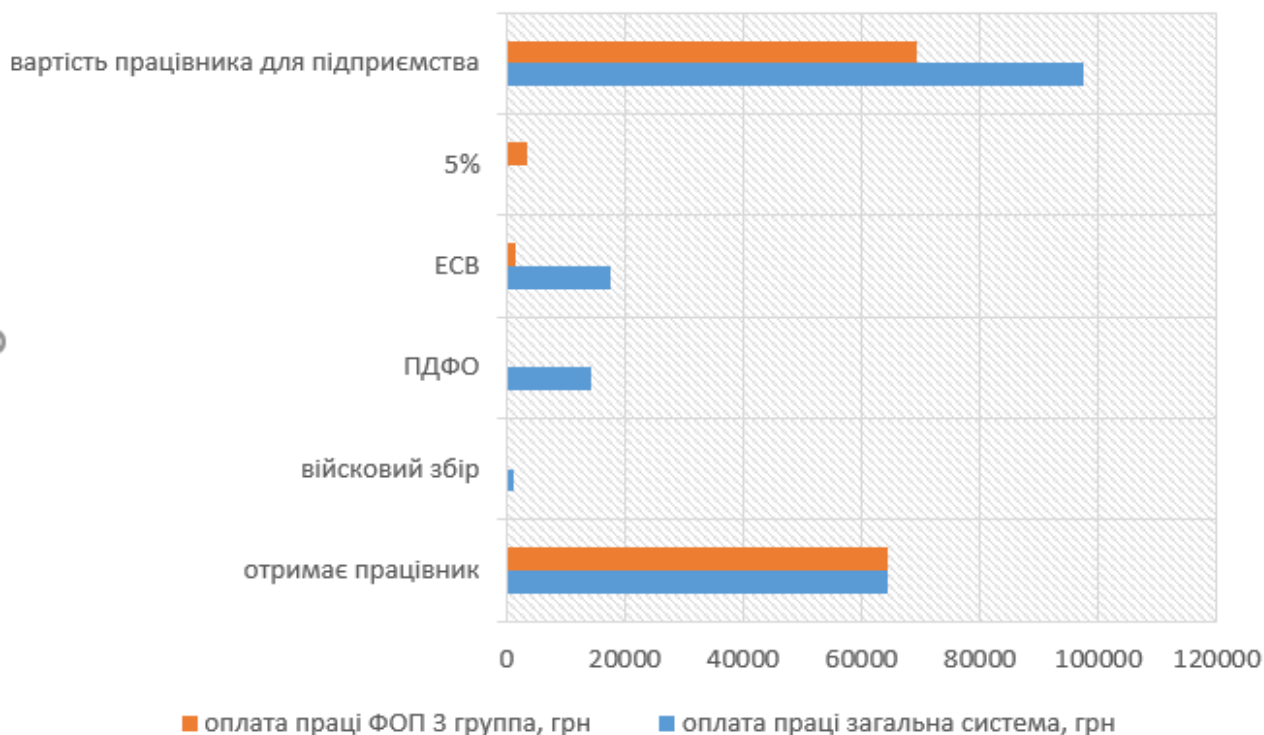


Рисунок 4.15. Оплата на різних системах оподаткування в 2022 році

З іншого боку, послуги ІТівців, це лише продаж “мізків”. Така діяльність не вичерпує природні ресурси з країни (як то ліс, вугль, гас) не призводить до екологічного забруднення земель, як при вирощуванні аграрної продукції. Натомість, у більшості випадків продаж послуг ІТ спеціалістів на експорт це – надходження валюти. Тож, таке заохочення, шляхом зменшення податкового навантаження, має сенс і мету втримати ІТ спеціалістів в країні.

Як вже було зазначено раніше, зазвичай люди перетворюють свої будинки в «розумні», щоб зробити своє життя приємнішим. Іноді, ще й тому, що це просто престижно. Але буває, що власники таких будинків замислюються про те, як це може допомогти їм зробити побут не тільки зручнішим, але й практичним та економнішим. По-справжньому розумні будинки – ті, які дозволяють розумно витратити ресурси.

Проведемо приблизні розрахунки. Візьмемо ідеальні умови: освітлення в будинку контролюється датчиками руху і згасає рівно о 23:00, термостати підтримують температуру в 23 градуси. Вартість установки такої системи для 140 м2 під ключ в середньому становить близько 50 тисяч , з них приблизно

30%, 15 тисяч – вартість обладнання. Для освітлення будинку в 140м² потрібно приблизно потужність 1,5 кВт.

Ціна на електрику на даний момент 1,6 грн. за кВт · год. Припустимо, що без системи розумного будинку, світло горить у всьому будинку використовуючи всі лампи з 19:00 до 00:00, тобто 5 годин на день. Виходячи з цього - 5 кВт · год в день. $1,2 * 1,6 * 5 = 9,60$ грн у день. У рік отримуємо: $9,6 * 365 = 3504$ грн за освітлення.

Припустимо, що виключення всіх ламп в 23:00 і грамотний розподіл енергії дозволять нам скоротити час витрати енергії до 3 годин і використовувати в середньому на 40% менше енергії це дасть нам $1,2 * 1,6 * 3 = 5,76$ грн у день – приблизно 2102 грн на рік, щоб забезпечує лише 1402 грн економії на рік.

Тепер прорахуємо опалення. Економлячи на опаленні, будь то контроль за температурою, контроль за графіком роботи нагрівачів – можна заощадити ще близько 5 кВт · год в день, отже – ще 2920 грн в рік.

Підсумок: Сумарні 4322 грн економії на рік при початковій вартості в 50 тис. грн. означають близько 12 років окупності. А чи витримає система? Гарантія її якості навіть при найкращих умовах і найдешевших комплектуючих складе менше 10 років. Проста відповідь на питання «Чи допомагають розумні будинки економити в реальності?» – ні, не особливо. Де ж вихід? Саме це ми і робимо в даній роботі – шукаємо найдешевші шляхи для виконання наших завдань. Розглянемо більш позитивні приклади.

В наступному прикладі термін окупності подібної системи складає від 3 до 7 років, але з ростом цін на електроенергію та інші носії, цей час буде значно меншим.

Розрахуємо на прикладі економію витрат і терміни окупності системи. Вихідні дані: однокімнатна квартира, площею 70 м², де проживають три людини. Для початку розрахуємо розмір щомісячних платежів за комунальні послуги, як показано в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Розмір щомісячної плати за комунальні послуги

Вид послуг	Тариф	Об'єм	Розрахунок	Разом
Холодне водопостачання	14 грн / м ³	3 м ³ / ос	3*3*14	126 грн
Водовідведення	13 грн / м ³	5 м ³ / ос	3*3*13	195грн
Гаряче водопостачання	80 грн / м ³	2 м ³ / ос	80*2*3	480грн
Опалення	1884 грн/гкал	1,3 г кал	1,3*184	2450 грн
Електрика	1,68 грн/ кват	300к ват	1,68 *300	504 грн
Разом				3755 грн

Вартість створення інженерії «розумний будинок» для типових житлових об'єктів площею 60-80 м² становить 40 000 грн.

При цьому економія після встановлення системи Smart Home складає 20% від суми щомісячного платежу. А це 751 грн на місяць та 9012 грн на рік. Отже, за чотири з половиною роки установка обладнання повністю себе окупить.

Максимально прагматичні компанії типу ІКЕА, МЕТРО і Макдональдс встановлюють систему управління в усі свої будівлі. І роблять вони це ще на рівні будівництва, де про комфорт потрібно думати менше. Отже, такі правильно побудовані системи ще до здачі об'єкта приносять клієнту заощадженні кошти.

А от системи призначені для управління технікою і освітленням, які використовують дорогий дизайн вимикачів і не використовують датчиків, окупаються хіба що емоційно.

Найбільший потенціал економії представляє контроль енергоресурсів: система, яка керує бойлерами та підігрівом батареї та буде відключати подачу гарячої води, коли господарів немає вдома. Але при цьому керуючий процесор «знає», що господарі повертаються додому до 18:00 і включає обігрів будинку заздалегідь, щоб повітря та вода встигли погрітися до їх приходу. Така система може управляти не тільки обігрівом, але і електроживленням, відключаючи електроприлади, коли люди відсутні вдома.

Не варто забувати про те, що в разі пожежі, затоплення або будь-якого іншої події, встановлені гаджети допоможуть зберегти набагато більше своєї вартості: своєчасне оповіщення про початок пожежі або затоплення може допомогти встигнути врятувати свою власність – вчасно доїхати додому, дистанційно відключити електрику / воду, що допоможе зберегти майно, що в разі перевершує за вартістю установку системи розумного будинку.

Можливо, в недалекому майбутньому розумні будинки будуть насправді допомагати нам економити більше, але на даний момент це більше технології для комфорту, ніж економії.

Можна також поділити економічні вигоди, одержувані при використанні систем «розумний будинок» на дві частини: економія коштів і економія часу.

Економія коштів досягається за рахунок скорочення витрат на електроенергію та інші ресурси, які постійно дорожчають. Це приносить відчутний ефект.

Основними способами впливу на витрати електроенергії є:

1. Використання в проекті автоматизації більш сучасних джерел освітлення, з можливістю регулювання потужності світла в поєднанні з датчиками освітленості, які дозволять автоматично змінювати рівень освітленості в приміщенні, в залежності від часу доби і природної освітленості.

2. Якщо люди залишать приміщення використання датчиків присутності і руху забезпечить автоматичне вимикання джерел світла.

3. Автоматизація роботи різних кліматичних систем – забезпечення необхідного температурного режиму, коли автоматика сама вирішує, з допомогою яких систем можна досягти заданих умов найбільш економічно. Додатково це виключить можливі конфлікти між кількома системами, наприклад, кондиціонер і батарея. Це значно подовжить термін служби обладнання і заощадить кошти власника будівлі.

За умови грамотного проектування системи, за авторитетною думку фахівців та дослідями, можлива економія складає від 10 до 30 відсотків. Доведено, чим більший об'єкт і чим більше інженерних систем на ньому використовується, тим відсоток економії вищий.

В сучасному будинку окрім освітлення і кліматичного обладнання, використовуються складні інженерні системи: вентиляції, кондиціонування, котельного обладнання, обладнання для басейнів та багато іншого. Використання систем домашньої автоматизації дозволяє продовжити термін їх служби за рахунок своєчасного інформування про можливі неполадки. Використовуються системи звітності про роботу такого обладнання.

Можна звести до мінімуму наслідки непередбачених ситуацій, таких як – витік води, загоряння, або пограбування. Або навіть повністю запобігти, використовуючи можливості систем автоматизації. Датчики протікання води не тільки повідомлять про небезпеку, але і перекривають необхідні труби, додатково відправляють повідомлення на пошту або телефон господаря, або диспетчеру, для того щоб були вжито всіх необхідних заходів. Те ж саме з детекторами диму, та датчиками проникнення в будинок. Це все економить кошти.

Економія часу досягається шляхом використання різних сценаріїв, які представляють собою запрограмовану послідовність дій різних систем. Прикладом може бути сценарій «вимкнути все» – який перед відходом вимкне все освітлення і електроприлади, а також знеструмить розетки, за винятком

необхідних. Або ж сценарій «я вдома», який людина може запустити з допомогою телефону, прибуваючи до будинку. В результаті, в оселі до моменту приїзду буде включено базове освітлення, включено бойлер, забезпечено необхідний температурний режим.

На даний момент – вклястися грошима в «розумний будинок» – це зменшити витрати на проживання, заощадити на експлуатації, підвищити комфорт проживання і скоротити витрати на управління всіма зручностями та можливостями будинку.

4.4. Маркетинговий аналіз та перспективи розвитку галузі ІОТ пристроїв для «розумних» будинків

Які ж перспективи розвитку ринку «розумних» будинків? За даними StrategyAnalytics побудовано діаграми продажу автоматизованих систем на ринку Європи у 2020 році (рис.4.16.), (рис.4.17.), (рис. 4.18.). Звідки видно, що у 2019 році стрімкий ріст продажів «розумних» гаджетів, таких як розумний годинник, браслет. А в 2020-2021 роках, особливо під час карантину на Covid-19, обладунок оселі та створення Smart Home стало затребуваними. Цікаво, що дані StrategyAnalytics та створені у роботі діаграми цілком підтвердили мої власні дослідження та прогнози, проведені аналітичними методами під час спілкування та опитувань [17].

ОБСЯГ ПРОДАЖУ "РОЗУМНИХ" СИСТЕМ У 2020 РОЦІ

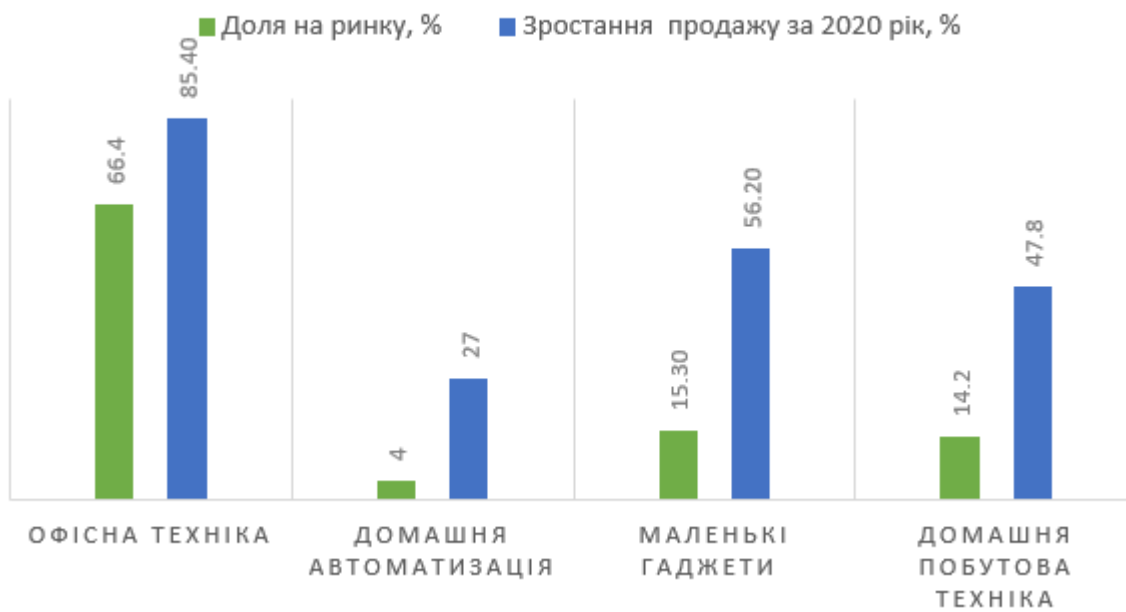


Рисунок 4.16. Обсяг продажу електронних систем у 2020 році



Рисунок 4.17. Обсяг продажу складових розумного будинку в 2020 році

ДОЛЯ НА РИНКУ ОСНОВНИХ ПРИСТРОЇВ "РОЗУМНОГО" БУДИНКУ 2020- 2025 РІК

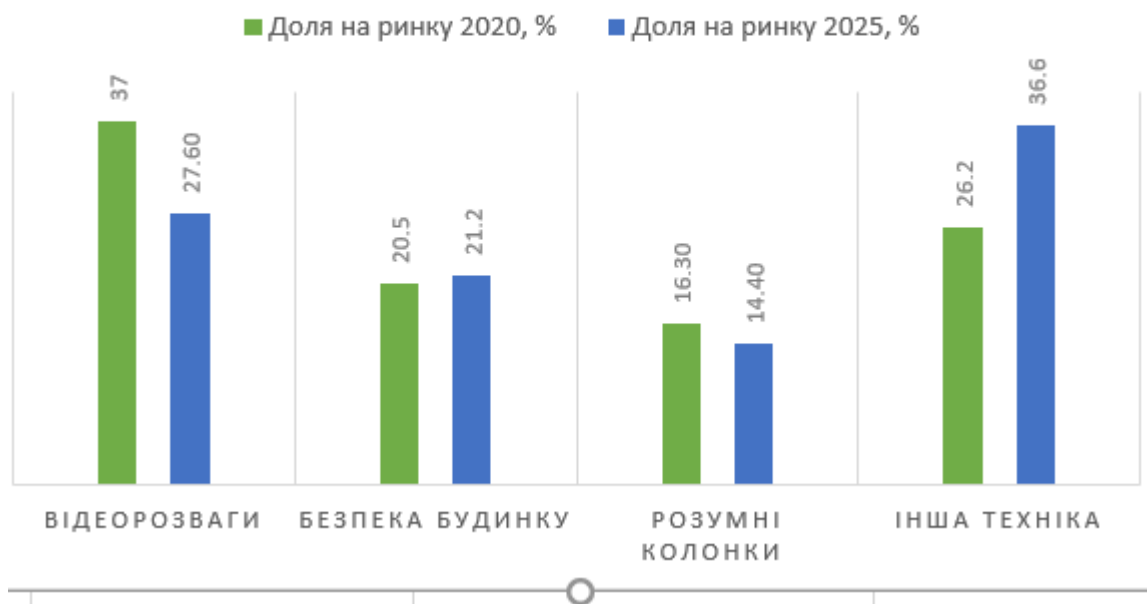


Рисунок 4.18. Обсяг продажу електронних систем у 2020-2025 році

Наведемо приклад, за яким принципом розповсюджуються предмети певної технології. В компанії А, яка має близько 100 співробітників (40 чоловіків і 60 жінок). Вікова категорія жінок від 20 до 50 років. Розглянемо на прикладі цієї компанії ланцюжок розповсюдження попиту на придбання смарт годинника. Отже, декілька жінок компанії в віці 30-35 років з метою зменшення власної ваги записалися на тренування в спортивний клуб. Цих тренувань було замало і жінки почали себе заохочувати до активного рухливого способу життя цілодобово. Для трекінга своїх результатів придбали смарт годинники.

Невдовзі інші співробітниці теж зацікавилися годинником (правда не всім потрібно трекати вхідні дзвінки з мінімальною дистанцією від телефону та динаміку ходьби чи вимірювати тиск, але годинники виглядали дуже презентабельно, топовий колір минулого року, приємний дизайн і явище ланцюгової реакції спрацювало. Деякі навіть нав'язали «діджиталізацію» своїм батькам, придбав такий годинник у якості подарунка.

Зазначимо, що для вікової категорії 50 - 70 такий гаджет вкрай незручний – малий, статичний інтерфейс і щоб скористатися таким гаджетом,

потрібно надіти окуляри, неточні дані по вимірюванню тиску і фаз сну. Також, тестуємий гаджет не оцінила вікова категорія 20 річних дівчат, яка спокушена більш прогресивними технологіями та воліє витратити кошти, не на урізану по функціоналу копію смартфона, а наприклад, на той же Oculus. Але результат такий: 90 % жінок компанії витратили половину своєї місячної заробітної платні на об'єктивно технологічно застарілу річ.

В цей же час, не один з чоловіків компанії не купив такий годинник. Чоловіки масово тестували малокалорійну дієту для схуднення, ділилися результатами і приймали участь у ланцюжку споживання інших продуктів.

Отже, середній відсоток придбання майже 50 %. Це неймовірно високий показник. На базі таких досліджень у компанії, можна сформулювати ідеї маркетингових принципів розвинення будь-якої технології і нашого розумного будинку. Здавалося, показники росту застосування розумних будинків щорічно підвищуються. Але разом з тим, активізація процесу має циклічний характер. Ми бачили, що велике зацікавлення проектами на Ардуіно ще кілька років тому, останнім часом пригальмовує. Споживач погрався і бажає отримувати ще більш новітні і розвинуті технології. І справа не в ціні. Середня вартість базового набору в 200 доларів конкурентна до багатьох гаджетів, візьмемо той же смарт годинник. Але справа в тому, щоб не підвищуючи ціну, підвищити цінність продукту. Тобто, зробити його бажаним, модним, трендовим, необхідним. А це не просто, розумний будинок, це домашній сервіс, а не сумочка Біркен, якою можна вразити подруг. Зараз, я думаю, потрібно вкласти в свідомість кожного, що розумний будинок, це добре. І тоді запусниться процес, який призведе до неймовірно нових високотехнологічних результатів. Як пейджер та смартфон, пам'ятаєте.... Я в це вірю.

А поки що, на базі цієї роботи створено навчальний макет для проведення практичних робіт з курсу «Розробка IoT систем». На цьому макеті можна проводити лабораторні роботи з підготовки фахівців в області автоматизації житлових приміщень, вивчати теоретичні та практичні основи

робототехніки, експлуатаційні характеристики датчиків та систем управління та контролю, а також прийоми розробки та програмування додатків.

4.5. Висновки після четвертого розділу

У розділі описано проектування програмної частини системи, програмні методи та системні підходи, використані для системи автоматизації Smart Home. Програма відповідає за прийом даних та команд, виконання та управління давачами та підтримку портів введення/виведення даних. У цьому розділі представлено програмне забезпечення та скетчі підпрограм для датчиків.

Також у даному розділі спроектовано інтерфейс розумного будинку на базі Arduino IOT Cloud.

Програми Arduino пишуться на мові програмування C або C++. Середовище розробки Arduino поставляється разом із бібліотекою програм, яка називається Wiring. Також демонструється розробка та впровадження інтерфейсу з цифровим керуванням між різними датчиками та мікропроцесором Arduino.

У розділі визначено, як не підвищуючи ціну, підвищити цінність продукту. Тобто, зробити його бажаним, модним, трендовим, необхідним. А це не просто, розумний будинок, це домашній сервіс, а не сумочка Біркен, якою можна вразити подруг. Зараз, я думаю, потрібно вкласти в свідомість кожного, що розумний будинок, це добре. Що, вкластися грошима в «розумний будинок» – це зменшити витрати на проживання, заощадити на експлуатації, підвищити комфорт проживання і скоротити витрати на управління всіма зручностями та можливостями будинку. А у разі пожежі, затоплення, або будь-якого іншої події, встановлені гаджети допоможуть зберегти набагато більше своєї вартості: своєчасне оповіщення про початок пожежі або затоплення може допомогти встигнути врятувати свою власність – вчасно доїхати додому, дистанційно відключити електрику / воду, що допоможе зберегти майно, що в разі перевершує за вартістю установку системи розумного будинку.

У розділі запропоновані розрахунки заробітної плати працівника, як основної складової собівартості IoT пристроїв. Контроль показників собівартості дозволить проводити цілеспрямовану політику покращення економічних показників підприємства по виробництву IoT.

Також, розраховано на прикладі економію витрат і терміни окупності системи розумного будинку.

ВИСНОВКИ

У даній роботі проведено теоретичне обґрунтування і запропоновано практичні шляхи вирішення проблеми, яка полягає у розробленні пропозицій щодо вдосконалення управління автоматизацією житлового приміщення .

Дослідження та отримані результати дають підстави для наступних висновків:

1. Аналізуючи наукові джерела, було встановлено необхідні методи та інструменти здійснення управління комунікаціями житлового приміщення.

2. Встановлено, що на управління комунікаціями впливає керування наступними факторами: освітлення, вологість, задимлення, температура.

3. Одним із засобів поліпшення використання приміщення за допомогою ІОТ є встановлення охоронних систем та засобів безпеки. Це підвищує цінність приміщення, але також маємо додаткові витрати через додаткові витрати на придбання та встановлення таких ІОТ систем.

Було досліджено використання ІОТ систем на базі WeMos D1 R1 з вбудованим Wi-Fi esp 8266 та створено модель для розумного будинку за допомогою технології Інтернет речей.

Отже, система Smart Home дуже практична і корисна річ, яку можна зібрати своїми руками. Проектування за стосунку дало можливість зрозуміти доцільність розробки таких систем, а також те, чому розвиток робототехніки представляє важливий крок в еволюції підходів до створення програмного забезпечення. В епоху нових технологій, якщо ми хочемо отримати реально надійний, безпечний та економічний сервіс, мати більший контроль над процесами і автоматизувати ряд операцій, і (зрештою) заощадити ресурси, то логічно використовувати такі системи в побуті. Отримано практичні навички в роботі з датчиками та контролерами, а також у використанні дистанційних та мережевих засобів контролю над системою. На прикладах було показано роботу з датчиками, проведений розгляд можливостей, доступних розробникам. За допомогою Arduino ІОТ Cloud було спроектовано дизайн інтерфейсу, отримані практичні навички в створенні графічних об'єктів, проведено

маркетингові дослідження стосовно попиту на засоби діджиталізації у побуті та розраховано економічну привабливість моделі, а також розрахунок собівартості таких пристроїв.

На прикладах було показано роботу з інструментами, проведено розгляд функціональних можливостей датчиків. Систему «розумний будинок» було підключено до засобів автоматичного керування на основі контролера Ардуіно через WI-FI. Для цього використовувались: WeMos D1 R1, модуль цифрового датчика вологості та температури; датчик освітленості BH1750FVI; датчика торкання TTP223B; датчик диму; міні серводвигун SG90 ; датчик закриття дверей; датчик руху; модуль датчика реального часу .

Були написані програмні додатки до застосунку. Програмні застосування, за допомогою яких працює система написані на спеціальній мові програмування, що є підмножиною C/C++.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Strategy Analytics: Global Smart Home Market to Hit \$155 Billion by 2023. URL: <https://www.businesswire.com/news/home/20180530006126/en/Strategy-Analytics-Global-Smart-Home-Market-Hit> (дата звернення: 20.03.2022).
2. П'ять кращих систем «розумний будинок». Lounge: веб-сайт. URL: <https://ilounge.ua/review/5-luchshih-sistem-umnyj-dom> (дата звернення: 10.03.2022).
3. Охорона приміщень: веб-сайт. URL: <https://ajax.systems/ua/products/jeweller/#block3> (дата звернення: 10.03.2022).
4. Інтернет речей. Lanmarket: веб-сайт. URL: <https://lanmarket.ua/stats/internet-veshchey-lora-ustroystva-ot-mikrotik/> (дата звернення: 16.03.2022).
5. Повноцінний штучний інтелект може бути створений до 2029 року - Рей Курцвейл. URL: <https://yes-ukraine.org/ua/news/povnotsinniy-shtuchniy-intelekt-mozhe-buti-stvoreniy-do-2029-roku-rey-kurtsveyl> (дата звернення: 16.03.2022).
6. IDC Forecasts Double-Digit Growth for Smart Home Devices as Consumers Embrace Home Automation and Ambient Computing. URL: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS47567221> (дата звернення: 20.03.2022).
7. Le, Q.; Nguyen, H.; Barnett, T. Smart homes for older people: Positive aging in a digital world. Future Internet 2012, 4, 607–617.
8. Джереми Блум, Вивчаємо Arduino. Інструменти та методи , 2015 ISBN: 978-5-9775-3585-4, БХВ-Петербург, С.33
9. Саймон Монк. Програмуємо Arduino. Професійна робота зі скетчами, Пітер Прес; 2017. С.272
10. Arduino : веб-сайт. URL: <http://arduino.ua> (дата звернення: 25.04.2022).
11. Wemos: веб-сайт. URL: <https://www.wemos.cc/downloads> (дата звернення: 10.01.2022)
12. Руководство по освоению Arduino. robot-kit: веб-сайт. URL: <https://robot->

kit.ru (дата звернення: 10.03.2022).

13. Dangers of Smart Home Technology – Risks and Threats. cybertakes: веб-сайт. URL: <https://www.cybertakes.com/smart-homes-open-season-for-digital-intruders/>(дата звернення: 10.04.2022).

14. Iot-cloud. Arduino: веб-сайт. URL: <https://docs.arduino.cc/cloud/iot-cloud> (дата звернення: 10.04.2022).

15. Digital. Arduino: веб-сайт. URL:<https://store.arduino.cc/digital/create> (дата звернення: 12.04.2022).

16. Розміри ЄСВ і єдиного податку для ФОП з 1 січня 2022 року.URL: https://biz.ligazakon.net/news/207461_rozmri-sv--dinogo-podatku-dlya-fop-z-1-schnya-2022-roku(дата звернення: 20.04.2022).

17. Europes-smart-home-dynamics.URL: <https://discover.gfk.com/story/europes-smart-home-dynamics-and-the-2021-growth-opportunities/page/2/1>(дата звернення: 20.04.2022).

18. Про Державний бюджет України на 2022 рік. Проект Закону України від 15.09.2021 р. N 6000

19. Виды умных домов, описание систем умного дома, технология Умного дома / Умный дом. Установка системы: веб-сайт. URL: <http://www.besmart.su/article/kakie-byvayut-umnye-doma> (дата звернення: 20.03.2022).

20. Искусственный интеллект в системе «умный дом»: тенденции и реалии. Proman: веб-сайт. URL: <http://proman.com.ua/smart-house> (дата звернення: 25.03.2021).

21. MakingThingsTalkUsingSensors. Academia: URL: https://www.academia.edu/2978451/Making_Things_Talk_Using_Sensors_Networks_and_Arduino_to_see_hear_and_feel_your_world (дата звернення: 20.04.2022).

22. Getting Started with Arduino IoT Cloud with ESP8266. Electronics: веб-сайт. URL: <https://how2electronics.com/getting-started-with-arduino-iot-cloud-with-esp8266/>(дата звернення: 16.05.2022).

23. Намиот Д. Е. Умные города 2016 / Д. Е. Намиот /International Journal of

Open Information Technologies. 2016. Т. 4. №. 1. С. 1-3.

24. Чим система керування будівлями відрізняється від «розумного будинку?» Perenio: веб-сайт. URL: <https://perenio.ua/blog/chem-sistema-upravleniya-zdaniyami-otlichaetsya-ot-umnogo-doma>(дата звернення: 25.04.2022).
25. Виктор Петин, Проекты с использованием контроллера Arduino – 2 издание Практическое пособие; Издание: 2-е, 2015; Издательство: ВHV-СПб, С.464
26. Гололобов В. Н. «Умный дом» своими руками / В. Н. Гололобов. – М. : НТ Пресс, 2007.С. 216
27. Грінтер Р., Грінтер Е. Дім з повсюдними обчисленнями: впровадження семи викликів.// Computer Science Laboratory Xerox Palo Alto Research Center, Каліфорнія. 2001, С. 256-272
28. Кук Д., Янгблуд М., Хеєрман Е., Гопалратнам К., Рао С., Литвин А, Кавайя Д. Розумний дім на основі агентів. Кафедра комп'ютерних технологій Техаського університету в Арлінгтоні. 2003, С. 521-524
29. Розумне освітлення ресурс. Milight : веб-сайт. URL: <https://milight.com.ua/ua/umное-osveshchenie>(дата звернення: 20.04.2022).
30. Granzer W. P. Security in Building Automation Systems / Wolfgang Praus Granzer. Munich: Appress, 2018. P. 578.
31. Harper, R. Inside the smart home: Ideas, possibilities and methods. in Richard Harper Inside the smart home. 2003. P. 1-14.
32. Tom Igoe. Making Things Talk, Reilly Media;2011. P. 496.1. Джереми Блум, Вивчаємо Arduino. Інструменти та методи , 2015 ISBN: 978-5-9775-3585-4, БХВ-Петербург, – С.33

Модель системи IoT рішень для автоматизації домашнього
приміщення

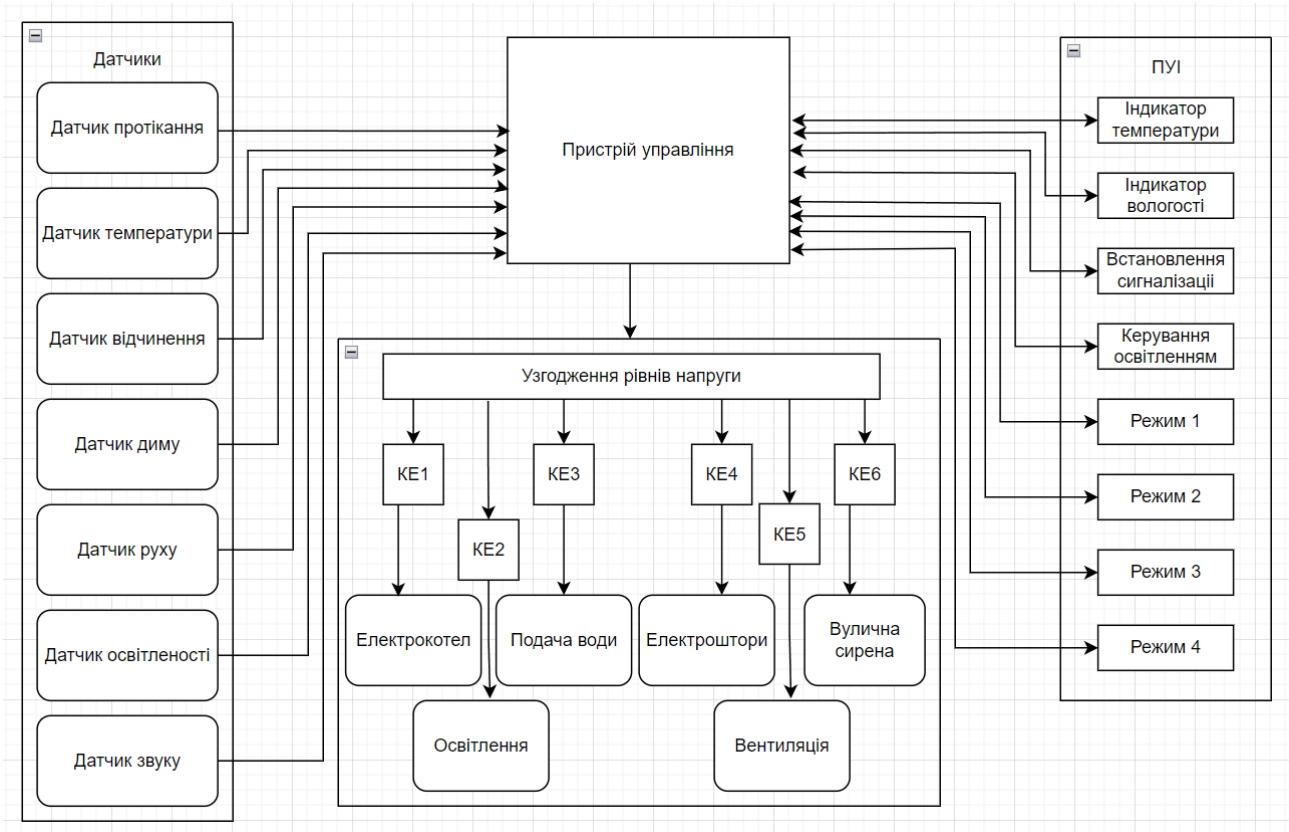
482 IoT.КНУТШ 0**** -01 12 01

Структурна схема управління IoT-рішення для домашнього приміщення

Листів 1

Розробник _____ Млік І.А.

Київ, 2022



КЕ – ключовий елемент; ПУІ – пульт управління та індикації(сенсорна клавіатура/мобільний застосунок)

Рисунок 3.8 – Структурна схема управління приміщенням

Модель системи IoT рішень для автоматизації домашнього
приміщення

482 IoT.КНУТШ 0**** -01 12 01

Схема контролю мінімальних вимог безпеки Smart Home

Листів 1

Розробник _____ Млік І.А.

Київ, 2022



Рисунок Б.1. Схема мінімальних вимог безпеки розумного будинку

Модель системи IoT рішень для автоматизації домашнього
приміщення

482 IoT.КНУТШ 0**** -01 12 01

Текст програми

Листів 5

Розробник _____ Млік І.А.

Київ, 2022

Напишемо програму для керування нашою моделлю :

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <Servo.h>
#include "DHT.h"
#define DHTPIN 13

const char* ssid = "*****"; // для SSID точки доступу
const char* password = "*****"; // для пароля до точки доступу

DHT dht(DHTPIN, DHT11);

int ledPin = 5; // контакт GPIO3 на ESP8266
int voice = A0;
int movement = 0 ;
int buzzer=8;
int smoke = 7;
int light = 4;

Servo servo1;
Servo servo2;

int val = 0;
int val1 = 0;
int val2 = 0;

WiFiServer server(80); // порт веб-сервера

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  delay(10);

  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  digitalWrite(ledPin, LOW);

  servo1.attach(2);
  servo2.attach(3);
  pinMode(buzzer,OUTPUT);
  pinMode(smoke, INPUT);
  pinMode(light, INPUT);
  pinMode(movement, INPUT);
  pinMode(voice, INPUT);

  // підключаємося до WiFi-мережі:
  Serial.println();
  Serial.println();
  Serial.print("Connecting to "); // "Підключення до "
  Serial.println(ssid);

  WiFi.begin(ssid, password);

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("");
}
```

```

Serial.println("WiFi connected"); // "Підключення до WiFi
// виконанено"

// запускаємо сервер:
server.begin();
Serial.println("Server started"); // "Сервер запущено"

// вводим IP-адресу:
Serial.print("Use this URL to connect: "); // "Використовуємо цей URL
// для підключення: "
Serial.print("http://");
Serial.print(WiFi.localIP());
Serial.println("/");
}

void loop() {

delay(2000); // 2 секунди затримки
float h = dht.readHumidity(); //Вимірюємо вологість
float t = dht.readTemperature(); //Вимірюємо температуру
if (isnan(h) || isnan(t)) { // Перевірка. Якщо не вдається зчитати показники, виводимо
«Помилка зчитування», і програма завершує роботу
Serial.println("Помилка зчитування");
return;
}
Serial.print("Вологість: ");
Serial.print(h);
Serial.print(" %t");
Serial.print("Температура: ");
Serial.print(t);
Serial.println(" *C "); //Вивід показників на екран

val = digitalRead(light);
if(val==1){servo2.write(0);
delay(1000);}
if(val==0){
servo2.write(180);
delay(1000);
}

val1 = digitalRead(movement);
if (val1 == HIGH) { unsigned char q,w;// Визначаємо змінні
if(val1==0){
servo1.write(180);
for(q=0;q<80;q++)// Частота звуку
{
digitalWrite(buzzer,HIGH);// Звук
delay(1);//delay 1ms
digitalWrite(buzzer,LOW);//Тиша
delay(1);// delay 1ms
}
}
for(q=0;q<100;q++)// Інша частота звуку
{
digitalWrite(buzzer,HIGH);// Звук
delay(2);//delay 2ms
digitalWrite(buzzer,LOW);// Тиша
delay(2);//delay 2ms
}
}
}

```

```

}
}
}

int val2 = digitalRead(smoke);
unsigned char i,j;// Визначаємо змінні

if (val2==1){
  servo1.write(0);
  //delay(1000);
}
if(val2==0){
  servo1.write(180);
  //delay(1000);
  for(i=0;i<80;i++)// Частота звуку
  {
    digitalWrite(buzzer,HIGH);// Звук
    delay(1);//delay 1ms
    digitalWrite(buzzer,LOW);// Тиша
    delay(1);// delay 1ms
  }
  for(i=0;i<100;i++)// Another frequency sound
  {
    digitalWrite(buzzer,HIGH);// Звук
    delay(2);//delay 2ms
    digitalWrite(buzzer,LOW);// Тиша
    delay(2);//delay 2ms
  }
}

// перевіряємо чи підключений клієнт:
WiFiClient client = server.available();
if (!client) {
  return;
}

// чекаємо коли клієнт відправить якісь дані:
Serial.println("new client"); // "новий клієнт"
while(!client.available()){
  delay(1);
}

// зчитуємо перший рядок запиту:
String request = client.readStringUntil('\r');
Serial.println(request);
client.flush();

// обробляємо запит:
int value = LOW;
if (request.indexOf("/LED=ON") != -1) {
  digitalWrite(ledPin, HIGH);
  value = HIGH;
}
if (request.indexOf("/LED=OFF") != -1){
  digitalWrite(ledPin, LOW);
  value = LOW;
}
}

```

```

// встановлюємо значення на ledPin у відповідності з запитом:
//digitalWrite(ledPin, value);

// повертаємо відповідь:
client.println("HTTP/1.1 200 OK");
client.println("Content-Type: text/html"); // "Тип контенту:
// text/html "

client.println("");
client.println("<!DOCTYPE HTML>");
client.println("<html>");

client.println(t);
client.println(h);

client.print("Led pin is now: "); // "Контакт світлодіоду тепер
// у стані: "

if(value == HIGH) {
  client.print("On"); // "Вкл"
} else {
  client.print("Off"); // "Викл"
}
client.println("<br><br>");
client.println("Click <a href=\"/LED=ON\">here</a> turn the LED on pin 2
ON<br>"); // "Натисніть тут, щоб включити світлодіод
// на контакті 2"
client.println("Click <a href=\"/LED=OFF\">here</a> turn the LED on pin 2
OFF<br>"); // "Натисніть тут, щоб виключити світлодіод
// на контакті 2"

client.println("</html>");

delay(1);
Serial.println("Client disconnected"); // "Клієнт відключений"
Serial.println("");
}

```

Програма для здійснення відеоспостереження :

```

#include "esp_camera.h"
#include "WiFi.h"
#include "esp_timer.h"
#include "img_converters.h"
#include "Arduino.h"
#include "fb_gfx.h"
#include "soc/soc.h" //disable brownout problems
#include "soc/rtc_cntl_reg.h" //disable brownout problems
#include "esp_http_server.h"

const char* ssid = "*****";
const char* password = "*****";

#define PART_BOUNDARY "1234567890000000000000987654321"

#define CAMERA_MODEL_AI_THINKER

```

```

#if defined(CAMERA_MODEL_WROVER_KIT)
#define PWDN_GPIO_NUM -1
#define RESET_GPIO_NUM -1
#define XCLK_GPIO_NUM 21
#define SIOD_GPIO_NUM 26
#define SIOC_GPIO_NUM 27

#define Y9_GPIO_NUM 35
#define Y8_GPIO_NUM 34
#define Y7_GPIO_NUM 39
#define Y6_GPIO_NUM 36
#define Y5_GPIO_NUM 19
#define Y4_GPIO_NUM 18
#define Y3_GPIO_NUM 5
#define Y2_GPIO_NUM 4
#define VSYNC_GPIO_NUM 25
#define HREF_GPIO_NUM 23
#define PCLK_GPIO_NUM 22

#elif defined(CAMERA_MODEL_AI_THINKER)
#define PWDN_GPIO_NUM 32
#define RESET_GPIO_NUM -1
#define XCLK_GPIO_NUM 0
#define SIOD_GPIO_NUM 26
#define SIOC_GPIO_NUM 27

#define Y9_GPIO_NUM 35
#define Y8_GPIO_NUM 34
#define Y7_GPIO_NUM 39
#define Y6_GPIO_NUM 36
#define Y5_GPIO_NUM 21
#define Y4_GPIO_NUM 19
#define Y3_GPIO_NUM 18
#define Y2_GPIO_NUM 5
#define VSYNC_GPIO_NUM 25
#define HREF_GPIO_NUM 23
#define PCLK_GPIO_NUM 22
#else
#error "Camera model not selected"
#endif

static const char* _STREAM_CONTENT_TYPE = "multipart/x-mixed-replace;boundary="
PART_BOUNDARY;
static const char* _STREAM_BOUNDARY = "\r\n--" PART_BOUNDARY "\r\n";
static const char* _STREAM_PART = "Content-Type: image/jpeg\r\nContent-Length: %u\r\n\r\n";

httpd_handle_t stream_httpd = NULL;

static esp_err_t stream_handler(httpd_req_t *req){
camera_fb_t * fb = NULL;
esp_err_t res = ESP_OK;
size_t _jpg_buf_len = 0;
uint8_t * _jpg_buf = NULL;
char * part_buf[64];

res = httpd_resp_set_type(req, _STREAM_CONTENT_TYPE);

```

```

if(res != ESP_OK){
    return res;
}

while(true){
    fb = esp_camera_fb_get();
    if (!fb) {
        Serial.println("Camera capture failed");
        res = ESP_FAIL;
    } else {
        if(fb->width > 400){
            if(fb->format != PIXFORMAT_JPEG){
                bool jpeg_converted = frame2jpg(fb, 80, &_jpg_buf, &_jpg_buf_len);
                esp_camera_fb_return(fb);
                fb = NULL;
                if(!jpeg_converted){
                    Serial.println("JPEG compression failed");
                    res = ESP_FAIL;
                }
            } else {
                _jpg_buf_len = fb->len;
                _jpg_buf = fb->buf;
            }
        }
    }
    if(res == ESP_OK){
        size_t hlen = snprintf((char *)part_buf, 64, _STREAM_PART, _jpg_buf_len);
        res = httpd_resp_send_chunk(req, (const char *)part_buf, hlen);
    }
    if(res == ESP_OK){
        res = httpd_resp_send_chunk(req, (const char *)_jpg_buf, _jpg_buf_len);
    }
    if(res == ESP_OK){
        res = httpd_resp_send_chunk(req, _STREAM_BOUNDARY, strlen(_STREAM_BOUNDARY));
    }
    if(fb){
        esp_camera_fb_return(fb);
        fb = NULL;
        _jpg_buf = NULL;
    } else if(_jpg_buf){
        free(_jpg_buf);
        _jpg_buf = NULL;
    }
    if(res != ESP_OK){
        break;
    }
}
return res;
}

void startCameraServer(){
    httpd_config_t config = HTTPD_DEFAULT_CONFIG();
    config.server_port = 80;

    httpd_uri_t index_uri = {
        .uri      = "/",
        .method   = HTTP_GET,

```

```

    .handler = stream_handler,
    .user_ctx = NULL
};

if (httpd_start(&stream_httpd, &config) == ESP_OK) {
    httpd_register_uri_handler(stream_httpd, &index_uri);
}
}

void setup() {
    WRITE_PERI_REG(RTC_CNTL_BROWN_OUT_REG, 0); //disable brownout detector

    Serial.begin(115200);
    Serial.setDebugOutput(false);

    camera_config_t config;
    config.ledc_channel = LEDC_CHANNEL_0;
    config.ledc_timer = LEDC_TIMER_0;
    config.pin_d0 = Y2_GPIO_NUM;
    config.pin_d1 = Y3_GPIO_NUM;
    config.pin_d2 = Y4_GPIO_NUM;
    config.pin_d3 = Y5_GPIO_NUM;
    config.pin_d4 = Y6_GPIO_NUM;
    config.pin_d5 = Y7_GPIO_NUM;
    config.pin_d6 = Y8_GPIO_NUM;
    config.pin_d7 = Y9_GPIO_NUM;
    config.pin_xclk = XCLK_GPIO_NUM;
    config.pin_pclk = PCLK_GPIO_NUM;
    config.pin_vsync = VSYNC_GPIO_NUM;
    config.pin_href = HREF_GPIO_NUM;
    config.pin_sscb_sda = SIOD_GPIO_NUM;
    config.pin_sscb_scl = SIOC_GPIO_NUM;
    config.pin_pwdn = PWDN_GPIO_NUM;
    config.pin_reset = RESET_GPIO_NUM;
    config.xclk_freq_hz = 20000000;
    config.pixel_format = PIXFORMAT_JPEG;

    if(psramFound()){
        config.frame_size = FRAMESIZE_UXGA;
        config.jpeg_quality = 10;
        config.fb_count = 2;
    } else {
        config.frame_size = FRAMESIZE_SVGA;
        config.jpeg_quality = 12;
        config.fb_count = 1;
    }
}

esp_err_t err = esp_camera_init(&config);
if (err != ESP_OK) {
    Serial.printf("Camera init failed with error 0x%x", err);
    return;
}

WiFi.begin(ssid, password);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
}

```

```
    Serial.print(".");  
  }  
  Serial.println("");  
  Serial.println("WiFi connected");  
  
  Serial.print("Camera Stream Ready! Go to: http://");  
  Serial.print(WiFi.localIP());  
  
  startCameraServer();  
}  
  
void loop() {  
  delay(1);  
}
```

Модель системи IoT рішень для автоматизації домашнього
приміщення

482 IoT.КНУТШ 0**** -01 12 01

Програмний код керування маніпулятором
Листів 2

Розробник _____ Млік І.А.

Київ, 2022

```
// Керування положенням сервоприводу за допомогою потенціометра (змінного  
резистора)  
#include <Servo.h>
```

```

Servo myservo0, myservo1, myservo2, myservo3 ;
// створюємо об'єкт серводвигуна для контролю скрводвигунів

int potpin0 = 0;
// використовуємо аналоговий штир для підключення потенціометра
int potpin1 = 1;
// використовуємо аналоговий штир для підключення потенціометра
int potpin2 = 2;
// використовуємо аналоговий штир для підключення потенціометра
int potpin3 = 3;
// використовуємо аналоговий штир для підключення потенціометра

int val0; // змінна для зчитування значення з аналогового штиря
int val1; // змінна для зчитування значення з аналогового штиря
int val2; // змінна для зчитування значення з аналогового штиря
int val3; // змінна для зчитування значення з аналогового штиря

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  myservo0.attach(11);
  // закріплюємо серводвигун на штирі 11 до об'єкта серводвигуна
  myservo1.attach(10);
  // закріплюємо серводвигун на штирі 10 до об'єкта серводвигуна
  myservo2.attach(9);
  // закріплюємо серводвигун на штирі 9 до об'єкта серводвигуна
  myservo3.attach(6);
  // закріплюємо серводвигун на штирі 6 до об'єкта серводвигуна
}

void loop()
{
  val0 = analogRead(potpin0);
  // зчитуємо значення потенціометра (значення між 0 і 1023)
  val0 = map(val0, 0, 1023, 0, 179);
  // масштабуємо його щоб застосувати до серводвигуна (значення між 0 і 180)
  myservo0.write(val0);
  // встановлюємо серводвигун у положення відповідно до масштабованого
  значення
  Serial.println(val0);
  delay(15);
  // чекаємо поки серводвигун здійснить рух до заданої позиції
}

```

```
    val1 = analogRead(potpin1);  
    // зчитуємо значення потенціометра (значення між 0 і 1023)  
    val1 = map(val1, 0, 1023, 0, 179);  
    // масштабуємо його щоб застосувати до серводвигуна (значення між 0 і 180)  
    myservo1.write(val1);  
    Serial.println(val1);  
    // встановлюємо серводвигун у положення відповідно до масштабованого  
    значення  
    delay(15);  
    // чекаємо поки серводвигун здійснить рух до заданої позиції  
  
    val2 = analogRead(potpin2);  
    // зчитуємо значення потенціометра (значення між 0 і 1023)  
    val2 = map(val2, 0, 1023, 0, 179);  
    // масштабуємо його щоб застосувати до серводвигуна (значення між 0 і 180)  
    myservo2.write(val2);  
    // встановлюємо серводвигун у положення відповідно до масштабованого  
    значення  
    Serial.println(val2);  
    delay(15);  
    // чекаємо поки серводвигун здійснить рух до заданої позиції  
  
    val3 = analogRead(potpin3);  
    // зчитуємо значення потенціометра (значення між 0 і 1023)  
    val3 = map(val3, 0, 1023, 0, 179);  
    // масштабуємо його щоб застосувати до серводвигуна (значення між 0 і 180)  
    myservo3.write(val3);  
    // встановлюємо серводвигун у положення відповідно до масштабованого  
    значення  
    Serial.println(val3);  
    delay(15);  
    // чекаємо поки серводвигун здійснить рух до заданої позиції  
  
}
```

Модель системи IoT рішень для автоматизації домашнього
приміщення

482 IoT.КНУТШ 0**** -01 12 01

Чек-лист перевірки безпеки Smart Home
Листів 1

Розробник _____ Млік І.А.

Київ, 2022

Таблиця Д.1 – Чек-лист перевірки безпеки «розумного» будинка

	Контрольний параметр	Виконано	Не виконано
1	Встановити блокування екрана на смартфоні	✓	
2	Поставити паролі на всі комп'ютери та мобільні пристрої	✓	
3	Надійність пароля перевірено	✓	
4	Змінити ім'я користувача та пароль, задані за замовчанням на роутері	✓	
5	Для захисту Wi-Fi використано протокол шифрування WPA	✓	
6	Встановлено антивірус або пакет - рішення для захисту всього розумного будинку від кіберзагроз	✓	
7	Встановлено актуальні виправлення безпеки та оновлення	✓	
8	Здійснити фізичну безпеку усіх приладів	✓	
9	Якщо публічний Wi-Fi, завжди включати VPN (Virtual Private Network)	✓	
10	Змінити усі паролі, встановлені на замовчування	✓	
11	Змінювати паролі раз на півроку	✓	
12	Якщо пристрої керуються голосом поміняйте фразу активації	✓	
13	Перш ніж придбати новий пристрій, знайдіть інформацію про його рівень безпеки. Повинні бути регулярні оновлення прошивки	✓	
14	Перед покупкою пристрою ознайомтеся з політикою конфіденційності	✓	
15	Якщо не збираєтеся користуватися голосовою активацією, вимкніть мікрофон	✓	
16	Оновлювати пристрої за допомогою автоматичного оновлення або вручну	✓	
17	Вимкніть Universal Plug & Play (UPnP)	✓	
18	Перевірте дозволи додатків. Всі програми, які вимагають дозволу на зміну налаштувань роутера, є потенційною загрозою безпеці.	✓	
19	При використанні хмарних технологій, подбайте про захист конфіденційності та збереження ваших даних	✓	
20	Купуйте пристрої відомих виробників з гарною репутацією	✓	
21	При продажу та утилізації скидайте налаштування до заводських	✓	

**Модель системи IoT рішень для автоматизації домашнього
приміщення**

482 IoT.КНУТШ 0**** -01 12 01

**Схема архітектурного рішення для автоматизації домашнього
приміщення
Листів 1**

Розробник _____ Млік І.А.

Київ, 2022

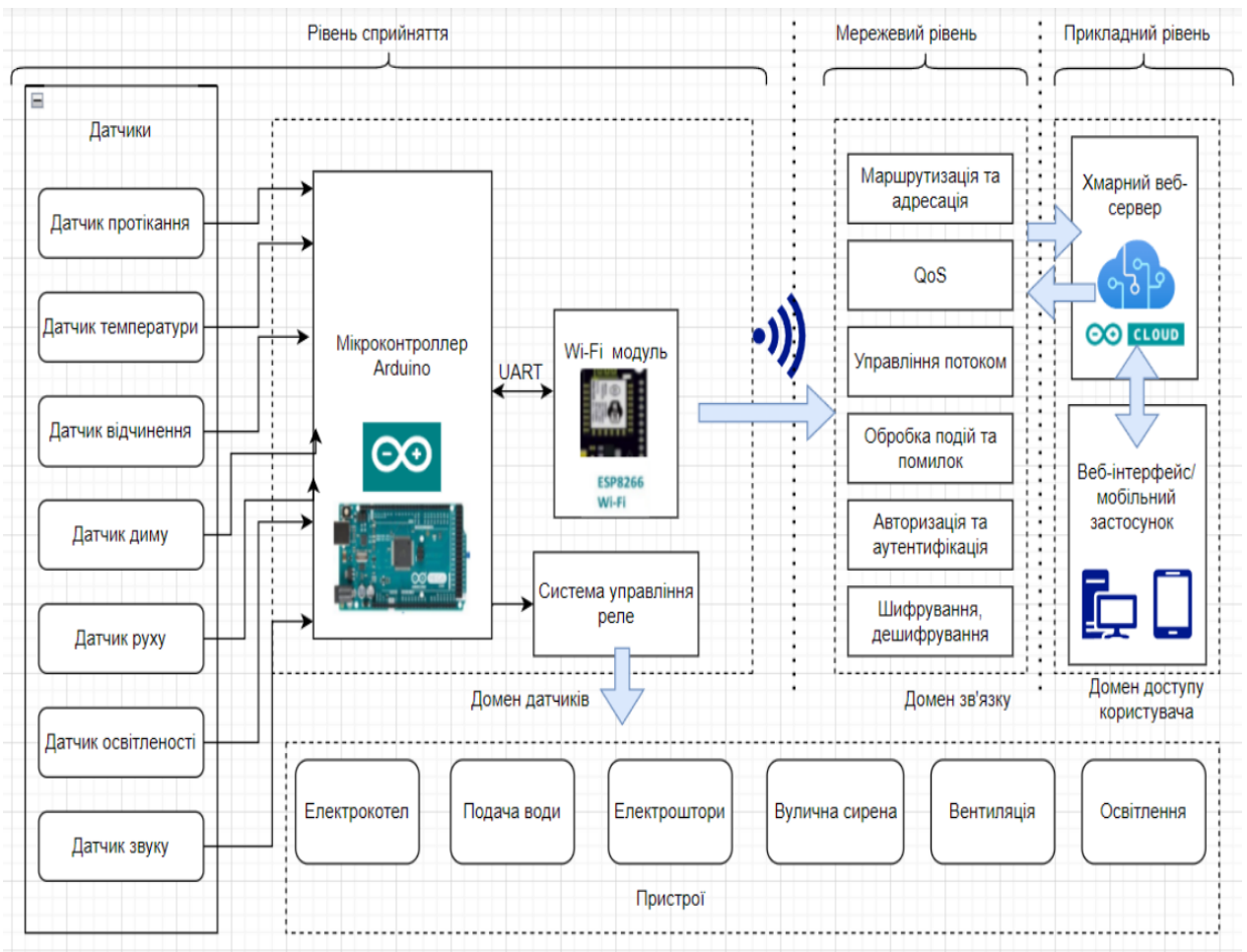


Рисунок Е.1. Схема архітектури IoT застосунка