

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет комп'ютерних наук фізики та математики
Кафедра комп'ютерних наук та програмної інженерії**

**ІТ-сервіс моніторингу заповненості аудиторій університету із
застосуванням технологій Wi-Fi та Інтернету речей. SmartUniversity**

Кваліфікаційна робота (проект)

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

Виконав: студент 4 курсу 12- 461 групи

Спеціальності:

126 Інформаційні системи та технології

Освітньо-професійної програми

першого (бакалаврського) рівня вищої
освіти

Борідько Кирило Володимирович

Керівник:

кандидат педагогічних наук, доцент

Вінник М.О.

Рецензент: фріланс, програміст

Кльонов Д.М.

Івано-Франківськ — 2025

ЗМІСТ

Вступ	3
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МОНІТОРИНГУ ПРОСТОРУ	6
1.1 Сучасні методи моніторингу простору.....	6
1.2 Технології Wi-Fi та IoT у моніторингу Технологія Wi-Fi у моніторингу простору	9
1.3 Огляд існуючих рішень та їх порівняння	12
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ	19
2.1 Опис спровадження існуючих рішень в приміщеннях ХДУ у місті івано-франківськ.....	19
2.2 Автоматизоване управління освітленням та енергоспоживанням.....	35
РОЗДІЛ 3 ВЛАСНІ ПРОТОТИПИ ПРИСТРОЇВ	46
3.1 Розробка та опис пристроїв	46
3.2 Потенційне використання	52
ВИСНОВОК.....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	60

Вступ

Швидкий розвиток інформаційних технологій зумовлює і вдосконалення IoT-пристроїв. Інформаційні системи та технології є однією з сильних сторін Херсонського Державного Університету, тому розвиток навчального закладу у цьому руслі є одним із перспективних напрямів. З більшою нормалізацією навчального процесу студенти нові студенти зможуть очно відвідувати заняття, і це зможе дати змогу більшому розвитку цього напрямлення в університеті.

Системи на основі інтернету речей та wi-fi для моніторингу умов навчального середовища є однією з основних складових концепції Smart University. Ці системи дозволяють своєчасно реагувати на зміни у навчальному середовищі, що можуть впливати на комфорт студентів та викладачів. Використання подібних технологій може значно покращити умови навчання, оптимізувати керування цими процесами, знижуючи енергоспоживання, забезпечуючи здоров'я та безпеку студентів, викладачів і персоналу.

Також одним із важливих аспектів є визначення заповненості аудиторій, що дозволяє не тільки контролювати присутність людей у певних зонах, але й використовувати ці дані для оптимізації завантаженості аудиторій і покращення рівня безпеки. Це зможе дозволити оптимізувати контроль за відвідуваністю та ефективним використанням навчальних приміщень у випадок епідемій або небезпек воєнного часу

Актуальність

В межах концепції Smart University в Херсонському Державному Університеті вже близько десятиліття проводяться роботи у тому числі у сфері інтернету речей. Деякі ідеї були реалізовані в Херсоні, проте з

переміщенням університету до Івано-Франківська тема стає більш актуальною, зокрема по причині того, що провадження таких систем зможе покращити навчальний процес та заволокти абітурієнтів до вступу в ХДУ

Об'єкт

дослідження

Об'єктом дослідження є системи моніторингу умов приміщень та заповненості, що застосовуються у навчальних закладах .

Предмет

дослідження

Предметом дослідження є використання Wi-Fi та IoT-технологій для моніторингу умов в приміщеннях університету, що дозволяє здійснювати подальшу обробку та аналіз цих даних для оптимізації використання приміщень.

Мета

дослідження

Метою роботи є аналіз IoT-технологій для моніторингу умов та заповненості приміщень в університетах, а також розробка модулів, які можуть бути інтегровані в Херсонському Державному Університеті у рамках концепції Smart University, що орієнтовані на впровадження принципів 4-ї промислової революції.

Ціль дослідження

-Дослідити можливості використання IoT-технологій для моніторингу умов в приміщеннях університету: температуру , рівень вологості та заповненість простору.

-Розробити модулі моніторингу, які дозволяють збирати, обробляти та аналізувати дані для подальшої оптимізації управління навчальним середовищем.

-Підготувати концептуальну основу для інтеграції даних систем в глобальну концепцію Smart University в контексті 4-ї промислової

революції (Industry 4.0), що охоплює автоматизацію, цифровізацію та взаємодію між пристроями в екосистемі освітніх закладів.

РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МОНІТОРИНГУ ПРОСТОРУ

1.1 Сучасні методи моніторингу простору

Сучасні методи моніторингу простору базуються на інтеграції різних технологій для отримання точних даних про стан приміщень. Одним з основних напрямків є використання технологій Інтернету речей (IoT), що дозволяють здійснювати моніторинг у реальному часі за допомогою сенсорів і пристроїв, підключених до мережі. Важливою частиною цього процесу є також застосування Wi-Fi технологій для збору та передавання даних.

Інтернет речей є великою частиною **4-ї промислової революції**, де автоматизація, аналіз даних і інтеграція пристроїв в єдину систему дозволяють створювати ефективніші методи моніторингу. Це забезпечує можливість збирання великих обсягів даних з різних датчиків, що в свою чергу дозволяє здійснювати точніші прогнози та ухвалювати швидші управлінські рішення. Наприклад, в системах моніторингу умов приміщень використовуються датчики температури, вологості, CO₂, а також пристрої, що фіксують рівень заповненості приміщень.

Серед найбільш перспективних рішень можна виокремити технології **Wi-Fi** для визначення місцезнаходження людей та обладнання, а також для моніторингу рівня заповненості аудиторій або інших приміщень. Одним із основних аспектів є можливість комбінувати дані з різних джерел — від сенсорів до даних про мережеві підключення, що забезпечує комплексний підхід до моніторингу простору.

Wi-Fi-моніторинг дозволяє відстежувати присутність та переміщення людей за допомогою аналізу MAC-адрес пристроїв, підключених до мережі, або відбиття сигналів від поверхонь, що дозволяє навіть оцінювати кількість людей у приміщенні. Такі технології

знаходять застосування в управлінні людськими потоками у торгових центрах, аеропортах та розумних офісах. Подібним чином працюють і Bluetooth-маячки (BLE), які використовуються для позиціонування всередині приміщень, що особливо актуально у логістиці, складських приміщеннях, музеях та транспортних вузлах.

Сучасні системи моніторингу також активно використовують IoT-сенсори, які дозволяють отримувати дані про різні параметри середовища. Датчики руху, такі як інфрачервоні PIR-датчики, використовуються для виявлення присутності людей у приміщенні та керування освітленням або системами безпеки. Ультразвукові та радарні сенсори забезпечують більш точне визначення положення об'єктів та можуть використовуватися у транспортній сфері або розумних містах. Датчики температури, вологості, рівня CO₂ та інших параметрів мікроклімату застосовуються для моніторингу умов навколишнього середовища, що є критично важливим для лікарень, лабораторій, сільського господарства та промислових об'єктів.

Система моніторингу простору на основі Wi-Fi та IoT-сенсорів є інноваційним рішенням для управління параметрами середовища та визначення розташування пристроїв у навчальних закладах, зокрема в університетах. Вона забезпечує можливість збирання та аналізу інформації про рівень заповненості аудиторій, рівень CO₂, температуру та інші показники, що дозволяє ефективно управляти ресурсами закладу. Така система може бути корисною як для адміністрації університету, так і для викладачів та студентів, оскільки дозволяє оцінювати завантаженість приміщень, оптимізувати використання енергоресурсів та покращувати умови навчального процесу.

Цей розділ присвячений аналізу предметної області, включаючи визначення актуальності, переваг і обмежень технологій, а також огляд

існуючих підходів до вирішення подібних задач у контексті Херсонського державного університету. Впровадження таких технологій у навчальних закладах відкриває нові можливості для автоматизації процесів, підвищення ефективності використання простору та забезпечення комфортних умов для навчання. Використання сучасних методів моніторингу дозволяє не лише покращити управління приміщеннями, а й сприяє створенню більш безпечного та енергоефективного середовища.

Сучасні технології бездротового зв'язку, такі як Wi-Fi та IoT, відіграють ключову роль у моніторингу навколишнього середовища та управлінні простором у навчальних закладах, офісах, промислових приміщеннях та громадських місцях. Завдяки швидкому розвитку цих технологій стало можливим створення інтелектуальних систем, які дозволяють контролювати параметри середовища, аналізувати присутність людей у приміщеннях, оптимізувати використання ресурсів та підвищувати рівень безпеки.

Завдяки цим технологіям виявляються нові можливості для покращення управління умовами в реальному часі, забезпечення енергоефективності та створення більш комфортних умов для людей, які перебувають в приміщеннях. Окремо варто зазначити, що технології моніторингу простору стають важливими елементами концепції **Smart University**, де інтеграція розумних технологій в освітнє середовище покращує ефективність використання ресурсів і забезпечує більш зручні умови для навчання та роботи.

Впровадження таких технологій дозволяє також задовольнити вимоги **4-ї промислової революції**, де розробка інтелектуальних систем моніторингу простору є одним з етапів переходу до повністю автоматизованих і взаємопов'язаних середовищ.

1.2 Технології Wi-Fi та IoT у моніторингу Технологія Wi-Fi у моніторингу простору

Wi-Fi є однією з найпоширеніших технологій бездротового зв'язку, яка забезпечує передачу даних на високих швидкостях у локальних мережах. Вона використовується не лише для доступу до інтернету, але й для створення систем моніторингу, які можуть аналізувати переміщення людей, відстежувати рівень заповненості приміщень та моніторити різні параметри середовища.

Одним із ключових способів використання Wi-Fi у моніторингу простору є аналіз сигналів мобільних пристроїв. Кожен смартфон або ноутбук, що має ввімкнений Wi-Fi, періодично надсилає запити на доступні мережі, залишаючи слід у вигляді MAC-адреси. Завдяки цьому можна визначати кількість людей у приміщенні та їхню активність без необхідності встановлення додаткових датчиків або відеокамер. Подібні методи використовуються у розумних офісах, торгових центрах та університетах для оцінки завантаженості аудиторій та оптимізації простору.

Ще одним важливим аспектом застосування Wi-Fi у моніторингу є інтеграція з іншими сенсорними системами. Наприклад, сучасні датчики температури, вологості, освітленості та рівня CO₂ можуть передавати дані через Wi-Fi-мережу на сервери, де інформація аналізується та використовується для автоматичного регулювання мікроклімату у приміщеннях. Такі системи дозволяють значно підвищити комфортність навчального процесу, зменшити витрати на енергоносії та зробити навчальний заклад більш екологічним.

IoT як основа сучасних систем моніторингу

Інтернет речей (IoT) є ключовою технологією для створення

розумних систем моніторингу, що включають численні датчики, мережеві пристрої та програмне забезпечення для збору та обробки даних. IoT дозволяє підключати до мережі різноманітні сенсори, які можуть у реальному часі вимірювати такі параметри, як температура, вологість, освітленість, рівень забруднення повітря та навіть рівень шуму.

Основні переваги використання IoT у моніторингу простору включають:

1. Автоматичний збір даних – IoT-сенсори працюють без необхідності втручання людини, передаючи інформацію на центральний сервер або хмарну платформу для подальшого аналізу.
2. Швидкість реагування – завдяки інтеграції з автоматизованими системами управління, зміни в середовищі можуть бути виявлені та виправлені миттєво (наприклад, активація вентиляції при підвищеному рівні CO₂).
3. Оптимізація ресурсів – IoT дозволяє зменшити витрати на опалення, кондиціонування, освітлення та електроенергію завдяки розумному керуванню ресурсами.

Застосування Wi-Fi та IoT у навчальних закладах

Впровадження Wi-Fi та IoT-систем у навчальних закладах, таких як університети, відкриває нові можливості для підвищення ефективності освітнього процесу та управління інфраструктурою.

Моніторинг заповненості аудиторій

Завдяки аналізу Wi-Fi-сигналів можна оцінювати кількість студентів, що знаходяться в аудиторіях, та визначати реальний рівень їх

використання. Це дозволяє адміністрації університету оптимізувати розклад занять, відкривати додаткові аудиторії в періоди високого навантаження та зменшувати витрати на опалення та кондиціонування в малозавантажених приміщеннях.

Контроль якості повітря

Високий рівень CO₂ у навчальних приміщеннях негативно впливає на концентрацію уваги та працездатність студентів. IoT-сенсори, що вимірюють рівень CO₂, можуть передавати дані на систему управління будівлею, яка автоматично регулюватиме вентиляцію або повідомлятиме персонал про необхідність провітрювання.

Інтелектуальне керування освітленням та температурою

Освітлення та температура в аудиторіях можуть автоматично регулюватися залежно від рівня природного світла та кількості присутніх людей. Це дозволяє не лише покращити умови навчання, а й зменшити енергоспоживання.

Безпека та контроль доступу

Wi-Fi- та IoT-технології можуть використовуватися для підвищення рівню безпеки в університеті. Зокрема через фіксацію відкриття вікон та дверей, а також розбиття скла та фіксації присутності.

Виклики та обмеження впровадження Wi-Fi та IoT у моніторинг

Попри численні переваги, використання Wi-Fi та IoT у моніторингу простору має певні обмеження:

Безпека даних — оскільки сенсори збирають велику кількість інформації, важливо забезпечити шифрування даних.

Енергоспоживання — хоча багато IoT-пристроїв працюють на батарейках, їхнє постійне використання може вимагати частих замін або

додаткових джерел енергії.

Вартість впровадження – створення комплексної системи моніторингу потребує інвестицій у сенсори, сервери, програмне забезпечення та технічне обслуговування.

1.3 Огляд існуючих рішень та їх порівняння

Огляд сучасних IoT-рішень охоплює впровадження інноваційних технологій для моніторингу умов простору в Івано-Франківському корпусі Херсонського Державного Університету. Основна мета інтеграції таких рішень полягає не лише у створенні комфортного середовища для навчального процесу, а й у підвищенні ефективності використання енергоресурсів. Завдяки розумному керуванню мікрокліматом та оптимізації ресурсів можна значно скоротити витрати на електроенергію, опалення та освітлення, а також створити більш сприятливі умови для студентів і викладачів.

Окрім підвищення рівня комфорту, система передбачає інтеграцію елементів охоронної інфраструктури, що дозволить забезпечити безпеку приміщень шляхом постійного моніторингу та оперативного реагування на потенційні загрози. Датчики руху, контролери дверей та вікон, системи відеоспостереження та детектори диму працюватимуть у єдиній мережі, що забезпечить швидке реагування на будь-які нестандартні ситуації. Використання IoT-рішень у безпекових системах дозволяє автоматизувати процеси контролю доступу, фіксуючи несанкціоновані входи, а також передавати тривожні повідомлення у режимі реального часу.

Щоб забезпечити надійне функціонування системи у корпусі університету, необхідно врахувати особливості сучасних бездротових протоколів зв'язку, які відповідають за ефективну взаємодію між датчиками, виконавчими пристроями та центральними хабами. Одним із

найбільш енергоефективних рішень є протокол Zigbee, який використовується для роботи з великою кількістю сенсорів та забезпечує можливість створення сітчастої мережі. це дозволяє масштабувати систему без втрати стабільності, а також зменшує ризик збоїв, оскільки дані можуть передаватися альтернативними способами у разі виходу з ладу окремих вузлів.

Альтернативним рішенням є використання протоколу Z-Wave, який працює на іншій частоті, що мінімізує ризики перешкод від інших бездротових мереж. Він підтримує сітчасту топологію, що забезпечує надійність передавання даних між пристроями. Протокол Z-Wave сумісний із широким спектром пристроїв для автоматизації будівель, що робить його зручним для розширення системи у майбутньому.

Ще одним перспективним протоколом є Bluetooth Low Energy (BLE), який орієнтований на зниження енергоспоживання та ефективну передачу даних на короткі відстані. Його використання дозволяє інтегрувати невеликі датчики, що працюють на батареях протягом кількох років без необхідності заміни живлення. Така технологія є оптимальною для встановлення мобільних сенсорних пристроїв, наприклад, у навчальних аудиторіях та лабораторіях.

У межах охоронних рішень доцільним є застосування протоколу Jeweller, розробленого компанією Ajax. Він спеціалізується на забезпеченні стабільного зв'язку між охоронними датчиками, камерами та централізованими хабами, має високу дальність зв'язку (до 2000 метрів), низьке енергоспоживання та надійний захист від перешкод.

Окрему увагу варто приділити Wi-Fi, який є одним із найбільш поширених стандартів бездротового зв'язку. Завдяки високій пропускну здатності він широко використовується для передачі великих обсягів даних, зокрема відеоспостереження, хмарного моніторингу та онлайн-

управління пристроями. Проте високе енергоспоживання Wi-Fi-обладнання обмежує його застосування для автономних пристроїв, які працюють на батареях.

Крім перерахованих технологій, існують спеціалізовані протоколи для обміну даними між пристроями в IoT-системах. Наприклад, LoRaWAN забезпечує передачу даних на великі відстані з низькою швидкістю, що робить його корисним для сенсорних мереж, які покривають великі території. Протокол MQTT використовується для організації ефективного обміну даними між IoT-пристроями у хмарних середовищах.

Таким чином, вибір бездротового протоколу для моніторингової системи Івано-Франківського корпусу Херсонського державного університету повинен враховувати баланс між дальністю зв'язку, енергоспоживанням, швидкістю передачі даних та рівнем безпеки. Інтеграція сучасних IoT-рішень дозволить не лише покращити контроль за параметрами середовища, а й підвищити безпеку приміщень, оптимізувати витрати на електроенергію та створити ефективну систему управління навчальним простором.

Нижче наведені технічні характеристики видів топологій мереж та популярних протоколів безпроводного зв'язку.

Тип топології	Опис	Приклад застосування	Переваги	Недоліки
Зірка (Star)	Пристрої підключені до центрального вузла.	Wi-Fi, Ethernet	Легкість у налаштуванні	централізованість
Шина (Bus)	Пристрої підключені до одного спільного кабелю.	Старі Ethernet-мережі	Економія на кабелях, проста структура.	Зниження швидкості при збільшенні мережі
Кільце	Пристрої	Оптоволокон	Легке	Вихід з ладу

(Ring)	з'єднані в кільце, дані передаються послідовно.	ні мережі (FDDI)	управління даними в невеликих мережах.	одного з'єднання порушує роботу всієї мережі.
Сітка (Mesh)	Кожен пристрій з'єднаний з кількома іншими, створюючи багато маршрутів передачі даних.	ZigBee, Thread	Висока надійність, самовідновлення зв'язків у разі несправності.	Складність у налаштуванні, висока вартість.
Дерево Ієрархія (Tree)	Ієрархічне поєднання кількох мереж "Зірка"	Корпоративні мережі	Масштабованість	Залежність від основного вузла, складність у реалізації.
Повністю з'єднана (Fully Connected)	Кожен вузол з'єднаний з усіма іншими вузлами.	Критичні мережі	Максимальна надійність, висока швидкість передачі даних	Дуже висока вартість, складність у реалізації.
Гібридна (Hybrid)	Поєднання різних топологій.	Великі IoT-мережі,	Гнучкість, адаптивність до р	Складність у налаштуванні

Таблиця 1.1. Технічні характеристики топологій безпроводних мереж

Технічні характеристики безпроводних протоколів:

Назва	Топологія	Частота	Дальність (м)	Швидкість (кбіт/с)	I(мА) спокій/передача	Максимальна кількість пристроїв
Wi-Fi	Зірка	2.4/5 GHz	до 60/до 500	1000–11*10 ⁶	70–200/100–400	256
Bluetooth	Пара (Point-to-Point)	2,402-2,48 GHz	до 12/до 250	1000	10–50/50–100	7–8

BLE	Пара (Point-to-Point)	2.400 - 2.4835 GHz	10–100	1000	1–10/10– 50	9
Z-Wave	Мережа зірка, решітка	<900 MHz	30–100	40–100	10– 50/20– 100	232
ZigBee	Мережа зірка, решітка	2.4 GHz	10–100	20-250	5–20/10– 20	65000
Thread	Зірка (Star)	868.0 - 868.6 / 868.7 - 869.2 MHz	до 2000	30–50	5–20/20– 40	200
Jeweller	Мережа решітки	868 MHz	2000 - 10000	100 - 600	1–5/10– 50	1 млн+
Sigfox	Мережа решітки	433 868 MHz,	10–15 км	0.3 - 50	1–10/20– 50	1000

Таблиця 1.2. Технічні характеристики безпроводних протоколів

Висновок до 1 розділу

У першому розділі проведено детальний аналіз сучасних технологій моніторингу простору, зокрема з використанням рішень на базі IoT та Wi-Fi, які сприяють ефективному управлінню параметрами середовища в навчальних закладах. особливу увагу приділено інтеграції цих технологій у Івано-Франківському корпусі Херсонського державного університету для поліпшення умов навчання та оптимізації використання енергоресурсів. Застосування IoT-сенсорів дозволяє здійснювати

моніторинг таких важливих параметрів, як температура, вологість, освітленість та рівень газів, що критично важливо для забезпечення комфортних і безпечних умов навчального процесу.

Завдяки використанню бездротових протоколів зв'язку, таких як Zigbee, Z-Wave, Bluetooth Low Energy (BLE) та Wi-Fi, можливе створення надійних і масштабованих систем моніторингу, які зможуть задовольняти потреби в різних навчальних аудиторіях і лабораторіях університету. Кожен з розглянутих протоколів має свої переваги та недоліки, і їх вибір залежить від специфіки приміщення та необхідних параметрів, таких як дальність передачі сигналу, енергоспоживання, швидкість передачі даних та надійність з'єднання.

Використання технологій IoT дозволяє не лише моніторити параметри середовища, але й інтегрувати системи безпеки, що забезпечують оперативне реагування на потенційні загрози. Завдяки високій точності та швидкості реагування датчиків, система буде здатна фіксувати несанкціоновані входи, а також забезпечувати безперервний контроль над охоронними параметрами приміщень. Крім того, виявлення зайнятості аудиторій за допомогою пристроїв, що моніторять кількість підключених Wi-Fi пристроїв, дозволить більш ефективно планувати використання простору і автоматизувати управління навчальним процесом.

Таким чином, інтеграція IoT рішень у систему моніторингу простору університету створить сприятливі умови для навчання та наукової роботи, підвищуючи ефективність використання ресурсів та забезпечуючи високий рівень безпеки. Ці технології дозволять значно покращити контроль за параметрами середовища, забезпечити енергоефективність, знизити витрати на обслуговування будівлі та зробити навчальні процеси більш комфортними. Враховуючи широкі

можливості та високий потенціал бездротових технологій, їх впровадження є важливим кроком для розвитку сучасних навчальних закладів і забезпечення безпеки та комфорту в умовах сучасних вимог для забезпечення якісного навчання

РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ

2.1 Опис спровадження існуючих рішень в приміщеннях ХДУ у місті івано-франківськ

1. Умови роботи освітлення:

Якщо час не входить у робочий період (9:00–17:15), освітлення автоматично вимикається, незалежно від інших умов, окрім фіксації присутності в час до 23.00

Освітленість: Освітленість у аудиторії вимірюється датчиком освітленості. Якщо рівень освітлення в приміщенні знаходиться в діапазоні 300–500 люкс, освітлення вимикається. Якщо рівень нижче 300 люкс, світло вмикається, якщо більше 500 то вимикається.

Присутність: Датчик руху перевіряє наявність осіб у приміщенні. Якщо протягом 3 хвилин у приміщенні не фіксується активність, освітлення вимикається для економії енергії, проте, якщо рух фіксується то світло вмикається, якщо час не перевищує 23.00.

2. Розподіл обладнання:

- 1 датчик руху Aqara Motion Sensor
- 2 датчики освітлення Mi Light Detection Sensor
- 2 вимикачі aqara smart wall switch
- 1 smart home hub

Сценарій роботи:

Перевірка часу: О 9:00 система починає вважати відлік часу робочого дня. З цього часу, якщо зафіксується присутність вперше то почнуть працювати інші інструкції, до фіксації першої присутності світло не вмикається .

О 17:15 система автоматично вимикає всі лампи, якщо за крайні 3 хв не фіксувалося присутності.

Перевірка освітленості:

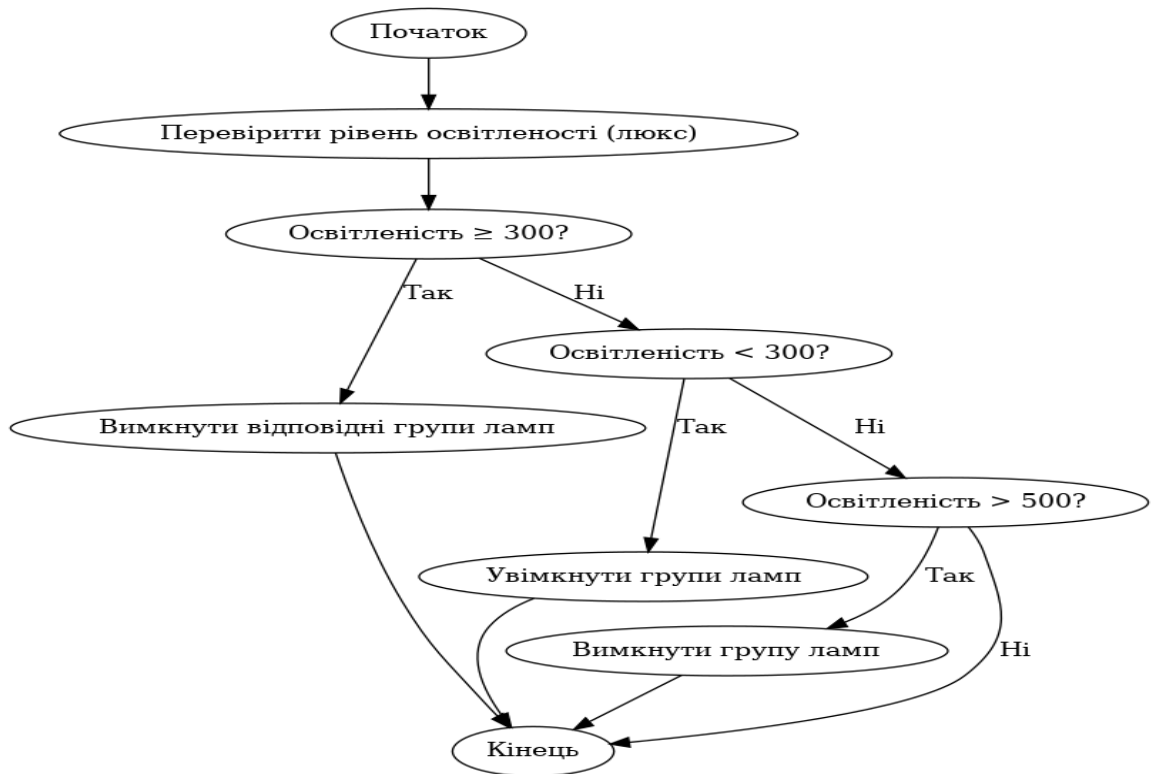


Рисунок 2.1. Блок-схема перевірки рівню освітлення

Виходить що у проміжку 300-500 люкс, що є нормою для освітнього процесу освітлення залишає останній обраний системою стан, за умови "не заперечення" інших інструкцій. Це робиться для запобігання увімкнення та вимкнення ламп кожні 30 секунд, якщо рівень освітлення коливається в крайніх значеннях

Реалізація :

2. Розташування та інтеграція пристроїв

Датчики освітленості: Встановлюються в зоні дії відповідної групи ламп (поблизу кожного вимикача), забезпечують локальне вимірювання рівня люксів для кожної зони.

Розумні вимикачі: Замінюють звичайні вимикачі, кожен з яких

керує своєю групою ламп:

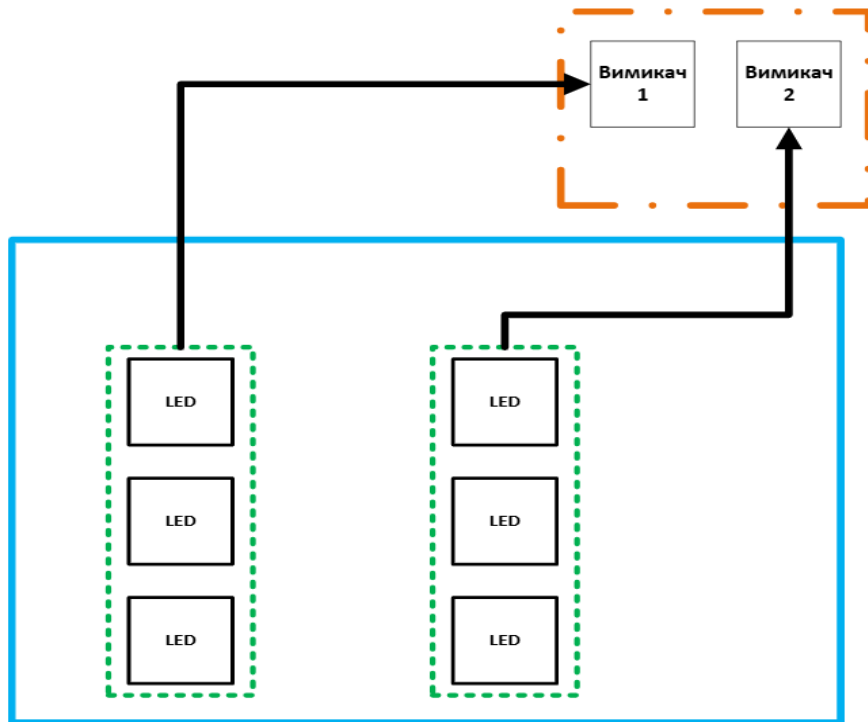


Рисунок 2.2. Влаштування освітлення в однозонних приміщеннях

Сценарії роботи системи

3.1. Управління освітленням за рухом

Кожен датчик руху відповідає за свою зону:

Переробити в блок-схему

Якщо датчик 1 фіксує рух, система дозволяє групам 1 і 2 бути уміжкеними (Якщо рівень освітлення недостатній) .

Якщо датчик 2 фіксує рух, дозволяє групам 4 і 3 бути уміжкеними (Якщо рівень освітлення недостатній

Якщо рух не фіксується протягом 3 хвилин у зоні будь-якого датчика, відповідні групи ламп вимикаються.

3.2. Контроль освітленості

Кожен датчик освітленості аналізує рівень люксів у своїй зоні

кожні 30 секунд:

< 300 люкс: Вмикається відповідна група ламп, якщо датчик руху, відповідальний за ту зону фіксував рух.

300–500 люкс: Лампи залишаються у попередньому встановленому стані. ОКРІМ:

За умови, що не фіксується рух то лампи вимикаються

22

За умови, якщо працює проектор то лампи вимикаються.

500 люкс: Лампи вимикаються.

. Управління за часом

Система перевіряє актуальний час:

З 9:00 до 17:15 освітлення працює за всіма іншими сценаріями після першої фіксації присутності за добу.

З 17:15 до 23:00 освітлення працює лише за умови фіксації руху.

З 23:00 до 8:59 лампи залишаються вимкненими. У разі фіксації руху надсилається сповіщення адміністратору.
Сценарій роботи освітлення в аудиторії 256 з використанням IoT:

Проблематика : В Івано-Франківському корпусі ХДУ використовується багато ламп освітлення. Лампи такого формату споживають 0,036 кВт/год., але враховуючі, що кількість їх - 111 на весь корпус - то той факт, що один прилад, який в неробочій час спожив електроенергії на 5,67 може спричинити витрати до 629 грн за один такий день, що зарік може вилитися у втрати до 30000 грн. Також нижче описані інші сценарії роботи Iot-пристроїв, які опираються на присутність людей у освітлюваній зоні і потребність, праховуючи освітленість або використання дисплейних пристроїв.

1. Умови роботи освітлення:

Преробити в блок-схему:

Час: Якщо час не входить у робочий період (9:00–17:15), освітлення автоматично вимикається, незалежно від інших умов, окрім фіксації присутності в час до 23.00 .

Освітленість: Освітленість у аудиторії вимірюється датчиком освітленості. Якщо рівень освітлення в приміщенні знаходиться в діапазоні 300–500 люкс, освітлення вимикається. Якщо рівень нижче 300 люкс, світло вмикається, якщо більше 500 то вимикається

Проектор: Задля запобігання вимкнення світла при випадковому увімкненні проектора - світло вимикатиметься якщо після увімкнення проектор пропрацює

30-ть секунд. Після вимкнення проектора світло вимикатиметься, якщо інші умови, при яких світло має бути вимкнуте не виконуються

Присутність : Датчик руху перевіряє наявність осіб у приміщенні. Якщо протягом 3 хвилин у приміщенні не фіксується активність, освітлення вимикається для економії енергії, проте, якщо рух фіксується то світло вмикається, якщо час не перевищує 23.00.

Розподіл обладнання:

Порівняння варіантів системи моніторингу приміщень

Для впровадження системи моніторингу приміщень університету можна розглянути три варіанти: бюджетний, оптимальний та преміальний. Вони відрізняються за вартістю, функціональністю та можливостями інтеграції з іншими системами.

Бюджетний варіант

Цей варіант передбачає використання мінімальної кількості

сенсорів та базових пристроїв для моніторингу.

Компонент	Модель	Кількість	Ціна за одиницю (USD)	Загальна вартість (USD)
Датчик руху	Aqara Motion Sensor	2	14.47	28.95
Датчик освітленості	Mi Light Detection Sensor	2	12.06	24.12
Розумний вимикач	Aqara Smart Wall Switch	2	13.51	27.02
Хаб	Mi Smart Home Gateway	1	26.51	26.51
Загальна вартість	-	-	-	106.6

Таблиця 2.1. Готове рішення 1

Зв'язок: Wi-Fi.

Обробка даних: локальний сервер або хмарна платформа з обмеженою функціональністю.

Переваги: низька вартість, простота впровадження.

Недоліки: обмежена точність та масштабованість.

Оптимальний варіант

Цей варіант містить більш широкий набір датчиків та можливість автоматизованого управління енергоспоживанням.

Компонент	Модель	Кількість	Ціна за одиницю (USD)	Загальна вартість (USD)
Датчик руху	Aqara Motion Sensor	4	14.47	57.88

Датчик освітленості	Mi Light Detection Sensor	4	12.06	48.24
Датчик температури та вологості	Aqara Temperature Sensor	4	15.00	60.00
Датчик рівня CO ₂	Netatmo Smart Indoor Air Quality Monitor	2	99.99	199.98
Розумний вимикач	Aqara Smart Wall Switch	4	13.51	54.04
Розумна розетка	Mi Smart Plug (EU)	2	19.30	38.60
Хаб	Mi Smart Home Gateway	1	26.51	26.51
Загальна вартість	-	-	-	485.25

Таблиця 2.2. Готове рішення 2

Зв'язок: Wi-Fi + Zigbee.

Обробка даних: сервер університету або інтеграція з існуючими Smart University платформами.

Переваги: баланс між вартістю та функціональністю, можливість масштабування.

Недоліки: потребує налаштування інфраструктури та технічного супроводу.

Преміальний варіант

Цей варіант пропонує максимальну автоматизацію та інтеграцію з іншими смарт-системами.

Компонент	Модель	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
-----------	--------	-----------	-----------------	-------------------

			(USD)	(USD)
Датчик руху	Aqara Motion Sensor	6	14.47	86.82
Датчик освітленості	Mi Light Detection Sensor	6	12.06	72.36
Датчик температури та вологості	Aqara Temperature Sensor	6	15.00	90.00
Датчик рівня CO ₂	Netatmo Smart Indoor Air Quality Monitor	4	99.99	399.96
Датчик звукового фону	Netatmo Smart Sound Sensor	2	79.99	159.98
Датчик присутності	Hue Indoor Motion Sensor	2	34.99	69.98
Розумний вимикач	Aqara Smart Wall Switch	6	13.51	81.06
Розумна розетка	Mi Smart Plug (EU)	4	19.30	77.20
Хаб	Mi Smart Home Gateway	2	26.51	53.02
Загальна вартість	-	-	-	1090.38

Таблиця 2.3. Готове рішення 3

Зв'язок: Wi-Fi, Zigbee, Bluetooth Mesh.

Обробка даних: потужні сервери з машинним навчанням для прогнозування завантаженості приміщень.

Переваги: висока точність, гнучкість, інтеграція зі Smart University.

Недоліки: висока вартість, складність налаштування.

Таким чином, вибір варіанту залежить від бюджету та потреб університету. Бюджетний варіант підійде для тестування, оптимальний — для повноцінного використання, а преміальний — для масштабних проєктів з високим рівнем автоматизації.

В аудиторії встановлено 15 LED ламп, які підключені до 4 вимикачів відповідно до схеми (Рис.1)

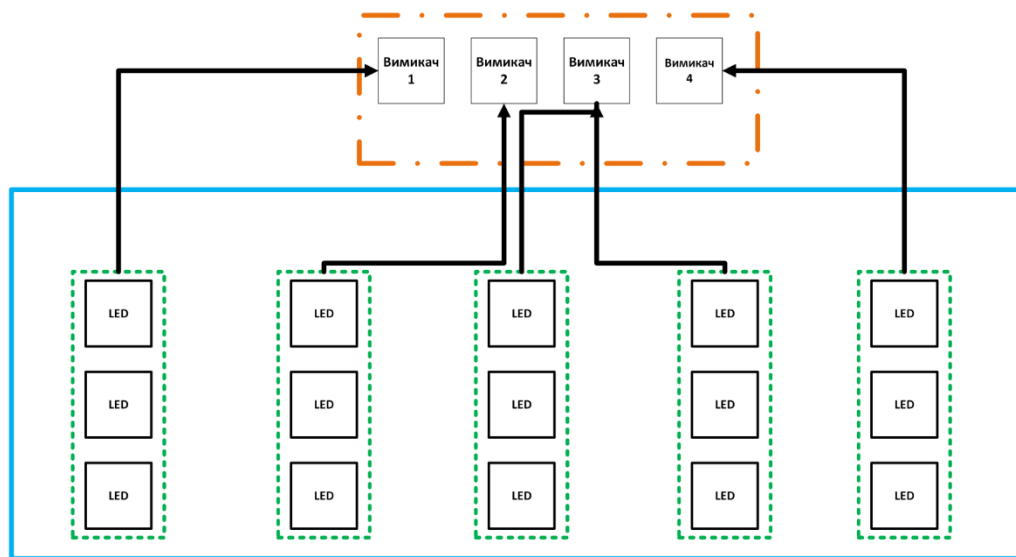


Рисунок 2.3. Влаштування освітлення в аудиторії 24

Усі вимикачі замінюємо на розумні вимикачі, які дозволяють автоматизацію через IoT.

4. Сценарій роботи:

Перевірка часу:

Переробити блок-схему:

О 9:00 система починає вважати відлік часу робочого дня. З цього часу, якщо зафіксується присутність вперше то почнуть працювати інші інструкції, до

фіксації першої присутності світло не вмикається .

О 17:15 система автоматично вимикає всі лампи, якщо за крайні 3 хв не фіксувалося присутності.

Перевірка освітленості:

Датчик освітленості перевіряє рівень люксів кожні 30 секунд.

Якщо освітленість ≥ 300 люкс, система вимикає відповідні групи ламп.

Якщо освітленість < 300 люкс, система вмикає групи ламп.

Якщо освітленість > 500 люкс, система вимикає групи ламп.

Виходить що у проміжку 300-500 люкс, що є нормою для освітнього процесу

освітлення залишає останній обраний системою стан, за умови "не заперечення" інших інструкцій. Це робиться для запобігання увімкнення та вимкнення ламп кожні 30 секунд, якщо рівень освітлення коливається в крайніх значеннях

Проектор: При увімкненні проектора вимикаються всі лампи.

Активність у приміщенні: Якщо датчик руху не фіксує присутність людей протягом 3 хвилин, система вимикає освітлення.

При появі руху світло автоматично вмикається залежно від рівня освітленості та стану проектора та часу.

5. Примітки: Контролер може бути запрограмований для надсилання сповіщень адміністратору у разі аварійного вимкнення ламп, фіксації присутності з 23.01 до 8.00.

Реалізація : Розташування та інтеграція пристроїв

У цьому блоці додати план будівлі з ІОТ пристроями

Датчики руху:

Датчик 1: Встановлюється у першій половині аудиторії, охоплює зони, які відповідають за групи ламп, підключені до вимикачів 1 і 2.

Датчик 2: Розташовується у другій половині аудиторії, відповідає за групи ламп, підключені до вимикачів 3 і 4.

Датчики освітленості: Встановлюються в зоні дії відповідної групи ламп

(поблизу кожного вимикача), забезпечують локальне вимірювання рівня люксів для кожної зони.

Розумні вимикачі:

Замінюють звичайні вимикачі, кожен з яких керує своєю групою ламп:

Вимикач 1: Керує 3 лампами (група 1).

Вимикач 2: Керує 3 лампами (група 2).

Вимикач 3: Керує 6 лампами (група 3).

Вимикач 4: Керує 3 лампами (група 4).

Розумна розетка: Використовується для підключення проектора.
Стан розетки

визначає споживання електроенергії: якщо споживання вище певного порогу (наприклад, 20 Вт), система вважає, що проектор увімкнений.

Сценарії роботи системи

Управління освітленням за рухом

Кожен датчик руху відповідає за свою зону: Якщо датчик 1 фіксує рух, система дозволяє групам 1 і 2 бути увімкненими (Якщо рівень освітлення недостатній) .

Якщо датчик 2 фіксує рух, дозволяє групам 4 і 3 бути увімкненими (Якщо рівень освітлення недостатній)

Якщо рух не фіксується протягом 3 хвилин у зоні будь-якого датчика, відповідні групи ламп вимикаються.

Контроль освітленості

Кожен датчик освітленості аналізує рівень люксів у своїй зоні кожні 30 секунд:

< 300 люкс: Вмикається відповідна група ламп, якщо датчик руху, відповідальний за ту зону фіксував рух.

300–500 люкс: Лампи залишаються у попередньому встановленому стані. ОКРІМ:

За умови, що не фіксується рух то лампи вимикаються.

За умови, якщо працює проектор то лампи вимикаються.

500 люкс: Лампи вимикаються.

Робота з проектором.

Розумна розетка відстежує споживання електроенергії:

Якщо розетка фіксує споживання > 20 Вт протягом 30 секунд, система вимикає всі лампи.

Якщо проектор вимикається (споживання < 5 Вт), управління освітленням виконується відповідно до інших умов (рух, освітленість).

Управління за часом

Система перевіряє актуальний час: З 9:00 до 17:15 освітлення працює за всіма іншими сценаріями після першої фіксації присутності за добу. З 17:15 до 23:00 освітлення працює лише за умови фіксації руху. З 23:00 до 8:59 лампи

залишаються вимкненими. У разі фіксації руху надсилається сповіщення адміністратору.

Сценарій роботи температурного режиму в аудиторії 256 з використанням IoT:

Проблематика: Опалення і охолодження в Івано-Франківському корпусі ХДУ здійснюється завдяки кондиціонерам моделі Midea MSAG-12HRFN8-I/MSAG-12HRFN8-0. Заявлене споживання електроенергії якого в режимі опалення та охолодження - 0.98 кВт/год. та - 1.01кВт/год. відповідно. Якщо припустити, що хтось забув вимкнути кондиціонер і він пропрацював непотрібні 15.75 годин то втрати з одного кондиціонера за кожен такий день будуть 150-160 грн., в залежності від режиму роботи та ціни на електроенергію для підприємств, яка в рази вище ніж для споживачів житлового фонду. Економія може досягати 92000 гривень, якщо врахувати що кількість таких кондиціонерів в корпусі - 16. Також задля додаткової економії нижче прописаний сценарій роботи і співпраці Iot елементів з кондиціонером

Умови: Має підтримуватися температура 20-22 градусів по Цельсію

Умови

Розклад зайняття аудиторії: Можливість задання розкладу заняття аудиторії. Якщо за розкладом аудиторія планується бути зайнятою то за годину дозволяється робота кондиціонеру. Це базова умова : якщо у розкладі не планується нічого через годину - то кондиціонер буде вимкнений . усі наступні

інструкції працюватимуть тільки за умови виконання цієї. За замовчуванням за графіком 9-17.15 "планується зайняття аудиторії"

2. Вікна : Якщо датчики на вікнах одному або декількох вікнах аудиторії фіксують відкрите положення протягом 30 секунд то кондиціонер вимикається

3. Температура : Температура має бути виставлена на 22 градуси.

Тільки в залежності від температури ззовні кондиціонер має працювати на обігрів або на охолодження: Якщо температура ззовні <15 то встановлюється обігрів доки температура ззовні нестане 22, коли він увімкнеться на охолодження до тих пір поки температура ззовні не знизиться до 15

4.Присутність: В залежності від реалізації або приміненню умови 1 можна реалізувати дозволяти увімкнення , відповідно до інших умов при фіксації датчиками присутності описаним у сценарії 1 (Освітлення)

Технічна реалізація :

Необхідне обладнання

Характеристика	Варіант 1 (Датчики руху, освітлення, розетки)	Варіант 2 (ІЧ-контролери, датчики відкриття)
Основне призначення	Моніторинг освітлення та присутності людей, автоматизація електроспоживання	Контроль доступу, автоматизація кліматичних систем
Пристрої	Датчики руху, освітлення, розетки, вимикачі	ІЧ-контролери, датчики відкриття
Вартість системи	177,03 у.о.	118,17 у.о.
Гнучкість у використанні	Висока, можливість розширення сенсорної мережі	Середня, більше підходить для безпеки та керування пристроями з ІЧ-портами
Сумісність	Aqara, Xiaomi	Aqara, Xiaomi
Простота встановлення	Легке налаштування, мінімальне втручання	Потребує налаштування сценаріїв для ІЧ-пристроїв

Таблиця 2.4.Готове рішення 4

2.2 Автоматизоване управління освітленням та енергоспоживанням

. Сценарії роботи системи

Умова 1: Розклад заняття аудиторії

Налаштування розкладу: Розклад задається в додатку Xiaomi Home (за замовчуванням 9:00–17:15). Якщо за годину заплановано заняття, кондиціонерам дозволяється працювати, інакше вони вимикаються.

Умова 2: Контроль стану вікон

Якщо будь-який датчик вікон фіксує відкриття >30 секунд, кондиціонери вимикаються.

Якщо вікно відкрите >30 секунд то через ІЧ контроллер подається сигнал до вимкнення

Датчики дверей/вікон надсилають сигнал до Smart Home Hub, який передає команду ІЧ-контролерам.

Умова 3: Контроль температури

Алгоритм роботи: Температура ззовні отримується через API сервісу погоди.

Якщо температура ззовні $<15^{\circ}\text{C}$ - то в системі фіксується режим обігріву для кондиціонерів.

Якщо температура ззовні $>22^{\circ}$ - то в системі фіксується режим охолодження для кондиціонерів

Якщо температура ззовні в межах $15\text{--}22^{\circ}\text{C}$ - то кондиціонери не працюють.

Технічна реалізація: Інтеграція з API погоди: Використання стороннього сервісу (наприклад, OpenWeatherMap) для отримання

температури ззовні через серверний скрипт або локальний сервер з інтеграцією в Xiaomi Home.

Автоматизація:

Умова: "Якщо зовнішня температура $<15^{\circ}\text{C}$ - то зафіксувати режим обігрів".

Умова: "Якщо зовнішня температура $>22^{\circ}\text{C}$ - то зафіксувати режим охолодження".

В незалежності від режиму роботи кондиціонеру температура виставлена на ньому - 22

Команди передаються на кондиціонери через ІЧ-контролери.

Умова 4: Присутність

Дія:Якщо датчики руху фіксують присутність у приміщенні, робота кондиціонерів дозволяється за дотримання всіх попередніх умов.

Деякі особливості подачі сигналу кондиціонеру. Оскільки при дізнатися поточний стан кондиціонеру неможливо то поточний стан кондиціонеру, який від нього вимагається забивається систему і передається кожні 12 секунд через ІЧ-Контроллер.

При зміні стану посилається позачерговий сигнал миттєво
Робота кондиціонерів в аудиторії з двома та трьома вікнами
Умови

1. Розклад зайняття аудиторії:Можливість задання розкладу заняття аудиторії. Якщо за розкладом аудиторія планується бути зайнятою то за годину дозволяється робота кондиціонеру. Це базова умова : якщо у розкладі не планується нічого через годину - то кондиціонер буде вимкнений . усі наступні інструкції працюватимуть тільки за умови виконання цієї. За замовчуванням за графіком 9-17.15 "планується зайняття аудиторії"

2.Вікна :Якщо датчики на вікнах одному або декількох вікнах аудиторії фіксують відкрите положення протягом 30 секунд то кондиционер вимикається

3.Температура : Температура має бути виставлена на 22 градуси. Тільки в залежності від температури ззовні кондиціонер має працювати на обігрів або на охолодження: Якщо температура ззовні <15 то встановлюється обігрів допоки температура ззовні не стане 22, коли він увімкнеться на охолодження до тих пір поки температура ззовні не знизиться до 15

4.Присутність: В залежності від реалізації або приміненню умови 1 можна реалізувати дозволяти увімкнення , відповідно до інших умов при фіксації датчиками присутності описаним у сценарії 1 (Освітлення)

Технічна реалізація :

Необхідне обладнання :

Варіант 1: Система моніторингу з 1 ІЧ-контролером, 2-3 датчиками відкриття та хабом

Назва пристрою	Кількість	Модель	Ціна	Вартість(2)	Вартість(3)
ІЧ-контролер	1	Mi Smart IR Remote Controller	12,06	12,06	12,06
Датчик відкриття	2-3	Aqara Door and Window Sensor	16,88	33,77	50,65
Хаб	1	Mi Smart Home Hub	26,51	26,51	26,51

Таблиця 2.5.Готове рішення 5

Опис:

Цей варіант системи моніторингу використовує поєднання інфрачервоних контролерів та датчиків відкриття дверей, що дозволяє

автоматизувати як контроль доступу, так і управління кліматом у приміщенні. Ідеально підходить для створення розумного простору, де необхідно забезпечити безпеку та комфорт.

Порівняння варіантів:

Вартість: Система з 1 ІЧ-контролером та 2-3 датчиками відкриття має загальну вартість від 72,34 до 89,22 у.о. (залежно від кількості датчиків).

Гнучкість використання: Дозволяє налаштувати систему для різних типів приміщень: від офісів до навчальних кімнат чи житлових зон.

Призначення: Ця система підходить для автоматизації клімату та забезпечення безпеки у приміщеннях. За допомогою ІЧ-контролера можна управляти обладнанням, а датчики відкриття забезпечують контроль за станом дверей і вікон.

Сумісність: Підтримує екосистему Xiaomi/Aqara, що дозволяє інтегрувати пристрої в єдину систему розумного дому.

Таким чином, ця система є досить гнучкою і зручною в експлуатації для невеликих приміщень, де потрібно забезпечити безпеку та автоматизацію процесів.

Варіант 1: Система з 1 ІЧ-контролером, 2 датчиками відкриття та хабом

Назва пристрою	Кількість	Модель	Ціна	Вартість(2)	Вартість(3)
ІЧ-контролер	1	Mi Smart IR Remote Controller	12,06	12,06	12,06
Датчик відкриття	2	Aqara Door and Window Sensor	16,88	33,77	33,77

Назва пристрою	Кількість	Модель	Ціна	Вартість(2)	Вартість(3)
Хаб	1	Mi Smart Home Hub	26,51	26,51	26,51

Таблиця 2.6. Готове рішення 6

Опис:

Цей варіант включає основні компоненти для моніторингу дверей і вікон, а також керування кліматом через ІЧ-контролер. Це базова система для створення «розумного» простору з початковим набором функцій.

Порівняння:

Вартість: 72,34 у.о.

Функціональність: Просте налаштування з мінімальними витратами.

Призначення: Підходить для контролю доступу та управління кліматом в одному приміщенні.

Варіант 2: Система з 1 ІЧ-контролером, 3 датчиками відкриття та хабом

Назва пристрою	Кількість	Модель	Ціна	Вартість(2)	Вартість(3)
ІЧ-контролер	1	Mi Smart IR Remote Controller	12,06	12,06	12,06
Датчик відкриття	3	Aqara Door and Window Sensor	16,88	50,65	50,65
Хаб	1	Mi Smart Home Hub	26,51	26,51	26,51

Таблиця 2.10. Готове рішення 10

Опис:

Цей варіант системи використовує більше датчиків відкриття, що

дає змогу моніторити більше дверей чи вікон в одному приміщенні або в кількох кімнатах. Ідеально для більшого простору або більшої кількості точок доступу.

Порівняння:

Вартість: 89,22 у.о.

Функціональність: Можливість контролювати додаткові точки доступу в межах одного приміщення.

Призначення: Підходить для більш складних або багатокімнатних просторів.

Варіант 3: Система з 2 ІЧ-контролерами, 2 датчиками відкриття та хабом

Назва пристрою	Кількість	Модель	Ціна	Вартість(2)	Вартість(3)
ІЧ-контролер	2	Mi Smart IR Remote Controller	12,06	24,12	24,12
Датчик відкриття	2	Aqara Door and Window Sensor	16,88	33,77	33,77
Хаб	1	Mi Smart Home Hub	26,51	26,51	26,51

Таблиця 2.7. Готове рішення 7

Опис:

Цей варіант збільшує кількість ІЧ-контролерів для покращення управління побутовими пристроями, що використовують інфрачервоне управління. Це підходить для більш складних задач автоматизації, де потрібно контролювати більше пристроїв.

Порівняння:

Вартість: 84,40 у.о.

Функціональність: Кращий контроль над побутовими пристроями

завдяки додатковим ІЧ-контролерам.

Призначення: Підходить для більших або складніших приміщень з кількома точками доступу.

Варіант 4: Система з 2 ІЧ-контролерами, 3 датчиками відкриття та хабом

Назва пристрою	Кількість	Модель	Ціна	Вартість(2)	Вартість(3)
ІЧ-контролер	2	Mi Smart IR Remote Controller	12,06	24,12	24,12
Датчик відкриття	3	Aqara Door and Window Sensor	16,88	50,65	50,65
Хаб	1	Mi Smart Home Hub	26,51	26,51	26,51

Таблиця 2.8.Готове рішення 8

Опис:

Цей варіант надає можливість для більш комплексної автоматизації та контролю, забезпечуючи більшу кількість датчиків і пристроїв для моніторингу. Це підходить для великих приміщень або для кількох зон в межах одного будинку чи офісу.

Порівняння:

Вартість: 101,28 у.о.

Функціональність: Найбільша кількість пристроїв для гнучкого управління та моніторингу.

Призначення: Ідеально для великих або багатофункціональних приміщень, де потрібно багато точок доступу і контроль за кількома зонами.

Загальні порівняння для всіх варіантів:

Варіант	Вартість	Кількість пристроїв	Призначення
Варіант 1	72,34	4	Просте рішення для базового моніторингу
Варіант 2	89,22	5	Більш складна система для кількох точок доступу
Варіант 3	84,40	5	Додатковий контроль над побутовими пристроями
Варіант 4	101,28	6	Комплексна система для великих приміщень

Таблиця 2.9. Порівняння рішень

Кожен варіант має свої переваги залежно від необхідних функцій і розміру приміщення, що підлягає автоматизації.

2. Сценарії роботи системи

Умова 1: Розклад заняття аудиторії

Налаштування розкладу: Розклад задається в додатку Xiaomi Home (за замовчуванням 9:00–17:15). Якщо за годину заплановано заняття, кондиціонерам дозволяється працювати, інакше вони вимикаються.

Умова 2: Контроль стану вікон

Якщо будь-який датчик вікон фіксує відкриття >30 секунд, кондиціонери вимикаються.

Якщо вікно відкрите >30 секунд то через ІЧ контроллер подається сигнал до вимкнення

Датчики дверей/вікон надсилають сигнал до Smart Home Hub, який передає команду ІЧ-контролерам.

Умова 3: Контроль температури

Алгоритм роботи: Температура ззовні отримується через API сервісу погоди.

Якщо температура ззовні $<15^{\circ}\text{C}$ - то в системі фіксується режим обігріву для кондиціонерів.

Якщо температура ззовні $>22^{\circ}$ - то в системі фіксується режим охолодження для кондиціонерів.

Якщо температура ззовні в межах $15\text{--}22^{\circ}\text{C}$ - то кондиціонери не працюють.

Технічна реалізація Інтеграція з API погоди: Використання стороннього сервісу (наприклад, OpenWeatherMap) для отримання температури ззовні через серверний скрипт або локальний сервер з інтеграцією в Xiaomi Home.

Автоматизація:

Умова: "Якщо зовнішня температура $<15^{\circ}\text{C}$ - то зафіксувати режим обігрів".

Умова: "Якщо зовнішня температура $>22^{\circ}\text{C}$ - то зафіксувати режим охолодження".

В незалежності від режиму роботи кондиціонеру температура виставлена на ньому - 22

Команди передаються на кондиціонери через ІЧ-контролери.

Висновок до розділу 2

У другому розділі було розглянуто детальний процес розробки системи моніторингу простору на основі IoT-сенсорів та Wi-Fi-технологій, що дозволяє ефективно контролювати умови у навчальних приміщеннях. Особливу увагу було приділено впровадженню існуючих рішень у приміщеннях Івано-Франківського корпусу Херсонського державного університету. Було розглянуто принципи роботи системи, її архітектуру, вибір обладнання та сценарії взаємодії пристроїв у рамках єдиної мережі моніторингу.

Запропоновані алгоритми роботи освітлення та кліматичного контролю на основі датчиків освітленості, руху та температури дозволяють значно оптимізувати споживання енергоресурсів та створити комфортні умови для навчального процесу. Використання розумних розеток, вимикачів та сенсорів дозволяє забезпечити гнучке управління електроприладами та інтеграцію їх у загальну систему автоматизації. Зокрема, розроблено сценарії керування освітленням та кондиціонуванням повітря залежно від часу доби, присутності людей та рівня природного освітлення.

Крім того, було розглянуто різні підходи до оптимізації взаємодії між компонентами системи, зокрема використання бездротових протоколів зв'язку, таких як Wi-Fi, Zigbee, Z-Wave та інших. Оцінено їхню ефективність та обґрунтовано вибір відповідних технологій для впровадження в освітнє середовище.

Загалом, реалізація запропонованої системи сприятиме підвищенню ефективності використання приміщень, зменшенню витрат на електроенергію та покращенню умов навчання в університеті. Впровадження таких технологій є важливим етапом у розвитку сучасних освітніх закладів та створенні "розумного" навчального середовища.

Також перспективним напрямом є подальша інтеграція системи з іншими автоматизованими рішеннями для підвищення рівня безпеки та екологічності навчальних приміщень.

РОЗДІЛ 3 ВЛАСНІ ПРОТОТИПИ ПРИСТРОЇВ

3.1 Розробка та опис пристроїв

У межах цього дослідження було розроблено два пристрої на базі мікроконтролерів ESP8266, які виконують різні функції збору та аналізу даних у бездротовій мережі. Обидва пристрої є частиною розумної системи моніторингу та позиціонування, що працює в режимі реального часу та забезпечує інтеграцію з іншими IoT-рішеннями. Перший пристрій є сенсорною системою для вимірювання параметрів навколишнього середовища, зокрема температури, вологості та наявності газів. Він уже реалізований та функціонує як окремий модуль, що передає зібрані дані у центральний сервер або інші пристрої мережі через Wi-Fi-з'єднання. Ця система може бути використана для екологічного моніторингу, керування мікрокліматом у приміщеннях або для систем безпеки. Другий пристрій являє собою локальну систему визначення положення на основі трьох мікроконтролерів ESP8266. Вона працює за принципом аналізу рівня сигналу Wi-Fi, що дозволяє визначати місцезнаходження об'єкта у межах контрольованого простору. Такий підхід може бути застосований у логістиці, системах безпеки та автоматизації, де необхідне точне визначення позиції без використання GPS. У системі використовуються три вузли, що приймають сигнали від пристрою, аналізують рівень потужності сигналу та обчислюють відстань до нього. Надалі детально розглянуто кожен із розроблених пристроїв, їхню конструкцію, алгоритми роботи та можливі сфери застосування.

Датчик умов наколишнього середовища

Вибір компонентів системи:

Для реалізації завдання було обрано мікроконтролер ESP8266 завдяки його підтримці Wi-Fi і можливості передавання даних до

хмарного сервісу. Для вимірювання параметрів середовища використовуються:

Сенсор DHT11 для зчитування температури та вологості.

Сенсор MQ-135 для визначення концентрації газів.

Характеристика	ESP8266	DHT11	MQ-135
Тип	Wi-Fi мікроконтролер	Датчик температури та вологості	Газовий датчик (якості повітря)
Живлення	3.0 – 3.6 В (зазвичай 3.3 В)	3.0 – 5.5 В	5 В
Споживання струму	До 250 мА при передачі Wi-Fi	~0.5 – 2.5 мА	~150 мА при нагріванні
Процесор	32-bit RISC Tensilica L106, 80/160 МГц	—	—
ОЗП / Flash	64 КБ інструкцій / до 4 МБ Flash	—	—
Wi-Fi	802.11 b/g/n	Немає	Немає
I/O	GPIO, PWM, UART, SPI, I2C	1 цифровий пін	Аналоговий та цифровий вихід
Діапазон температур	-40°C до +125°C	0°C до +50°C	-10°C до +50°C
Температурна точність	—	±2°C	—
Діапазон вологості	—	20–80% RH	—
Вологісна точність	—	±5% RH	—
Чутливість до газів	—	—	NH ₃ , NO _x , спирт, бензол, дим, CO ₂ тощо
Час відгуку	—	<1 сек	10–30 сек
Час стабілізації	—	—	24–48 годин після першого вмикання

Таблиця 3.1. Технічні характеристики компонентів пристрою

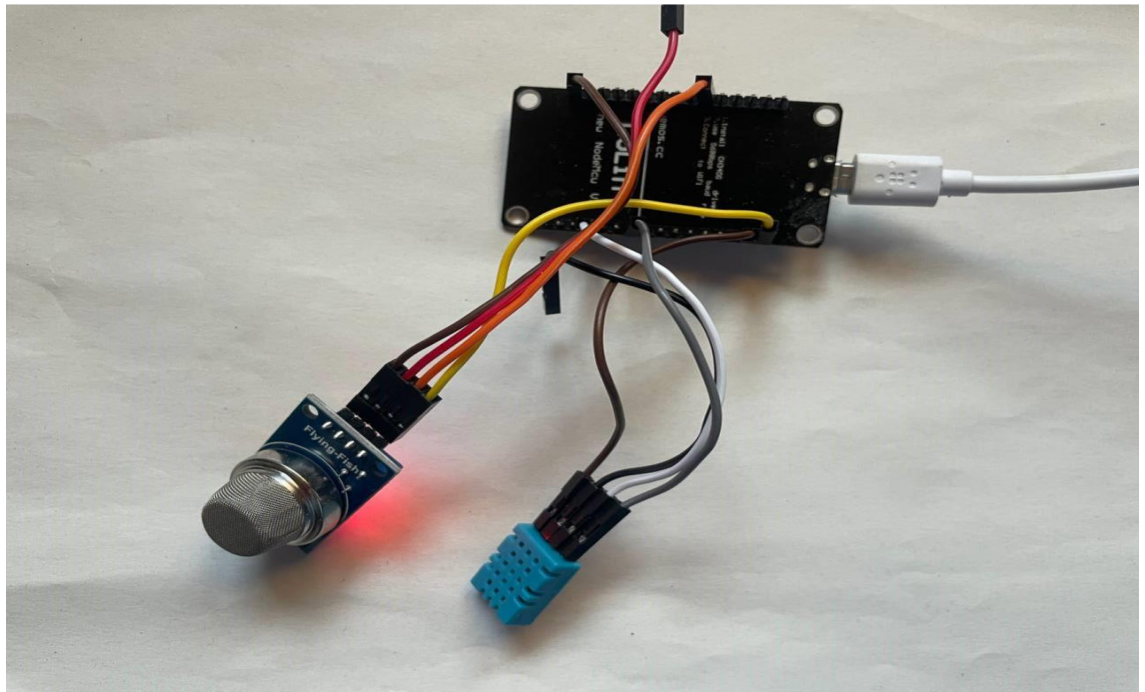


Рисунок 3.1. Фотографія прототипу пристроїв

Складання схеми підключення:

Було побудовано схему, яка включає підключення обох сенсорів до ESP8266:

DHT11:

VCC → 3V

OUT → D2 (GPIO4)

GND → G

MQ-135:

VCC → 3V

A0 → A0

GND → G

Нижче представлена схема підключення елементів :

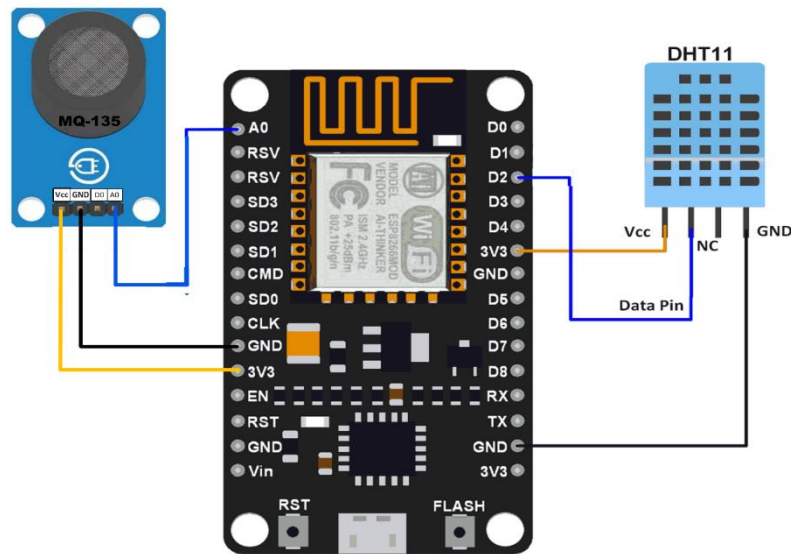


Рисунок 3.2. Схема підключення датчиків до мікроконтроллера

Для DHT11

було додатково розглянуто використання підтягувального резистора між VCC і OUT(Data Pin) для стабільнішої роботи, однак у тестовому режимі система працює без нього.

Налаштування програмного забезпечення:

Для взаємодії з сенсорами було написано програму, що дозволяє зчитувати дані та передавати їх до сервера через Wi-Fi.

Для DHT11 використано бібліотеку DHT.h.

Для обробки даних з MQ-135 було проведено перетворення аналогового сигналу в значення напруги та визначено формулу для подальших обчислень концентрації газів.

Тестування зчитування даних:

Система успішно передає показники сенсора DHT11 до серійного монітора. Для сенсора MQ-135 напруга зчитується через пін A0 і конвертується в цифровий формат.

Передача даних:

Написаний код забезпечує передавання отриманих значень до сервісу ThingSpeak, де вони відображаються у вигляді графіків.

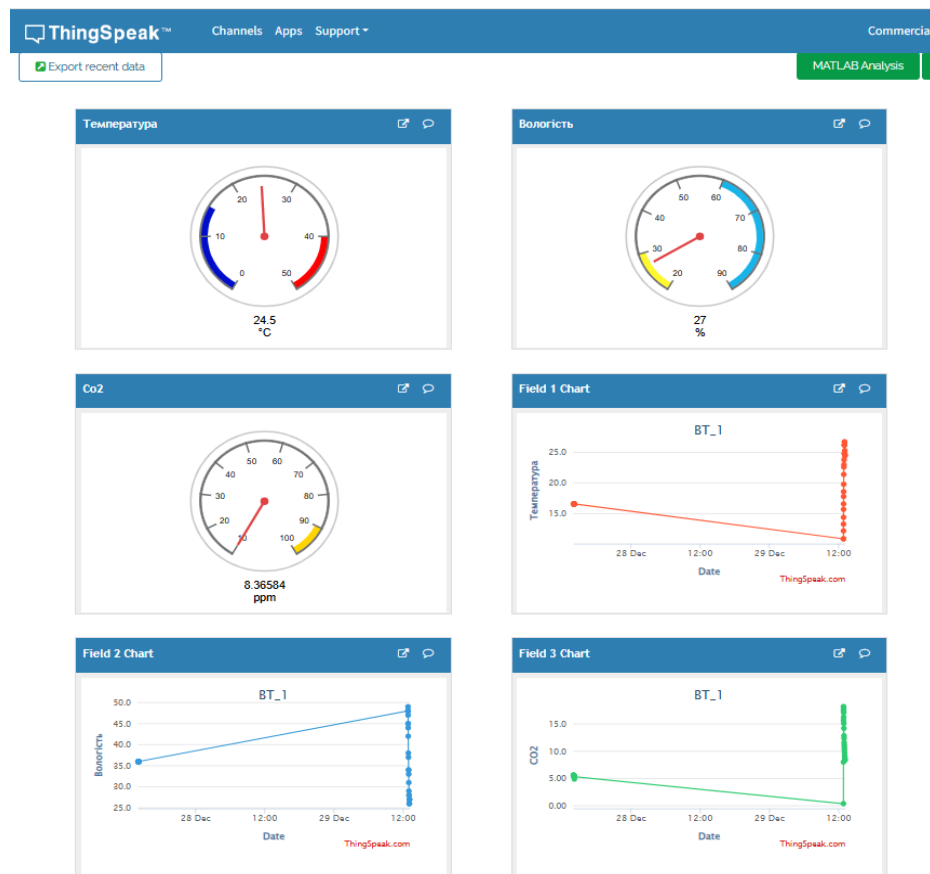


Рисунок 3.3. Скріншот виводу даних на платформу ThingSpeak

У майбутньому передбачається інтеграція з іншими сервісами, зокрема розглядається інтеграція з сервісами ХДУ через API, що дозволить автоматизувати збір, обробку та візуалізацію даних у реальному часі, забезпечуючи доступ до аналітики через веб-інтерфейс або мобільний додаток. Це відкриє можливості для створення адаптивних систем управління

середовищем, що реагуватимуть на зміни параметрів простору та оптимізуватимуть використання ресурсів.

3.2 Потенційне використання

Робота, виконана під час створення та налаштування пристрою на основі ESP8266 з підключенням датчиків DHT11 та MQ-135, має значний потенціал для інтеграції в освітнє середовище та IoT-системи, зокрема для автоматизованого моніторингу якості повітря в аудиторіях, створення "розумних" навчальних просторів, а також розробки навчальних програм з IoT для студентів, що дозволить їм на практиці вивчати принципи роботи мікроконтролерів, сенсорів та бездротових мереж.

Використання в освітніх сервісах ХДУ

Моніторинг стану повітря в аудиторіях університету на основі IoT-технологій є перспективним напрямом автоматизації освітнього середовища. Використання Wi-Fi-модуля **ESP8266** дозволяє передавати дані на платформу **ThingSpeak**, що забезпечує можливість їх подальшої інтеграції в цифрові освітні сервіси ХДУ. Це створює умови для оперативного аналізу параметрів мікроклімату в навчальних приміщеннях, включаючи рівень вуглекислого газу та інших газів (ppm), температуру й вологість. Відображення цих показників у зручному інтерфейсі дає змогу викладачам і адміністрації оцінювати комфортність навчального середовища та вчасно вживати заходів для його покращення. Окрім цього, інтеграція такої системи в освітній процес сприяє розвитку аналітичного мислення студентів, оскільки вони можуть використовувати отримані дані для побудови графіків, моделювання залежностей між параметрами повітря та розробки власних програм для аналізу зібраної інформації. Це не лише підвищує рівень цифрової грамотності, а й сприяє практичному засвоєнню концепцій IoT, хмарних технологій та обробки даних.

Розширення в IoT-системах

Застосування розробленого пристрою на базі **ESP8266** та сенсорів

для моніторингу параметрів повітря має значний потенціал для інтеграції в **системи розумних будівель**, де його можна використовувати для автоматичного регулювання вентиляції та опалення залежно від рівня вуглекислого газу,

вологості й температури. Це дозволяє не лише підвищити комфортність приміщень, а й знизити енергоспоживання за рахунок оптимізації роботи кліматичних систем. Окрім цього, пристрій може бути застосований у **системах екологічного моніторингу**, де його використання на відкритих майданчиках сприятиме збору даних щодо рівня забруднення повітря в міських умовах, що є важливим аспектом контролю екологічної ситуації. Доступність даних через платформу **ThingSpeak** відкриває широкі можливості для реалізації **індивідуальних IoT-проектів**, зокрема створення мобільних застосунків для оповіщення про забруднення повітря в режимі реального часу. Однією з ключових переваг запропонованого рішення є його **масштабованість** та можливість інтеграції з іншими IoT-сервісами та хмарними платформами, що забезпечує легке підключення додаткових пристроїв і централізоване відображення зібраної інформації. Крім того, система може бути використана в освітніх програмах для практичного вивчення IoT-рішень, що сприятиме розвитку компетенцій студентів у сфері інноваційних технологій.

Розроблена система модулів для відслідковування осіб у приміщеннях базується на використанні Wi-Fi-модулів **ESP8266**, які працюють у режимі пасивного сканування бездротових сигналів. Основний принцип функціонування полягає в аналізі потужності отриманого Wi-Fi-сигналу (RSSI) для визначення відстані до пристрою та подальшої триангуляції його місцезнаходження. У контрольованому просторі розміщуються три модулі ESP8266, що розташовані у вигляді рівностороннього трикутника та безперервно сканують мережу,

фіксуючи MAC-адреси та рівень сигналу пристроїв. Зібрані дані передаються на центральний сервер, де здійснюється обчислення координат об'єкта та аналіз його місцезнаходження в межах контрольованої зони або за її межами.

Запропонована система має широкі можливості застосування, зокрема в **системах безпеки, контролі доступу, моніторингу переміщень персоналу та логістичних рішеннях**. Вона дозволяє виявляти несанкціоновані пристрої,

відстежувати рух співробітників у приміщеннях, а також автоматизувати управління ресурсами, наприклад, освітленням чи вентиляцією, залежно від присутності людей у кімнаті. Використання Wi-Fi-модулів без потреби встановлення додаткового обладнання на пристроях користувачів робить систему зручною та ефективною для інтеграції в існуючі IoT-інфраструктури, зокрема в корпоративних офісах, навчальних закладах і складських приміщеннях. Масштабованість та можливість інтеграції з іншими IoT-системами забезпечують перспективи подальшого розвитку цієї технології.

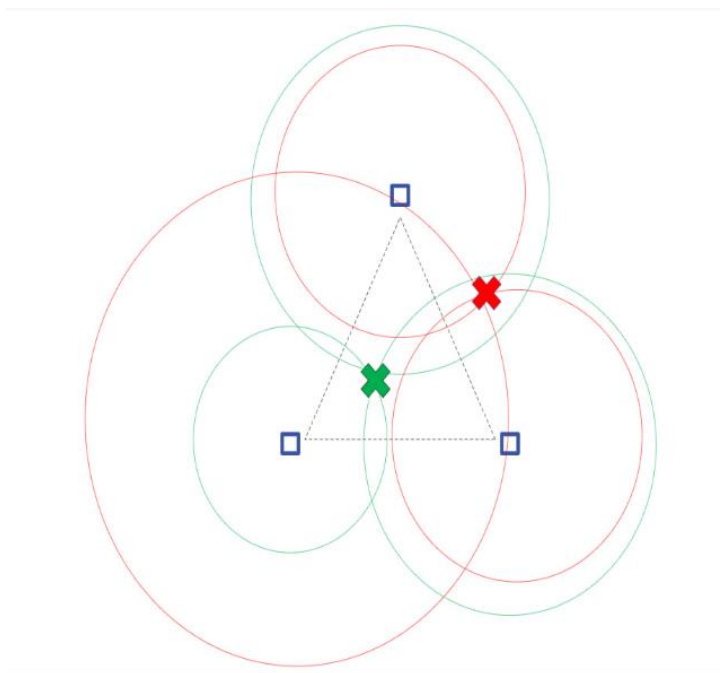


Рисунок 3.4. Принцип роботи 1

Висновок до розділу 3

У третьому розділі було представлено розроблені власні прототипи пристроїв для системи моніторингу простору. Було створено два пристрої на основі мікроконтролерів ESP8266, які виконують функції збору та аналізу даних у бездротовій мережі. Перший пристрій призначений для моніторингу параметрів навколишнього середовища, включаючи температуру, вологість та рівень газів, що дозволяє контролювати мікроклімат приміщень та оперативно реагувати на зміни. Другий пристрій реалізує функцію визначення кількості пристроїв у приміщенні на основі аналізу Wi-Fi-сигналів, що відкриває можливості для підрахунку присутніх людей та оптимізації використання простору.

Було детально описано конструкцію пристроїв, вибір компонентів, алгоритми їх роботи та можливості інтеграції з іншими елементами IoT-екосистеми. Зокрема, у процесі розробки було враховано особливості енергоефективності, стабільності зв'язку та точності переданих даних, що є важливими критеріями для безперервної роботи системи. Розглянуто потенційні сфери застосування розроблених пристроїв, серед яких освітнє середовище, де вони можуть використовуватися для контролю завантаженості аудиторій, автоматизації освітлення та клімат-контролю. Крім того, пристрої можуть бути впроваджені у системи безпеки, контролю доступу та моніторингу енергоспоживання у будівлях.

Окрему увагу було приділено тестуванню роботи пристроїв у різних умовах експлуатації. В ході випробувань було оцінено стабільність функціонування мережі, швидкість обробки даних, точність зчитування показників та коректність взаємодії між пристроями. Аналіз отриманих результатів підтвердив високу ефективність системи у реальному середовищі, а також продемонстрував її потенціал для

подальшого вдосконалення.

Розроблені прототипи продемонстрували стабільність роботи у тестовому середовищі, що підтверджує можливість їх подальшого розширення та адаптації до потреб конкретного користувача. Подальший розвиток проєкту

може включати вдосконалення апаратної частини пристроїв, розширення функціоналу шляхом інтеграції додаткових сенсорів, а також використання хмарних технологій для централізованої обробки та аналізу даних. Зокрема, можливе впровадження алгоритмів машинного навчання для прогнозування змін параметрів середовища та автоматичної оптимізації керування ресурсами.

Отже, результати дослідження підтверджують ефективність застосування розроблених IoT-рішень для моніторингу простору, а також доводять їхню практичну цінність у контексті навчальних закладів. Запропонована система може бути адаптована для різних сфер використання, включаючи корпоративні та промислові об'єкти, що відкриває перспективи для подальших досліджень та розробок у цій галузі.

ВИСНОВОК

У ході виконання дипломної роботи було розглянуто та реалізовано систему моніторингу простору на основі Wi-Fi та IoT-сенсорів, яка дозволяє ефективно контролювати параметри середовища у навчальних приміщеннях. Дослідження охоплювало аналіз сучасних методів моніторингу, огляд існуючих рішень, порівняння їх можливостей та розробку власних апаратних і програмних компонентів, які можуть бути інтегровані у загальну інтелектуальну систему управління будівлею.

У процесі дослідження було розроблено два ключові модулі, які виконують різні завдання. Перший модуль відповідає за моніторинг параметрів навколишнього середовища, зокрема температури, вологості, рівня освітленості та концентрації вуглекислого газу. Це дозволяє підтримувати оптимальні умови у навчальних приміщеннях та автоматично регулювати параметри мікроклімату. Другий модуль забезпечує визначення кількості пристроїв у аудиторіях на основі аналізу Wi-Fi-сигналів, що дозволяє оцінювати рівень завантаженості приміщень, адаптувати розклад використання ресурсів та підвищувати ефективність управління простором.

Було розроблено сценарії автоматизації освітлення та кліматичного контролю, що дозволяють значно знизити витрати на енергоресурси та покращити комфортні умови для студентів та викладачів. Використання розумних розеток, вимикачів, датчиків руху та освітленості дозволяє створювати ефективні системи управління електроенергією, які працюють у реальному часі та реагують на зміни в умовах середовища. Наприклад, освітлення вмикається лише тоді, коли воно дійсно необхідне, а система кондиціонування адаптується до фактичного завантаження аудиторії та кліматичних умов.

Розроблені власні прототипи пристроїв на базі мікроконтролерів ESP8266 продемонстрували високу ефективність роботи, стабільність функціонування та можливість інтеграції у розумну систему моніторингу. Тестування пристроїв у

реальних умовах дозволило підтвердити їхню надійність та здатність працювати у довготривалому режимі без значних витрат енергії. Крім того, впровадження таких технологій не потребує суттєвих змін у будівельній інфраструктурі, що робить їх доступними для широкого застосування.

Запропонована система має потенціал до подальшого розширення, включаючи можливість інтеграції із зовнішніми платформами управління будівлями, такими як BMS (Building Management System), що дозволить отримати централізований контроль над усіма інженерними системами навчального закладу. Крім того, система може бути доповнена новими сенсорами, які дозволять відстежувати ще більше параметрів середовища, наприклад рівень шуму чи якість повітря.

Отримані результати свідчать про доцільність подальшого розвитку та впровадження розумних систем моніторингу у навчальних закладах. Запропонована система може стати основою для подальших досліджень та вдосконалення методів автоматизації, що сприятиме розвитку концепції **"розумного" університету** та забезпеченню якісного навчального процесу. У майбутньому можливо розширення її функціональних можливостей шляхом інтеграції із системами штучного інтелекту, що дозволить прогнозувати зміни параметрів середовища та автоматично коригувати умови у приміщеннях. Використання алгоритмів машинного навчання дозволить не лише покращити ефективність управління ресурсами, а й сприятиме більш точному аналізу поведінки користувачів, що дасть змогу адаптувати середовище під їхні потреби.

Таким чином, результати дослідження підтвердили ефективність запропонованої системи, її практичну значущість та перспективи подальшого розвитку. Інтеграція розумних IoT-рішень у навчальні заклади є важливим кроком на шляху до створення сучасного, енергоефективного та безпечного освітнього середовища, що сприятиме покращенню умов навчання та ефективності використання ресурсів.

рабство у практиці сучасних компаній та протидія йому в рамках соціальної відповідальності бізнесу". *Економіка та суспільство*, 2022, № 35.

10. **Дзюба О.М., Левіщенко О.С., Білоус В.С.** "Аналіз інновацій бізнес-моделі «підписки» на прикладі Netflix". *Підприємництво та інновації*, 2022, № 23, с. 47-52. [Google Sites](#)
11. **Дзюба О.М., Шевченко О.Є.** "Економічно-правовий аналіз реалізації «Стратегії розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року»". *Економіка та суспільство*, 2021, № 23. [Google Sites](#)
12. **Дзюба О.М., Левіщенко О.С.** "Обґрунтування комплексного показника витрат підприємства на консалтингові проекти". *Економіка та суспільство*, 2020, № 22. [Google Sites](#)
13. **Журавель О. Є.** "Підстави і порядок звільнення від господарсько-правової відповідальності". *Наукові статті ДДУВС*, 2023. er.dduvs.edu.ua
14. **Карпенко Р.В.** "Актуальні питання перспектив діяльності суб'єктів господарювання у процесі вступу України до Європейського Союзу". *Наукові статті ДДУВС*, 2023. er.dduvs.edu.ua
15. **Семенуха І., Ділігул А.** "Інститути спільного інвестування для забезпечення інноваційного розвитку". *Наукові статті ДДУВС*, 2023. er.dduvs.edu.ua
16. **Лавренко Д.О., Матвєєва І.А.** "Об'єднання підприємств в Україні: їх види та правове регулювання". *Наукові статті ДДУВС*,

2023. <er.dduvs.edu.ua+2er.dduvs.edu.ua+2er.dduvs.edu.ua+2>

17. **Нагорна О.О.** "Роль і місце господарського права в системі права у світовій практиці та корупційний прояв". *Наукові статті ДДУВС*, 2024. <er.dduvs.edu.ua>