

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Інститут телекомунікаційних систем
Кафедра Телекомунікацій

До захисту допущено:
Завідувач кафедри
_____ Сергій КРАВЧУК
«___» _____ 2021 р.

Дипломна робота
на здобуття ступеня бакалавра

Спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
на тему: «Аналіз технологій бездротового доступу мережі управління
розумним будинком »

Виконала: студентка _____ 4 _____ курсу, групи _____ ТЗ-72 _____
(шифр групи)

Яцика Марина Миколаївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник: Доцент каф. ТК, к.т.н., доцент Явіся В.С.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент: Доцент каф. ІТМ, к.т.н., доцент Правило В.В.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі
немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2021 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інститут телекомунікаційних систем
Кафедра Телекомунікацій**

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)
Спеціальність – 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Сергій КРАВЧУК
« ____ » _____ 2021 р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломну роботу студенту
Яцикі Марині Миколаївні**

1. Тема роботи : Аналіз технологій бездротового доступу мережі управління розумним будинком

керівник роботи: Доцент каф.ТК,к.т.н.,доцент Явіся В.С.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від 14 квітня 2021 р. № 1007-с

2. Термін подання студентом роботи __7 червня 2021__

3. Вихідні дані до роботи

Розумний будинок, технології безпроводових мереж: ZigBee, Z-Wave, Bluetooth, Wi-Fi, MiWi, W-USD, ANT.

4. Зміст роботи

Проаналізувати технології бездротового зв'язку; обґрунтувати типи сенсорів,які необхідно використовувати для побудови розумного будинку; описати основні системи розумного будинку.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (із зазначенням плакатів, презентацій тощо)

Презентація, в яку входить: 1)Тема дипломної роботи; 2)Зміст; 3)Розумний будинок; 4)Основні системи управління РБ; 5)Протоколи Zigbee,MiWi,ANT; 6)Протоколи Z-Wave,W-USD; 7)Протоколи BLE,WiFi; 8)Висновки

б. Дата видачі завдання: 26 жовтня 2020

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання	26.10.2020	Виконано
2	Пошук та опрацювання матеріалів	10.01.2021-28.02.2021	Виконано
3	Виконання 1 розділу	01.03.2021-15.03.2021	Виконано
4	Виконання 2 розділу	16.03.2021-31.03.2021	Виконано
5	Виконання 3 розділу	04.04.2021-30.04.2021	Виконано
6	Виконання 4 розділу	01.05.2021-31.05.2021	Виконано
7	Оформлення презентаційного матеріалу, підготовка до захисту ДР	01.06.2021-06.06.2021	Виконано

Студент

Марина ЯЦИКА

Керівник

Валерій ЯВІСЯ

РЕФЕРАТ

Дипломна робота містить 62 сторінки, 32 джерело та 23 рисунка.

Об'єктом дослідження є розумний будинок.

Предметом дослідження є технології бездротового доступу мережі управління розумним будинком.

Мета роботи – обґрунтування побудови мережі розумного будинку, аналіз її характеристик та порівняння технологій для управління розумним будинком.

Розглянуті основні технології бездротового доступу для розгортання мережі розумного будинку, проведено їх аналіз.

ABSTRACT

This thesis contains 62 pages, 32 sources and 23 figures.

The object of study is a smart home.

The subject of the study is the wireless access technology of the smart home control network.

The purpose of the work is to substantiate the construction of a smart home network, analyze its characteristics and compare technologies for smart home management.

The main technologies of wireless access for the deployment of a smart home network are considered, their analysis is carried out.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ».	11
1.1 Історія розвитку.....	11
1.2 Концепція.....	14
1.3 Вимоги до системи «Smart Home».....	15
1.4 Переваги та недоліки РБ.....	16
Висновки до 1 розділу	18
РОЗДІЛ 2. ОСНОВНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ».....	20
2.1 Енергозбереження	20
2.2 Освітлення	22
2.3 Система клімат-контроль	24
2.4 Контроль проникнення	27
2.5 Контроль протікання води.....	27
2.6 Система моніторингу та охорони	27
2.7 Мультирум.....	29
2.8 Система домашнього зв'язку	30
Висновки до 2 розділу	30
РОЗДІЛ 3. ВИДИ СЕНСОРІВ В РОЗУМНОМУ БУДИНКУ	32
3.1 Датчики руху	32
3.2 Датчик відкриття/закриття.....	36
3.5 Датчик розбиття скла	39
3.6 Датчики освітленості	39
3.7 Датчики задимленості.....	41
3.8 Датчики витоку газу.....	42
3.9 Управління розумним будинком	43
Висновки до 3 розділу.....	45
РОЗДІЛ 4. МЕРЕЖІ БЕЗДРОТОВОГО ЗВ'ЯЗКУ	46
4.1 Протокол Z-Wave	47
4.2 Протокол ZigBee	49
4.3 Протоколи Bluetooth Low Energy.....	52
4.4 Протокол ANT/ANT+	53

4.5 Протокол Wireless USB (W-USB).....	54
4.6 Протокол Wi-Fi.....	54
4.7 Протокол MiWi.....	56
Висновки до 4 розділу	59
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ.....	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	62

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

OSI	Open System Interconnection
Wi-Fi	Wireless Fidelity
BLE	Bluetooth Low Energy
GSM	Global System for Mobile Communication
IP	Internet Protocol
LAN	Local Area Network
ANT	Adaptive Network Topology
РБ	Розумний будинок
ПЗ	Програмне забезпечення
MAC	Media Access Control
USD	Universal Serial Bus

ВСТУП

Останніми роками напрям безпроводових комп'ютерних мереж та віддаленого доступу зазнав бурхливого розвитку [13]. В даний час неможливо уявити повноцінне функціонування суспільства без використання безпроводових мереж та технологій, вони стали незамінною частиною повсякденного життя. Із розвитком безпроводових технологій також знижується вартість їх використання завдяки конкуренції між виробниками обладнання і постачальниками послуг. Разом із усім зростають і вимоги які висуваються до технологій, тому безпроводові телекомунікаційні системи це одне із найбільш пріоритетних питань для спеціалістів в галузі зв'язку.

Поряд з цим, активний розвиток отримала система розумний будинок яка стала однією з динамічних галузей інформаційних технологій і почала швидко популяризуватися в Україні. Система розумного будинку розроблена

для поліпшення умов життя людей, зменшення щоденних турбот, економії часу та грошей.

Розумний дім - це високотехнологічна система, яка може інтегрувати всі домашні комунікації. Сенс такої установки в оселі та її експлуатації полягає в об'єднанні всіх запланованих систем в одну, з використанням зрозумілих для людини пристроїв керування з простим і зручним інтерфейсом управління.

Найважливішим завданням системи управління та автоматизації є розпізнавання процесів і ситуацій, що відбуваються в будинку, та використання алгоритмів програмування для реагування на них.

Перший важливий момент - це економія. Звичайно, спочатку потрібно витратити гроші на установку панелі управління та різних датчиків, але в перспективі ця інвестиція буде коштувати своїх грошей. Ви можете повністю контролювати споживання енергії кожного пристрою в будинку. Система визначає пріоритетність тих чи інших освітлювальних приладів, за потреби вмикає необхідні світильники і вимикає не використовувані. Крім створення комфорту, застосування таких систем значно подовжує термін служби електроприладів, а також чимало сприяє енергозбереженню.

Другий момент – це безпека. Система безпеки у «розумному будинку» має кілька напрямів захисту: захист від проникнення; захист від витoku води та газу; пожежна безпека; система відеоспостереження; тривожні кнопки; імітація присутності господарів вдома. Всі ці системи дозволяють відслідковувати появу непрошених гостей. А сенсори температури, вологості, контролю газу та задимленості повідомляють про побутові аварії: протічки в каналізації, пожежонебезпечні ситуації, витoki газу чи води, та передають інформацію до модуля запобігання надзвичайним ситуаціям, господарю і, за необхідності, до відповідних служб швидкого реагування.

Об'єктом дослідження є розумний будинок.

Предметом дослідження є технології безпроводового доступу мережі управління розумним будинком.

РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ»

1.1 Історія розвитку

Як і більшість досягнень сучасних технологій, розумні будинки вперше з'явилися в фантастичних оповіданнях. Але ця ідея почала реалізовуватися лише у ХХ столітті після широкого впровадження в будівництво електрики та інформаційних технологій. Перший звіт про віддалені прилади контролю можна віднести до технології дистанційного керування кораблів і транспортних засобів, розробленої Ніколою Теслою в 1898 році [23].

Електричні побутові прилади почали з'являтися у 1915-1920 роках і продемонстрували готовність суспільства замінити роботу домашнього персоналу дешевими механічними пристроями. Однак проблема використання нових технологій для економії енергії ще не була вирішена. Тому, деякий час, лише дуже заможні люди могли користуватися новітніми

технологіями. Експозиції в Чикаго (1934) та Нью-Йорку показали більш передові ідеї, ніж сучасні системи домашньої автоматизації [24].

Пізніше (1964-1965) у «Великому яблуку» був запропонований план електрифікації та автоматизації приміщень. Зрештою, перше справжнє моделювання розумного будинку з'явилося в 1966 році. Це експериментальна система домашньої автоматизації - «Домашній комп'ютер Echo IV». Його винахідником став Джим Сазерленд, інженер Westinghouse Electric [26]. Його технологія - це приватний, некомерційний проект. Перша "дротяна кімната" була побудована американським винахідником-аматором у 1960-х роках, але була сильно обмежена технічними можливостями того часу. Вперше термін «розумний будинок» був вигаданий Американською Асоціацією Housebuilders у 1984 році [24].

З винаходом мікроконтролера вартість електричних приладів швидко впала. Ця ж установа зазначила, що таке помешкання відмінне від звичайного своєю здатністю забезпечувати продуктивне та ефективне використання робочого та житлового середовища.



Рис. 1.1-Smart house

Відповідно, будівельна індустрія взяла на озброєння технологію дистанційного інтелектуального управління і поступово почала впроваджувати ці технології не тільки в комерційних організаціях, але і в будинках. В умовах активної автоматизації будинку в 90-х роках комп'ютерні науки та телевізійні системи поєднувались для підтримки розумних функцій будинку. У 1995 році винахідник технології Java оголосив про одну з головних цілей технології - "покращення інтелекту побутової техніки" [24].

Сьогодні технологія дозволяє збирати компоненти автоматизації будинку за компонентами: вибирайте лише ті функції розумного будинку, які дійсно потрібні користувачам. Зараз щодня з'являються новітні технології управління приміщеннями. Навіть речі, які раніше вважалися лише вишуканими прикрасами інтер'єру, тепер можуть виконувати багато мультимедійних або побутових функцій [24].

1.2 Концепція

Розумний будинок - це система інтелектуальної автоматики для управління інженерними системами сучасної будівлі [28]. Будь-якій людині в будинку, в квартирі або в офісі важливо відчувати себе комфортно і в безпеці. Саме ці два завдання плюс естетика зовнішнього вигляду пристроїв - і є основні цільові установки, на які орієнтовані системи «Розумний Дім». Інтелектуальна автоматика управляє всіма інженерними системами в будинку, дозволяє людині централізовано встановлювати комфортні для себе - температуру, вологість, освітленість в кімнатах, зонах, і забезпечує безпеку [28].



Рис. 1.2- Образ розумного будинку

Концепція розумного будинку містить в собі подібні положення:

- створення інтегрованої системи управління будівлею - системи яка зможе забезпечити комплексну роботу всіх інженерних систем будівлі: освітлення, опалення, вентиляції, кондиціонування, водопостачання, контролю доступу та багатьох інших [27];
- усунення всього обслуговуючого персоналу будівлі і передача функцій контролю, прийняття рішень підсистем інтегрованої

системи, а також управління будівлею. У ці підсистеми якраз і закладається «інтелект» будинку - те, як воно буде реагувати на зміну параметрів датчиків системи та інші події, щось по типу позаштатних ситуацій [27];

- реалізація механізму миттєвого відключення і передачі при необхідності управління людині будь-якою підсистемою розумного будинку. Разом з цим людині повинен надаватися простий, зручний і однаковий доступ до управління і відображення всіх підсистем і частин розумного будинку [27];

- забезпечення коректної роботи окремих підсистем на випадок відмови загальної керуючої системи або інших частин системи;

- мінімізація вартості обслуговування і модернізації систем будівлі, що має забезпечуватися застосуванням загальних стандартів у побудові підсистем, автоматичне конфігурування і виявлення нових пристроїв і модулів при їх додаванні в систему [27];

- наявність в будівлі прокладеного комунікаційного середовища для того, щоб підключити до неї пристрої і модулі систем. Також можливість використання в якості комунікаційного середовища в системі управління різних типів фізичних каналів: силові лінії, радіоканал [12].

1.3 Вимоги до системи «Smart Home»

Система управління дозволяє власникам створювати скільки завгодно складні і інтелектуальні процедури функціонування, тому що всі виконавчі системи можуть працювати злагоджено і спільно [8].

Система Smart Home повинна задовольняти наступним критеріям [8]:

- цінова доступність;
- модульність;

- масштабованість, тобто можливість додавання устаткування для розширення функціонала системи;
- містити інтуїтивно зрозумілий призначений для користувача інтерфейс, що адаптується до потреб користувача;
- адаптація системи, тобто можливість підстроювання не лише інтерфейсу, але і функціонала системи під вимоги і особливості конкретних користувачів;
- наявність власного виробництва елементів «Smart Home»;
- підтримка устаткування різних виробників;
- використання відкритого програмного забезпечення;
- підтримка великої кількості протоколів взаємодії компонентів системи;
- розвинена технічна підтримка [8].

На рисунку 1.3 наведена типова мережа «розумного» будинку та їх взаємодія з мережею Інтернет.

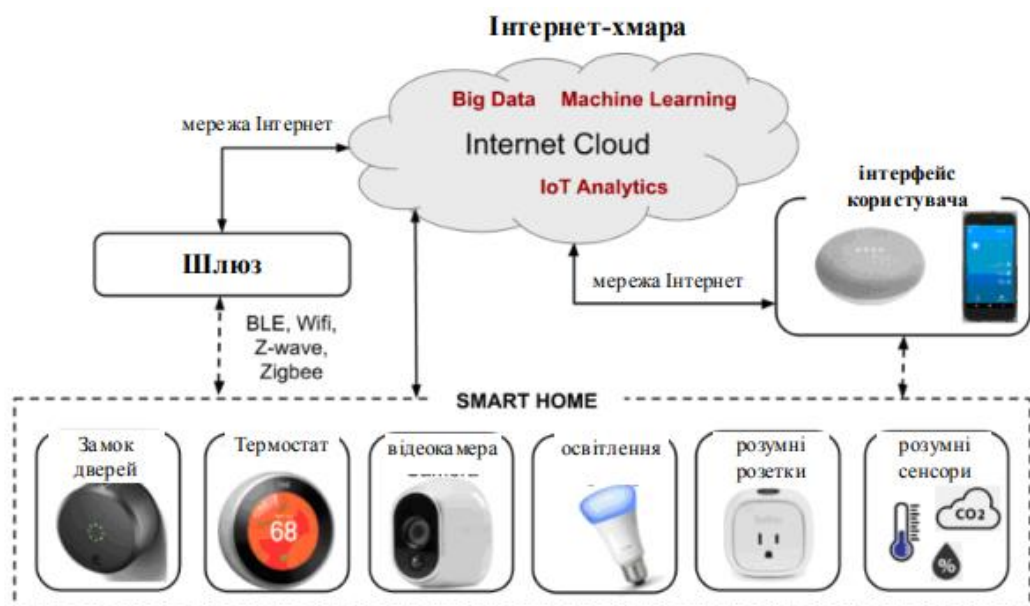


Рис. 1.3 - Типова мережа «розумного» будинку та IoT взаємодія з мережею Інтернет

1.4 Переваги та недоліки РБ

Серед переваг системи розумний будинок зазначимо наступні її характеристики:

1. Економія при сплаті комунальних послуг. Монтування подібного устаткування дозволяє його власникові економити до 40% на оплаті рахунків за електроенергію та до 30% на опалюванні. Це обумовлено тим, що система в змозі самостійно здійснювати контроль і регулювання кожного пристрою відповідно до введених у контролер (центральний блок) даних [25];
2. Безпека. Завдяки встановленим у будинку та на території камерам (входять до складу системи), розумний будинок в змозі контролювати доступ до об'єктів, що охороняються. Також подібна система сповістить вас про надзвичайні ситуації: пожежу, виток води або газу, несанкціонованого проникнення до приміщення [25];
3. Сповіщення. Інформація про усі події, які відбуваються у приміщеннях оснащених системою розумний будинок, передається на ваш смартфон або планшет через всесвітню мереж «Інтернет». Сповіщення робиться у наступних випадках: на вимогу власника, згідно заданого графіку або у разі виникнення позаштатних ситуацій [25];
4. Вигідне інвестування. Будинок або офіс, обладнаний такою системою, не лише поєднує в собі стиль і функціонал, але і є об'єктом вигідного інвестування. Наявність подібного устаткування істотно збільшує вартість об'єкту на сучасному ринку нерухомості [25];
5. Гнучкість і розширення. Це одна з головних переваг системи розумний будинок. Власник приміщення, оснащеного таким устаткуванням, може у будь-який момент додати або виключити з системи деякі елементи, що дуже зручно у разі перепланування будинку або офісу, а також при їх розширенні. До того ж, такі маніпуляції виключають необхідність прокладення електричного кабелю або непотрібного свердління стін [25];

6. Функціональність. Система розумний будинок сконструйована таким чином, щоб у будь-який момент ви змогли змінити функції деяких її елементів за допомогою ПК або віддалено. Так, наприклад, шляхом легких маніпуляцій ви зможете перетворити регулятор на вимикач або навпаки [25];
7. Різноманітний дизайн. Завдяки величезній кількості можливих комбінацій такі системи легко впишуться у будь-який інтер'єр замського будинку, квартири або офісу. Усі елементи такого устаткування мають сучасний дизайн, а також можливість комбінування різних кольорів і відтінків [25];
8. Легкість керування. Керувати системою розумного будинку досить легко. Робити це можна, як з пульта дистанційного керування, так і зі свого смартфона. Єдина операція, де вам знадобиться фахівець – це програмування контролера. У іншому, в управлінні розумним будинком в змозі розібратися навіть школяр.
Як і будь-якому устаткуванню, системі розумний будинок властиві і деякі недоліки [25]:
 1. Вартість системи. Залежно від набору опцій, вартість системи розумний будинок стартує з відмітки в 5 тис. доларів, а встановлення будь-якого додаткового модуля призводить до додаткових витрат [25];
 2. Труднощі з інтеграцією і ремонтом устаткування від різних брендів. Незважаючи на розвиток технічного прогресу, досі виникають деякі труднощі в процесі інтеграції устаткування для системи розумний будинок, виготовленого різними виробниками. Що стосується ремонту, то це також досить вагома стаття витрат, з причини того, що постачанням і встановленням подібних систем в нашій країні займається досить обмежена кількість компаній [25].

Висновки до 1 розділу

1. Останні декілька десятків років безпроводові технології дуже сильно розвиваються в контексті домінуючих технологій для передачі інформації. За швидкістю і якістю даних безпроводові технології майже не поступаються проводовим, проте є більш зручними для кінцевих користувачів.

2. Мета «розумного будинку» - забезпечення комфортних і безпечних умов життєдіяльності або проживання досягається за допомогою автоматизованого управління системами життєзабезпечення усередині будинку житлового приміщення, в тому числі шляхом комунікації з навколишнім середовищем за допомогою інфокомунікацій.

РОЗДІЛ 2. ОСНОВНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ»

У кожному сучасному будинку в тій чи й іншій мірі функціонує велика кількість обладнання, що забезпечує побут, комфорт, затишок, зв'язок і безпеку, що допомагає відпочити і створює повноцінне робоче середовище. Зручність управління цими системами, їх інтеграція один з одним, можливість злагоджено працювати разом, збільшуючи тим самим функціональність кожної з них окремо - все це і дає можливість назвати такий будинок - Розумним.

При відсутності людини РБ буде підтримувати оптимальним чином постійний мікроклімат, зберігаючи тим самим затишок, кімнатні рослини і меблі. Вона вимкне не потрібне світло або навпаки буде створювати видимість вашої присутності, включаючи і вимикаючи освітлення в тій або іншій кімнаті час від часу. Розумний будинок дозволить Вам спокійно і безтурботно відпочивати, також він буде постійно стежити за всіма інженерними системами в будинку і не допустить спалаху або вибуху пов'язаного з витоком газу або зіпсованих меблів через витік води.

2.1 Енергозбереження

Енергозберігаюча система управління освітленням в багатоповерхових будинках (під'їзди, автостоянки, прибудинкові території, підвали, горища) дозволить знизити кількість споживаної електроенергії в 10-15 разів. У цих системах застосовується пристрій управління освітленням з роздільними силовими компонентами, що дозволяє використовувати існуючі лінії електропередач. Енергозберігаюче освітлення починається з намагання упорядкування часу роботи освітлювальних приладів [27].

Ефективний захід енергозбереження - централізація управління освітленням з використанням спеціально розроблених графіків включення і

виключення світла. Певну економію можна отримати за рахунок максимального використання всередині приміщення природного світла. Це досягається за рахунок правильного планування будівлі і використовуваних приміщень. Великий ефект дає використання енергозберігаючих ламп. Однак навіть сама «економна» лампа, якщо вона горить в порожньому приміщенні, стане безглуздим джерелом енерговитрат. Найкраще енергозбереження забезпечують автоматичні вимикачі світла з використанням інфрачервоних та електронних датчиків [28].

Електронні датчики вимірюють рівень освітленості приміщення і, при досягненні заданого значення, видають команду на включення або виключення освітлення (датчики освітленості), або безпосередньо «бачать», що до приміщення увійшов чоловік, і вмикають світло (датчики руху). Світлочутливий елемент блокує ввімкнення освітлення при достатньому природному освітленні. Оскільки на відміну від реле-датчиків часу датчики руху вмикають світло тільки на час фактичного присутності людини в приміщенні, а витрати електроенергії на освітлення можуть бути знижені в кілька разів [27].

Для сходових кліток, коридорів і ліфтових холів економія додатково збільшується за рахунок поетажного управління освітлювальними приладами. В енергозберігаючих вимикачах освітлення застосовуються також інфрачервоні датчики руху з урахуванням планування приміщення. Інші електронні датчики (датчики присутності) здатні визначити знаходження людей в приміщенні і тільки в цьому випадку тримають світло включеним. Інфрачервоний датчик «бачить» тільки рухається людини, хоча цей рух може бути і невеликим - наприклад, помах рукою або кивок головою [27]. При великих часах затримки інфрачервоний датчик працює в режимі датчика присутності, тобто підтримує освітлення при тривалому присутності в приміщенні людей. Малий час затримки вибирається при використанні інфрачервоних датчиків як датчика руху в прохідних приміщеннях. Електронні вимикачі світла можуть використовуватися як автономно, так і в

складі автоматизованої системи управління, яку нині називають «розумний дім» [28].

В основі системи енергозбереження лежить температурний контролер і електроконвектори російського і зарубіжного виробництва, що мають сучасний дизайн та доступні ціни. Вони не спалюють кисень, не сушать повітря, пожегобезпечні [28].

Також, замість конвекторів можна використовувати гріють шнури (тепла підлога), інфрачервоні плівки і панелі, електрокотли універсальні і можуть працювати з будь-якими нагрівальними приладами. У традиційних водяних системах опалення датчики можуть управляти кранами з електроприводом або електроклапанами, встановленими на трубах опалення [28].

У розподільному щиті монтуються автоматичні вимикачі для захисту всіх елементів системи від перевантажень і струмів короткого замикання, а також силові виконавчі пристрої. В системах використовується тільки якісне та надійне електровстановлювальне обладнання провідних європейських фірм, найкращим чином зарекомендувало себе при монтажі та експлуатації. Управляє система температурним контролером за допомогою температурних датчиків і керованих розеток. Монтаж системи управління проводиться телефонним кабелем довжиною до 100 метрів [28].

2.2 Освітлення

В інтелектуальній системі «Розумний Дім» ви можете керувати світлом натисненням однієї клавіші. За допомогою одного пульта ви зможете налаштувати лампи, люстри, світильники так, як вам подобається.

Якщо Ви вирішили запросити гостей і створити їм затишну світлову атмосферу, то система «Розумний Дім» прийде вам на допомогу, Ви можете одним рухом руки міняти світлову гаму в приміщенні [27,28].



Рис 2.1 - Типова реалізація системи управління світлом

Датчики руху забезпечують автоматичне перемикання світла, коли ви до них наближаєтеся. Для забезпечення комфорту і затишку у Вашому будинку кожна кімната, хол, зал повинні бути добре освітлені. Без інтелектуальної системи «Розумний Дім» для цього буде потрібно установка великої кількості різних світлових приладів із запутаною мережею вимикачів. [3]

Система позбавить Вас від необхідності встановлювати безліч вимикачів, Вам представиться можливість замінити їх компактними сенсорними. Так з одного стандартного шести сенсорного вимикача можна управляти дванадцятьма світловими групами. Ви зможете, як плавно регулювати їх яскравість, так просто включити їх або вимкнути [28].

За допомогою сенсорних вимикачів або панелей Ви легко зможете створювати різні світлові сцени, що, безсумнівно, додасть затишку і комфорту Вашого дому, наприклад, сцену «Вечір», при якій одна група світлових приладів включиться на певну яскравість, інша група вимкнеться, штори закриються, а система клімат контролю перейде в комфортний режим. У нічний час світло в коридорах і прихожих буде включатися на частину яскравості автоматично при появі руху [28]. Вам не доведеться шукати вимикач в темряві. Також системою освітлення можна управляти дистанційно з пульта, ноутбука або мобільного телефону. Ви під'їжджаєте до

будинку вночі, а він зустріне Вас з включеним освітленням фасаду, підсвічуванням ландшафту і доріжок.

Управління освітленням - одна з найважливіших задач в будинку. Завдяки інтелектуальному програмуванню можна заощадити електроенергію та термін експлуатації ламп. Відпадає необхідність шукати вимикачі світла в темряві, а так само вимикати світло при виході з кімнати [28]. Інтелектуальна система вимкне світло, тільки після того як ви заснете і включить м'яке підсвічування, якщо ви прокинетесь вночі, щоб не дратувати очі яскравим світлом. А вранці система вирішить, яке освітлення потрібно в будинку залежно від погоди на вулиці [20].

Систему автоматизованого управління освітленням можна налаштувати таким чином, що вона буде визначати, в якій частині кімнати знаходиться людина і підсвічувати саме її. У заміському котеджі система може включати вечірню підсвітку двору і декоративне підсвічування фасаду будівлі. Вона зустрічає вас або ваш автомобіль у вечірній час включеним світлом у дворі і гаражі [28].

Але управління освітленням приносить не тільки комфорт. Розумний будинок може самостійно включати вечорами світло в квартирі, імітуючи присутність людей. Завдяки цьому, майно буде перебувати під подвійним захистом під час Вашої відпустки або тривалої відсутності.

2.3 Система клімат-контроль

Така система клімат-контролю працює на підставі закладених у неї алгоритмів, що дозволяють підтримувати встановлені параметри повітряного серед і різних кліматичних зон в приміщеннях при мінімальних затратах енергоресурсів [27].

Розглянута система дозволяє забезпечувати виконання різних операцій. З її допомогою проводиться нагрів або охолодження. При цьому виключається одночасна робота кондиціонера і системи опалення. Винятком

тут може бути наявність теплої підлоги, підтримуючого встановлену температуру в нижній частині кондиціонером приміщення. [4]



Рис. 2.2 Типова реалізація системи управління мікрокліматом

Така система забезпечує зниження температури в нічний час в безлюдних приміщеннях і спальнях, що дозволяє створити комфортні умови для сну, а також економити енергоресурси [27].

Крім того, вона дає можливість мінімізувати роботу апаратури і обладнання під час відсутності господарів за допомогою використання режимів роботи «денне відсутність» і «відпустку». При включенні другого режиму проводиться повне відключення системи кондиціонування та вентиляції, а опалювальна система виводиться на мінімальний рівень потужності. Перед поверненням додому можна завчасно встановити в приміщеннях комфортний кліматичний режим шляхом активації системи клімат-контролю по телефону або через інтернет [28].

Система управління кліматом в приміщенні дає можливість коригувати рівень температури, вологості, величину притоку свіжого повітря індивідуально для кожного приміщення, управляти роботою системи фільтрації повітря, створювати індивідуальну кліматичну систему для

кожного члена сім'ї, погоду в будинку (наприклад, в кімнаті проживання дітей відсутність протягів при постійно свіжому повітрі) [28]. У теж час система клімат-контролю, незважаючи на виконання великої кількості функцій, забезпечує економію фінансових коштів і вирішує проблему енергозбереження. Наприклад, систему можна налаштувати таким чином, що у вихідні дні та неробочий час подача тепла в приміщення скорочувалася або відключалася зовсім. Такий режим роботи особливо актуальний для використання в заміських котеджах із застосуванням в них автономних систем опалення [28].

Зазначена система дозволяє дистанційно включати котел опалення або перемикає його в режим економії. З метою більш ефективною і раціональною організації життєдіяльності офісів можливо встановлення контролю над станом комунікацій теплопостачання, електропостачання, водопостачання, створення найбільш комфортних умов роботи для працівників компанії.

Система клімат-контролю «розумного будинку» виключить можливість псування колекції картин, книг або вин шляхом створення найбільш сприятливих умов для їх зберігання [22].

Для забезпечення коригування параметрів роботи системи застосовуються різні датчики, які фіксують поточні показники мікроклімату в приміщеннях будинку, а також засоби для управління у вигляді перемикачів і панелей [28]. При їх використанні система здатна управляти якістю повітря (температурою, вологістю, озонуванням) відповідно до пори року і доби, режимом провітрювання з використанням автоматичної системи відкривання вікон, змінювати режим роботи радіаторів опалення та теплої підлоги, автоматично підтримувати температуру і вологість у спеціальних приміщеннях, а також аварійно зупиняти систему опалення [28].

Таким чином, система клімат-контролю «розумного будинку» дозволяє створити здоровий і комфортний мікроклімат для затишного проживання в будинку.

2.4 Контроль проникнення

Постановка і зняття квартири з охорони виробляються за допомогою кодової панелі, розміщеної у тамбурі. При відкритті вхідних дверей у людини є 30 секунд на введення правильного коду [28]. Якщо ж код не буде введений розумний будинок включити сирени і відправить повідомлення на кілька телефонних номерів. Датчики руху, розташовані на кухні, спальні і вітальні дозволять виявити проникнення через вікна. При виході з квартири достатньо ввести код на охоронній панелі і розумний будинок не тільки включити сигналізацію, але і відключити освітлення, переведе систему опалення в режим енергозбереження [28].

2.5 Контроль протікання води

Прорив труб водопостачання є дуже неприємною подією у зв'язку з псуванням не тільки свого, але і сусідського майна. Виявити і запобігти витоків води так само допоможе розумний будинок [28]. Контрольованими зонами є санвузли та кухня, тобто ті приміщення, де проходять труби водопостачання.

Прорив труби або перелив води через краї раковини фіксується за допомогою спеціальних датчиків. У випадку протікання розумний будинок перекриє доступ води в квартиру і відправить повідомлення на задані телефони [28].

2.6 Система моніторингу та охорони

Бездротова система відеоспостереження може працювати 24 години на добу, не випускаючи з уваги жоден куточок оселі, офісу. За бажанням можна налаштувати систему в режим очікування [27]. Цифрове відеоспостереження чудово інтегрується в розумний будинок і злагоджено працює в команді з охоронними системами. Як тільки тривожний відеосигнал надійде в систему охорони, розумний будинок зреагує сигнальним оповіщенням, повідомить про подію власнику і оперативному загону [4].



Рис. 2.3 Типова реалізація системи моніторингу

Система сигналізації - це основа системи безпеки, професійні пристрої сигналізації дозволяють швидко відреагувати на вторгнення у будинок, при цьому спрацює світлозвукова сирена, яка сповістить сусідів про вторгнення, а також система зробить повідомлення за допомогою дзвінка або СМС на телефон або в службу охорони [27]. Не варто економити на серце цієї системи - керуючому приладі, так як якісна система не дасть збій в самий невідповідний момент [4].

До професійного обладнання для сигналізації можна підключити такі пристрої:

- датчик руху - виявляє рух в приміщенні і відправляє сигнал тривоги на керуючий прилад (при певній настройці не реагує на домашніх тварин);
- датчик розбиття скла - віброакустический датчик, який виявляє розбиття вікна або скляних дверей і відправляє сигнал тривоги на керуючий прилад;
- датчик відкриття дверей - реєструє злом із проникненням у приміщення через двері;
- датчик затоплення - реєструє витік води і затоплення приміщення;

- датчик газу - реєструє витік газу і відправляє сигнал тривоги на керуючий пристрій;
- датчик диму - відправляє сигнал тривоги на керуючий пристрій при задимленні приміщення внаслідок пожежі;
- інфрачервоні бар'єри - встановлюються по периметру прилеглої до будинку території, дозволяють виявити зловмисника, коли він тільки перебирається через паркан.

2.7 Мультирум



Рис. 2.4 Типова реалізація мультирум

Домашній кінотеатр-невід'ємна частина сучасного будинку. А в “розумному” будинку з системою мультирум домашній кінотеатр перетворюється на справжній професійний кінозал [21]. Одним натисканням кнопки на панелі, ви запустите сценарій «кінотеатр» і все, що вам потрібно, – це зручніше влаштуватися в улюбленому кріслі. А мультирум подбає про те, щоб ваш домашній кіносеанс був по-справжньому незабутнім. У кімнаті поступово згасне світло, відрегулюється звук, опуститься кінопроектор [21]. І на дві години ви перенесетеся в світ кінематографа. Мультирум виводить відеозображення на будь-який екран в будинку. Наприклад, ви вирішили подивитися фільм у вітальні, але притомилися, і вирішили перейти в

спальню. Ви можете відправити відео на екран в спальню і продовжити перегляд фільму, вже лежачи в зручному ліжку [21].

Перегляд звичайного телевізора теж стає набагато комфортніше і «розумніше» [21]. Мультирум дозволяє вибрати необхідний канал з будь-якого куточка будинку, налаштувати звук і відеокартинку, записати будь-яку вподобану програму або фільм і внести їх в пам'ять відеобібліотеки мультирум. Мешканці «розумних» будинків легко перемикають радіоканали з будь-якого приміщення в будинку. За вашим бажанням радіо-трансляцію можна записати, а потім прослухати в більш зручний час. При цьому ви можете зупинити прослуховування, перемотати або повернутися до вподобаної пісні і послухати її ще раз [21].

2.8 Система домашнього зв'язку

Система домашньої комунікації надає телефонні послуги, такі як звичайні голосові послуги та відеоконференції, а також включає систему взаємодії інтелектуального внутрішнього середовища для виклику з кімнати в кімнату. Крім того, ця система керує пристроями, такими як ПК, телефони, персональні помічники, принтери і сканери, та дозволяє їм спілкуватися один з одним, обмінюватися інформацією та широкосмуговим з'єднанням в межах «розумного будинку» [31].

Таким чином, користувачі можуть спілкуватися, надсилати електронні листи та обмінюватися даними (наприклад, цифровими фотографіями, відео) з іншими людьми в будь-якому місці світу [31].

Висновки до 2 розділу

Було проаналізовано системи управління, які забезпечують комфорт, затишок, зв'язок і безпеку, що допомагає господарю відпочити і створює повноцінне робоче середовище. А саме:

- Освітлення – відповідає за контроль над освітленістю дому, взаємодіє з групою знаходження.

- Енергозбереження – оптимізує роботу пристроїв.
- Клімат-контроль – регулює системи встановлення температури та вологості в залежності з потребами користувача.
- Проникнення – підсистема захисту від фізичного несанкціонованого вторгнення в дім.
- Протікання води – система визначення та усунення проблем з протіканням води та, відповідно, оповіщенням користувача.

Зручність управління цими системами, їх інтеграція один з одним, можливість злагоджено працювати разом, збільшуючи тим самим функціональність кожної з них окремо - все це є головною перевагою розумного будинку.

РОЗДІЛ 3. ВИДИ СЕНСОРІВ В РОЗУМНОМУ БУДИНКУ

Ефективна і багатофункціональна система «розумного будинку» включає в себе різноманітні датчики, які реєструють і передають параметри середовища, і іншу важливу інформацію. Датчики автоматизації представляють собою автономний самостійний пристрій, що змінює свій сигнал відповідно відстежуваного параметру [30].

3.1 Датчики руху



Рис. 3.1 - Датчики руху

В даний час найбільшого поширення набули такі види датчиків руху і присутності:

- 1) інфрачервоні датчики (ІК)



Рис. 3.2 - Приклад загального вигляду інфрачервоного датчика

Принцип роботи інфрачервоних датчиків руху полягає в виявленні змін інфрачервоного (теплового) випромінювання навколишніх об'єктів [30].

Кожен об'єкт має температуру випускає інфрачервоне випромінювання, яке через систему лінз або спеціальних увігнутих сегментованих дзеркал, потрапляє на розташований всередині датчика руху чутливий сенсор, що реєструє це. Вразливістю даного датчика є «Сліпа зона», при якій він не зможе фіксувати об'єкти певної висоти. Крім того, датчик має обмеження по діапазону робочих температур, наприклад, тільки в діапазоні від -10 С до +40С;[7]

2) ультразвукові датчики (УЗ)



Рис. 3.3 - Приклад загального вигляду ультразвукового датчика

Принцип роботи ультразвукового датчика руху полягає в дослідженні навколишнього простору за допомогою звукових хвиль, частотою знаходиться за межами чутності людським вухом - ультразвуком (в залежності від виробника і моделі зазвичай генерується частота звукової хвилі 20-60 кГц). При виявленні зміни частоти відбитого сигналу, внаслідок руху об'єктів, датчик запускає закладену в неї функцію, це може бути включення освітлення або розрив сигнальної мережі охоронної системи [30].

Вразливістю даного датчика є обмежений по відстані діапазон чутливості, наприклад, від 200 мм до 8 м. Якщо об'єкт знаходиться на відстані менше 200 мм, відбуваються помилкові спрацьовування [7]. Якщо кілька датчиків знаходяться в безпосередній близькості, що може зробити їх уразливими для перехресних перешкод, що запобігає спеціальним контролером для включення датчиків по одному;

3) мікрохвильові датчики (СВЧ)



Рис 3.4 - Приклад загального вигляду мікрохвильового датчика

Мікрохвильовий датчик руху випромінює високочастотні електромагнітні хвилі (частота хвиль може бути різною в залежності від виробника, зазвичай вона становить 5,8 ГГц), які відбиваючись від навколишніх об'єктів, реєструються сенсором і в разі виявлення найменших змін відбитих електромагнітних хвиль, мікропроцесор пристрою пускає вхід закладену в нього функцію [30].

Вразливістю мікрохвильового датчика є невірне визначення порогу чутливості. Поріг - якесь значення, нижче якого сигнали інтерпретуються як шуми. Поріг регулюється під час налаштування датчика. Чим більше чутливість, тим більша ймовірність виявлення [30]. Але при збільшенні чутливості зростає і частота помилкових тривог, що знижує довіру до системи в цілому. Також поява помилкових тривог може бути викликано недоліками конструктивних і схемотехнічних рішень; неправильною установкою і налаштуванням датчика; недоліками алгоритму обробки сигналів [7].

Недоліки конструктивних і схемотехнічних рішень можуть призвести до наведенням в ланцюгах передачі даних, наприклад, через погане екранування, поганий фільтрації, застосування дешевої неякісної елементної бази. Типовою проблемою є зміна параметрів електронних компонент при наближенні до кордонів допустимого температурного діапазону [30]. Для вирішення цієї проблеми доводиться розробляти спеціальні схеми термостабілізації параметрів і т.д. Неправильне налаштування датчика може привести до виходу зони виявлення датчика за межі зони, що охороняється,

особливо в приміщеннях зі складною конфігурацією [30]. Це призведе до того, що такий датчик буде спрацьовувати, наприклад, при знаходженні людей в сусідніх приміщеннях. Уразливість датчика може бути обумовлена збуреннями середовища, в тому числі електромагнітними наведеннями, паралельною роботою кількох датчиків [30].

4) комбіновані датчики



Рис 3.5 - Загальний вигляд комбінованого датчика

Комбіновані датчики руху поєднують в собі відразу декілька технологій виявлення рухів, наприклад, інфрачервоний датчик і мікрохвильовою [7]. Це найбільш вдале рішення, якщо потрібно більш точне визначення переміщень в зоні дії датчика. Також існують магнітоконтактні датчики, що діють при зміні відстані між магнітом і герконом (змикання і розмикання складових частин) і датчики розбиття скла [7].

За принципом дії датчики пошкодження скла класифікуються:

- електроконтактні датчики сповіщають про порушення цілісності скляного полотна за допомогою механічного впливу, наприклад, удару або вирізання отвору;
- п'єзоелектричні датчики, які реєструють механічні коливання, що виникають при ударі скла [30];
- акустичні датчики, що реагують на звукові коливання, які видаються при руйнуванні скла.

Датчики, що реагують на параметри навколишнього середовища [30]. Дані пристрої застосовуються для регулювання роботи інженерних систем і комунікацій будівель. Існує кілька типів даних датчиків:

- датчики температури;
- датчики рівня освітленості;
- датчики витоку газу;
- датчики протікання води;
- протипожежні датчики (датчики задимлення, датчики температури);
- датчики тиску води, газу;
- датчики дощу і атмосферних опадів;
- датчики - індикатори вогкості / вологості;
- комбіновані [30].

Всі типи цих датчиків знімають показання навколишнього середовища і передають інформацію про неї в систему «розумного будинку». Перераховані вище датчики можуть передавати цю інформацію по різних каналах зв'язку, за допомогою дротового або бездротового з'єднання, використовуючи різноманітні протоколи передачі інформації [30].

3.2 Датчик відкриття/закриття

Датчик відкриття призначений для фіксації положення вікон і дверей. Будучи сумісними з будь-якими контролерами Z-Wave, датчик не вимагає проводового підключення, живлення здійснюється від батарейки. Принцип роботи датчика відкриття: на рухому частину дверей або вікна кріпиться магніт, на нерухому частину закріплюється блок з герконом [5].

Геркон відповідає за замикання електричного кола при впливі на нього магнітного поля. Коли відбувається розрив ланцюга, датчик відправляє оповіщення на центральний контролер, який в свою чергу, відповідно до обраного сценарію, вмикає сигналізацію, відеоспостереження або викликає

охорону. Максимально допустима відстань від датчика до контролера - 5 метрів. [5]



Рис. 3.6 - Датчик відкриття/закриття Ajax DoorProtect

Переваги датчика:

- Сумісність з усіма контролерами Z-Wave.
- Простий монтаж.
- Оповіщення про стан елемента живлення [18].

Недоліки:

- Обмеження відстані до центрального контролера 5-ма метрами [18].

3.3 Датчик протікання

Дуже важлива група сенсорів. Вони встановлюються в тих точках, де потенційно може статися затоплення [11]. Зазвичай датчики протікання розміщують під умивальником, у ванній, біля пральної машини, поруч з душовою кабіною. Як тільки на датчик потрапить волога, спрацює аварійне перекриття подачі води, що запобіжить затоплення. Датчик рівня виміру води вчасно сповістить, якщо виникне загроза затоплення [18]. Датчик є простим у реалізації та працює автономно від батарейки. Даний детектор водостійкий і не тоне у воді.

Пристрій оснащений гучною вбудованою звуковою системою [11]. Датчик передає оповіщення про небезпеку на центральний контролер по протоколу «Розумного будинку» Z-Wave. Детектор встановлюється на підлогу і при попаданні води, відбувається замикання, про що пристрій

негайно сигналізує всіма доступними способами (вбудована сигналізація, зміна кольору індикатора, відправка повідомлення на контролер і по e-mail) [18].



Рис. 3.7 - Датчик протікання Grohe Sense 22505LN0

Переваги датчика:

- Можливість підключення проводового датчика.
- Вбудована звукова сирена.
- Автоматичне оновлення ПЗ.
- Робота від однієї батарейки більше 2,5 років [18].

Недоліки датчика:

- Гучна звукова система оповіщення, може турбувати сусідів [18].

3.4 Датчики рівня вологості

Використовуються в системах клімат-контролю. Як тільки детектор фіксує в повітрі недолік вологи або її надлишок автоматично включається зволожувач (осушувач) [18].

Плюси використання:

- Поєднує в собі два датчика: датчик температури (в нашому випадку завдяки великій похибці не використовується) і датчик вологості
- Недороге рішення для отримання температури і вологості
- Прості у використанні
- Прості в підключенні [11].

Мінуси використання:

- Велика похибка вимірювань
- Чи не вимірюють температуру нижче 0 ° C
- Довгий час відгуку: раз в дві секунди [11].

3.5 Датчик розбиття скла



Рис 3.8 – Датчик розбиття скла Ajax GlassProtect

Датчик призначений для контролю цілісності скла вікон і дверей в квартирі, будинку, офісі, магазині та інших приміщеннях, який миттєво повідомить власнику про ознаки незаконного вторгнення. Спільно з іншими пристроями датчик забезпечує надійну роботу охоронної сигналізації, з можливістю поступового збільшення кількості підключених до системи пристроїв та її масштабування до комплексної системи безпеки [11].

Бездротовий датчик - це охоронний звуковий поверхневий радіоканальний датчик розбиття скла. Звукові хвилі уловлюються електретним мікрофоном, а інтелектуальна система фіксації реагує тільки на певну послідовність звуків. Віддалене тестування та налаштування здійснюється через зручний мобільний додаток [18].

3.6 Датчики освітленості

Застосовуються для автоматичного включення/вимикання світла. Сенсор реагує на зміни в навколишньому просторі (рух, вібрація) і приймає відповідне рішення для зміни світлового сценарію.[5]

Бездротовий датчик освітленості використовується для вимірювання допустимого рівня освітленості [18]. Сенсор стежить за інтенсивністю освітлення, і при перевищенні допустимого рівня в приміщенні, що охороняється датчик передає бездротовий сигнал тривоги по радіоканалу на центральний блок. Який в свою чергу включає/вимикає освітлення, відкриває/закриває ролети і т.д. [18].



Рис. 3.9 – Бездротовий датчик освітленості

Можливості:

- Датчик визначає інтенсивність світла (наскільки освітлено приміщення);
- при перевищенні певного порогу освітлення, відправляє сигнал на центральний блок [11];
- сигнал датчика може використовуватися не тільки для спрацьовування тривоги, але і для управління системами автоматизації та «розумного будинку»;
- Чутливість датчика регулюється. Ви зможете налаштувати комфортні для Вас настройки [11];

- Датчик дозволяє організувати систему «розумного будинку», яка зможе автоматично вмикати освітлення, коли стає темно, і вимикати його, коли світло;
- Допомагає регулювати освітлення в системі «Розумний будинок» [11];
- Може використовуватися для контролю приміщень, в яких світло повинне бути відсутнім;
- Сертифікований в CE, FCC;
- Працює від однієї батареї до 1 року [11].

3.7 Датчики задимленості

Бездротовий пожежний датчик виявляє задимленість приміщення шляхом направлення інфрачервоного променя з ІЧ випромінювача на фотоприймач в димовій камері. При виникненні критичної густоти диму, ІЧ промінь заломлюється та розсіюється, що і виявляє фотоелемент [18].

Досягнувши певного регульованого ступеня чутливості, прилад активує тривогу: відбувається увімкнення сирени, блимає індикатор і надсилається сигнал тривоги на центральний блок [18]. Звучання сирени (85 дБ) продовжиться до моменту зниження температури та концентрації диму. Передбачена синхронна тривога декількох датчиків, а також є фільтр помилкових тривог. Для стабільної працездатності бажано проводити очищення детектора від пилу. Пристрій сам нагадає про це відповідним попередженням після самотестування камери диму і виявлення необхідності очистки [18].

Віддалене тестування та налаштування датчика здійснюється через зручний безкоштовний мобільний додаток (iOS або Android). Підключення до системи безпеки - в один клік шляхом сканування QR коду. Усі попередження відправляються на телефон власника за допомогою SMS і push-повідомлень. Датчик повідомляє про перші ознаки пожежі, що дає можливість оперативно зреагувати і усунути небезпеку. Датчик підвищує

рівень безпеки і комфорту, забезпечуючи надійну роботу систем розумного будинку, пожежної та охоронної сигналізації [18].



Рис. 3.10 - Бездротовий пожежний датчик Ajax FireProtect

3.8 Датчики витоку газу

Датчик чадного газу призначений для виявлення наявності рівня чадного газу в приміщенні. Чадний газ - це невидима небезпека для людини, тому щоб вчасно помітити витік, яка може привести до плачевних наслідків, детектор проходить ретельні необхідні випробування і тести [18].



Рис. 3.11 Датчик витоку газу (CO) FIBARO CO SENSOR-FGCD-001

Функції:

- Визначає наявність чадного газу і різкі зміни температури в приміщенні;
- Легко встановлює і налаштовується без спеціальних знань і інструментів;
- Бездротове підключення до системи «Розумного будинку»;
- Частота радіозв'язку 869 МГц не вимагає ліцензії на використання;
- Вбудована сирена 85 дБ;
- Працює від батареї CR123A;
- Автоматичне виявлення спроби переміщення або злому;
- Інформування про поточний стан за допомогою кольорової LED підсвічування і звукового оповіщення [18].

3.9 Управління розумним будинком

Управління розумним будинком відбувається за допомогою контролера. Контролер розумного будинку – це апарат, який керує усіма споживачами, приладами, а також надсилає звіт господареві про стан цих споживачів. Крім автономного режиму, з контролером можна зв'язатися через спеціальний інтерфейс (комп'ютерну мережу, мобільний оператор або радіомережу), і керувати вручну приладами [15].

Переваги приладу:

- інтуїтивно зрозумілий інтерфейс і максимальна простота програмування - розібратися зможе кожен;
- невеликі габарити і стильний вигляд, що не менш важливо для місця встановлення і дизайну приміщення;
- зручність використання бездротових технологій [16].

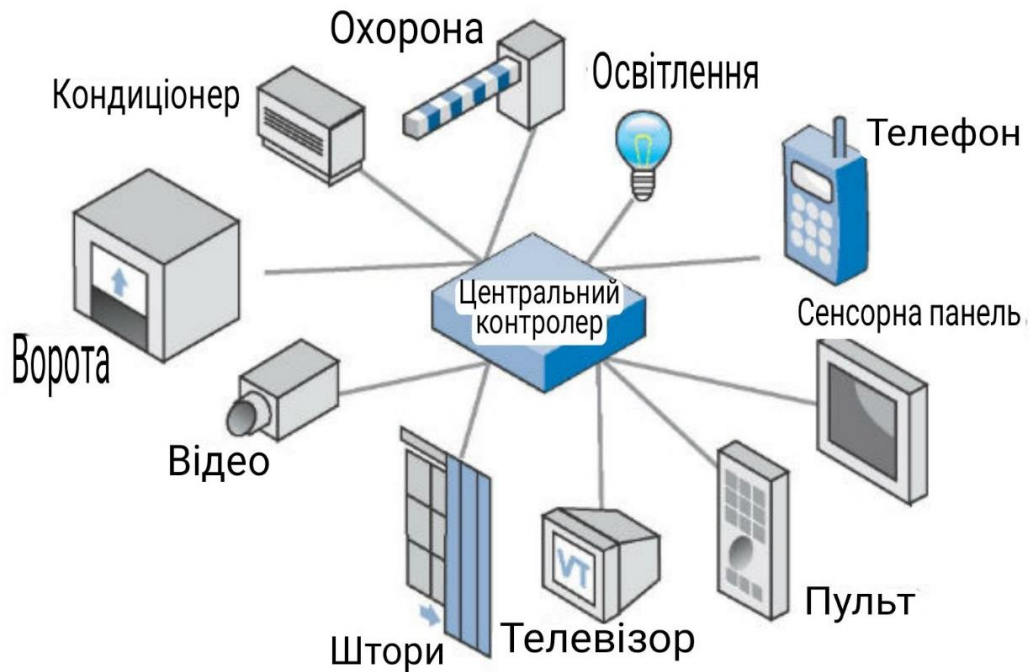


Рис. 3.12 - Прилади, керовані контролером системи розумний будинок

Контролер грає роль сполучної ланки між системою «розумний будинок» і користувачем [17]. Управління здійснюється за допомогою мобільних пристроїв (планшета, смартфона), різних вимикачів, панелей і пультів управління, персонального комп'ютера. Контролер віддає команди пристроїв за бажанням власника, згідно заданим сценарієм або на підставі поточної ситуації, наприклад, погодних умов [15].

Конструктивно він складається з декількох компонентів:

- Апаратна частина. Це програмований процесор з необхідними для створення сценарію пристроями - дисплеєм, кнопками управління і т.д.
- Програмна частина - встановлений на процесор протокол, сумісний з розумними приладами.
- Приймально-передавальний модуль для зв'язку з елементами смарт-системи і мобільним пристроєм користувача.
- Блок живлення, що підключається до електромережі, або акумуляторна батарея[17].

Висновки до 3 розділу

Було охарактеризовано всі типи сенсорів, які розміщуються в розумному будинку. Сучасні системи інтелектуального захисту житла сповіщають про різні потенційні загрози: незаконного проникнення, загоряння, злому дверей і вікон. Датчик розумного будинку - важливий елемент в системі інтелектуального захисту, що спрацьовує на зміни певного показника:

- рівня освітлення, задимлення, вологості і т.п.;
- зміни складу повітря;
- температури;
- руху.

Управління такими датчиками та в цілому системою відбувається за допомогою центрального контролера.

РОЗДІЛ 4. МЕРЕЖІ БЕЗДРОТОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

На відміну від провідних систем, в бездротових пристрої здійснюють обмін один з одним сигналами за допомогою радіоканалу. Команди від керуючого пристрою до виконавчого в такій системі надходять не по дроту, а по радіосигналу [9]. Відсутність проводів дає економію простору, економію часу на установку та економію матеріальних засобів. Монтаж бездротових моделей можливий у вже побудованій квартирі або будинку з внутрішньою обробкою [19].

Переваги реалізації безпроводних систем управління:

- Великий вибір готових рішень для автоматизації побутових процесів. Виробництвом даних систем управління для розумних будинків займаються компанії Xiaomi, Broadlink, Redmond, Z-Wave, Zamel, Ectostroy [20].

- Немає необхідності в підготовці складного проекту. Досить намітити місця, в яких планується встановити датчики і виконавчі пристрої. Відсутність потреби в проекті здешевлює установку.

- Адекватна вартість - сьогодні в продажі можна знайти широкий асортимент бездротових систем за прийнятною ціною. Можна почати автоматизацію буквально з пари приладів, після чого згодом автоматизувати інші пристрої у будинку [20].

- Простота налаштування системи та її експлуатації. З експлуатацією смартбудинку не виникне ніяких проблем. До недавнього часу провідні системи управління були найбільш поширеним різновидом систем домашньої автоматизації.

Навпроти великої кількості переваг, у бездротових засобів автоматизації домашніх процесів є недоліки [20].

Недоліки системи:

- Необхідність регулярної заміни батарейок і акумуляторів в автономних датчиках і виконавчих пристроях. В системі можуть бути присутніми передавачі, які живляться від мережі змінного струму, а не від батарейки. Відповідно, для таких передавачів потрібно закласти нульовий провід в монтажну коробку. Багатофункціональну, а головне - стабільно працюючу систему управління на радіоканалі створити досить важко [20].

- Недостатня безпека. В зв'язку з передачею даних між пристроями через радіоканал, зв'язок може пропадати, або можуть бути присутні перешкоди на каналі. Більшість розумних будинків працюють на частоті 433 МГц, на якій досить багато перешкод. Більш перспективна частота 868 МГц має проблеми з реєстрацією. У зв'язку з цим частота 868 МГц поки не отримала широкого поширення [20].

- Обмежений функціонал. Якщо провідні схеми здатні керувати будь-яким обладнанням в будинку, то бездротові системи часто обмежуються висвітленням, сигналізацією і деякими типами побутової техніки. Наприклад, телевізорами, спліт-системами, кондиціонерами [20].

4.1 Протокол Z-Wave



Рис. 4.1 Z-Wave

Z-Wave - це поширений радіо протокол передачі даних, призначений для домашньої автоматизації [2]. Технологія Z-Wave розвивається і підтримується компанією Sigma Design, відомим виробником напівпровідникових пристроїв і мікросхем. Характерною особливістю Z-Wave є стандартизація від фізичного рівня, до рівня прикладної програми. Тобто протокол покриває всі рівні OSI класифікації, що дозволяє забезпечувати сумісність пристроїв різних виробників при створенні гетерогенних мереж. Особливість протоколу Z-Wave є те що користувач може самостійно встановити та налаштувати системи. [2]

Протокол розроблявся спеціально для управління такими пристроями як світло, жалюзі, ворота, термостати і іншими шляхом передачі коротких команд, які потребують невеликого енергоспоживання. Типові невеликі завдання, які вирішуються за допомогою Z-Wave - це установка прохідних вимикачів (з датчиками), дистанційне керування воротами, включення світла. Всі ці завдання не вимагають перекладання проводів. Існують і більш складні проекти автоматизації квартир, які не поступаються за складністю промисловим системам автоматизації. Зазвичай такі системи можуть підтримувати від 10 до 150 пристроїв для «Розумного будинку» [2].

Технічні характеристики протоколу Z-Wave. На фізичному рівні передача даних здійснюється на частоті використовується частота 908.42 МГц (В Пн. Америці), інші використовують частоти до 1 ГГц. Модуляція FSK (частотна маніпуляція). Швидкість передачі: 42 кбіт/с, 100 кбіт/с і 9.6 кбіт/с (для сумісності зі старими пристроями). Шпаруватість не більше 1%. Гранична потужність передачі 1 мВт [2].

Всі пристрої Z-Wave засновані на чіпах однієї серії від двох виробників (Sigma Designs і Mitsumi). Дані мікросхеми доступні в двох варіантах: власне чіп і модуль, що містить мінімальний необхідний набір компонентів для роботи радіо-модуля. Для багатьох пристроїв ще може знадобитися додатково мікросхема енергонезалежної пам'яті EEPROM, однак це не є обов'язковим компонентом. Чіпи сімейства Z-Wave - це ZW0201, новіший і

100% сумісний з попереднім ZW0301, SD3402. На їх базі створені модулі ZM2102, ZM3102, ZM4101 і ZM4102. Всі згадані чіпи засновані на ядрі Inventra, сумісному з Intel 8051. Останнє покоління чіпів SD3402 має 16 Кб ОЗУ, 64 Кб ПЗУ, 64 байта [14].

Переваги протоколу:

- віддалений моніторинг мережі через Інтернет чи мобільний телефон;
- зручність масштабування;
- мережа може бути побудована з допомогою ПЗ з відкритим кодом [14].

Недоліки протоколу:

- початковий запуск мережі вимагає роботи групи висококваліфікованих спеціалістів;
- для мереж з кількістю вузлів понад 30 ціна реалізації мережі стає вищою, ніж ціна відповідних кабельних мереж;
- у зв'язку з конструктивними особливостями мережі мають обмежений радіус дії і масштаби [14].

4.2 Протокол ZigBee

ZigBee – специфікація мережних протоколів верхнього рівня, які використовують сервіси нижніх рівнів – рівня MAC і фізичного рівня РНУ. Протокол ZigBee гарантує безпечне передавання даних при відносно невисоких швидкостях (20–40 Кбіт/с) і можливість роботи мережних пристроїв від автономних джерел живлення (батареї типу ААА)[2].



Рис. 4.2 ZigBee

Технологія ZigBee реалізує mesh-топологію мережі та забезпечує автоматичну ретрансляцію повідомлень з підтримкою мобільних вузлів. Сьогодні ZigBee застосовують для створення сенсорних мереж, реалізації технології “Розумний будинок”, систем комунального призначення, охоронних систем, систем керування в промисловості [2].

Стандарт ZigBee забезпечує найвищі швидкості передавання даних та найвищу завадостійкість у діапазоні 2,4 ГГц. Швидкість передавання даних разом зі службовою інформацією становить 250 Кбіт/с. При цьому середня пропускна здатність вузла для корисних даних залежно від завантаженості мережі і кількості ретрансляцій у межах 5–40 Кбіт/с. Відстань між вузлами мережі 10–20 метрів під час роботи в приміщенні і сотні метрів при відкритому просторі, завдяки ретрансляції зона покриття мережі може бути збільшена. [10]

Мережу будують з використанням:

– координатора, що запускає мережу, виконує функції центру керування мережею і центру довіри – встановлює політику безпеки, задає налаштування в процесі приєднання пристроїв в мережу, завідує ключами безпеки. Очевидно, що вихід з ладу координатора спричиняє непрацездатність всієї мережі [2];

– маршрутизатора, який транслює пакети, виконує динамічну маршрутизацію, тому прямий зв'язок між двома кінцевими пристроями ZigBee неможливий. Розробнику необхідний і координатор, і маршрутизатор для встановлення зв'язку лише двох пристроїв [2];

– кінцевого пристрою, що може приймати і передавати пакети, але не може займатися їх трансляцією і маршрутизацією. Кінцеві пристрої не можуть мати дочірніх пристроїв, а мають бути підключеними до координатора чи маршрутизатора. Саме кінцеві пристрої працюють з давачами [2].

Технологія ZigBee використовує 16-бітну адресацію, тобто теоретично один координатор може взаємодіяти з понад 65 000 пристроями. Разом з тим можлива робота одночасно декількох мереж.

У зв'язку з описаними вище характеристиками цей протокол підходить для реалізації мереж зі значною кількістю вузлів корпоративного, промислового та військового напрямку, забезпечить високий рівень надійності і працездатності навіть при пошкодженні мережі.[2]

Підсумовуючи, сформулюємо основні переваги і недоліки технології ZigBee.

Переваги:

- Низьке енергоспоживання;
- Відносно великий радіус дії у приміщенні;
- Швидкий вихід зі сплячого режиму (близько 3 мс);
- Контроль за системами за допомогою віддаленого або мобільного пристрою;
- Підтримка різних мережевих топологій, у тому числі мережевої, що здатна виконувати “self-healing” мережі у випадку відключення складових мережі [1];

Недоліки:

- Необхідність встановлення вартісних адаптерів на сервері або створення шлюзу між ZigBee і Wi-Fi мережею;

- Недостатньо високий рівень стандартизації та єдиної програмно- апаратної платформи для розробки складних додатків;
- Часто занадто мала швидкість передачі даних. Більша частина пакетів витрачається на передачу пакетів, що містять адресну інформацію, пакети синхронізації і т.д. Корисна швидкість передачі складає близько 30 кбіт/сек.[1]

4.3 Протоколи Bluetooth Low Energy

Bluetooth Low Energy (BLE) – протокол для створення персональних мереж, основними сферами застосування є охорона здоров'я, спорт, охоронні системи, індустрія розваг, побутові застосування, інтернет-речей [2]. Істотною перевагою специфікації є наднизьке пікове енергоспоживання , середнє енергоспоживання і енергоспоживання в режимі простою, що дасть змогу створити систему, яка працює з давачами безперервно та не вимагає постійного джерела живлення [2].

Мобільні операційні системи, зокрема IOS, Android, Windows Phone і BlackBerry, а також Linux і Windows 8 мають вбудовану підтримку Bluetooth Low Energy (інша назва – Bluetooth Smart).

З вищезначеного випливає поширеність цієї технології, що є значною перевагою. Специфікація Bluetooth 4.0 (і пізніші) фактично визначає дві бездротові технології: BR / EDR і стандарт BLE. Пристрої, в яких застосовано BLE, можуть бути як дворезимні BR / EDR / BLE (Bluetooth Smart - Ready), сумісні з класичними Bluetooth-пристроями, так і однорезимні BLE (Bluetooth Smart) [2].

Основними блоками Bluetooth-пристроїв є:

- програма – реалізує логіку роботи;
- ведучий пристрій, хост – реалізує верхні рівні стека протоколів Bluetooth;
- контролер – реалізує нижні рівні стека протоколів Bluetooth [2].

Комерційні продукти зазвичай виконано в одному з таких апаратних рішень [2]:

- система на кристалі – однокристална система, що об'єднує програму, хост і контролер, застосовується в компактних пристроях, наприклад, в датчиках;

- рішення на двох мікросхемах, при якому додаток і хост з'єднано з контролером за допомогою UART, USB, SDIO і т. п. за протоколом HCI. Така конфігурація може використовуватися, наприклад, в мобільних пристроях;

- рішення на двох мікросхемах, при якому хост і контролер з'єднано за пропрієтарним протоколом;

- програмоване радіо на кристалі – однокристална система, яка об'єднує мікроконтролер, апаратно реалізований модуль Bluetooth та програмовану логіку. BLE визначає 40 радіочастотних каналів з кроком 2 МГц [2].

Адаптивний механізм стрибкоподібної перебудови частоти використано для протидії перешкодам, загасанню сигналу та інтерференції. Цей механізм вибирає один з 37 доступних каналів передавання даних для зв'язку протягом заданого часового інтервалу. Усі фізичні канали використовують GFSK-модуляцію. Коефіцієнт модуляції знаходиться в діапазоні від 0,45 до 0,55, що забезпечує знижену пікову споживану потужність. [2]

4.4 Протокол ANT/ANT+

ANT/ANT+ – це пропрієтарний протокол, розроблений для обміну даними з сенсорами, що знаходяться на відстані 1 – 5 м. Переважно це: датчі серцевого ритму, датчі швидкості, датчі тиску тощо [2].

Цей протокол має певні переваги над BLE в сфері енергоспоживання, а саме:

- менше споживає електроенергії при оголошенні сервісу;

- менше споживає електроенергії при скануванні та ініціюванні сеансу зв'язку;
- потребує менше транзакцій для кожного етапу сеансу зв'язку;
- при відправці однакового об'єму даних пересилає менше службової інформації [2].

Протокол реалізує топології: точка-точка, “зірка”, “дерево”. Згідно з специфікацією дозволяє мережі розміром до 65533 вузлів. ANT+ є адаптивним синхронним протоколом. Мережа утворюється логічними з'єднаннями пар вузлів. При цьому один вузол грає роль ведучого, а другий – веденого. Але тому ж веденому дозволено бути ведучим відносно іншого вузла, з яким у нього інше логічне з'єднання. Протокол ANT+ є протоколом з відкритим кодом, та основним недоліком його є менша поширеність порівнянно з BLE чи ZigBee.[2]

4.5 Протокол Wireless USB (W-USB)

Wireless USB (W-USB) – технологія, створена у зв'язку з популярністю USB інтерфейсу і покликана забезпечити переваги USB у сфері бездротового зв'язку. Ця технологія забезпечує швидкість 480 Мбіт/с на відстані до 3 метрів і 110 Мбіт/с на відстані до 10 метрів, що дозволяє використовувати її в офісах, наукових і державних установах (підтримується багатьма принтерами, сканерами, цифровими камерами, жорсткими дисками тощо) та в побуті (гейм-плеї, домашні кінотеатри, побутова техніка) [2].

Wireless USB архітектура дозволяє підключення до 127 пристроїв безпосередньо до хоста, який є унікальним для системи і переважно інтегрований у комп'ютер. Для безпечного з'єднання використовуються механізми авторизації і шифрування з'єднання. Та, незважаючи на високу швидкість передавання W-USB на частоті 3.1-10.6 ГГц, модулі цієї технології є дорогими та важкодоступними в непромислових кількостях.[2]

4.6 Протокол Wi-Fi



Рис.4.3 Wi-Fi

Wi-Fi є протоколом, що дозволяє електронним пристроям підключатися до бездротової мережі LAN, переважно з використанням 2,4 ГГц і 5 ГГц радіодіапазонів. [2]

Дана технологія забезпечує можливість передачі даних між пристроями на короткі дистанції без допомоги проводів за допомогою радіосигналу. Пристрої підключені по бездротовій технології утворюють мережу, ядром якої є точка доступу (Access Point). Навколо неї формується територія радіусом 50-100 метрів, звана хот-спотом, або зоною Wi-Fi. Даний стандарт характерний швидким обміном значними обсягами даних на невеликих відстанях, а також інтегрований широке коло обладнання (ноутбуки, смартфони, планшети і іншу побутову техніку) [6].

Без Wi-Fi не обійтися в IP-камерах, телевізорах, аудіо / медіаплеєрах і іншій техніці для передачі відеосигналу. Звичайно, Wi-Fi може використовуватися і в вимикачах світла, датчиках, термостатах, але відсутність ретрансляції сигналу і високе енергоспоживання не дозволяють робити на ньому датчики з автономним живленням, що працюють роками [6]. Кожен виробник для свого Wi-Fi-пристрою, будь то розумна лампочка, чайник, холодильник або робот-пилосос, випускає свою власну програму, і немає єдиного стандарту, щоб управляти всією технікою з однієї програми. Це не дозволяє зробити розумний будинок тільки на Wi-Fi по-справжньому зручним. Хоча можливий варіант організації деяких сценаріїв для збирання інформації та управління пристроями розумного дому через безкоштовну веб-службу IFTTT [6].

Переваги:

- Достатній радіус дії
- Забезпечує високу швидкість передачі даних
- Технологія широко розповсюджена в мобільних пристроях і комп'ютера
- Існує безліч пристроїв різної якості та ціни на кожен бюджет.

Недоліки:

- Високе енергоспоживання не дозволяє використовувати Wi-Fi в автономних датчиках і актуаторах розумного будинку
- Мережева топологія зірка не гарантує безвідказної роботи мережі
- Складний процес додавання деяких пристроїв в мережу
- Проблеми з безпекою такі як механізм управління ключами
- Домашні маршрутизатори, точки доступу не пристосовані для підтримки багатьох пристроїв, датчиків WiFi [6].

4.7 Протокол MiWi

Як вже вдалось з'ясувати важливими особливостями простих бездротових мереж для портативних пристроїв є: мінімізація вимог до ядра мікроконтролера, низьке енергоспоживання вузла мережі, надійність. MiWi є простим протоколом бездротових мереж, орієнтованим на низькі швидкості передачі даних, невеликі відстані і низьку вартість реалізації вузла [29].

MiWi заснований на специфікації IEEE802.15.4 для бездротових персональних мереж (WPAN) і є гідною альтернативою існуючим стекам протоколів для бездротових мереж. Він орієнтований на мережі невеликого розміру з обмеженою кількістю маршрутизаторів. Мережа, побудована на основі протоколу MiWi, може мати до 1024 вузлів. У ній можуть працювати до 8 координаторів, кожен з яких підтримує до 127 вузлів [29].

Протокол MiWi визначає три типи пристроїв з різною функціональністю [29]:

PAN-координатор - один на всю мережу, який утворює вузол в мережі.

Координатор - необов'язковий вузол, розширює зону охоплення мережі і кількість вузлів.

Кінцевий пристрій - кінцевий вузол мережі, безпосередньо джерело і приймач інформації.

Основні особливості MiWi [29]:

- підтримка mesh -мереж, вузол-вузол з'єднань, зірка, дерево, мережа
- реалізація з'єднання за допомогою кластерів (група вузлів, що формує мережу)
- підтримка шифрування повідомлень.

Порівняння мереж бездротового зв'язку

	ZigBee	Z-Wave	BLE	ANT	Wi-Fi	W-USB
Частотний діапазон, МГц	868/915/2400	8968/908(всі) 2400(с.400)	2400-2483	2400-2483	2483-5500	3100-10600
Швидкість передавання, Кбіт/с	20/40/250	9.6/40 (з 200 с.) 200(с.400)	1000	1000	100- >54000	110000- 480000
Кількість вузлів	1 маршрутизатор обслуговує до 32 вузлів	1 маршрутизатор обслуговує до 32 вузлів	1 ведучий обслуговує 7 ведених	1 ведучий обслуговує 7 ведених	Мін. 2 вузла	1 хост обслуговує до 127 вузлів
Радіус дії, м	10-100	30-100	50	30	150	3-100
Типи пристроїв чи ролі вузлів	Координатор, маршрутизатор, кінцевий пристрій	Координатор, маршрутизатор, ведений	Ведучий і ведений	Ведучий і ведений	Точка доступу, клієнт	Хост, периферійний пристрій
Піковий струм споживання вузла, мА	<150	21 (режим пробудження) 36 (режим передачі)	12,5	17	116 (при 1,8В)	<500

Рис. 4.4 Порівняння технологій бездротового доступу мережі управління розумним будинком

Протокол ANT/ANT+ є протоколом з відкритим кодом, але незважаючи на те, що забезпечує найнижче в середньому енергоспоживання, основним недоліком є менша поширеність порівнянно з BLE чи ZigBee.

Протокол W-USB є надлишковим, оскільки немає необхідності забезпечення значних швидкостей, до того ж висока ціна модулів у непромислових кількостях також стає на заваді. Протокол вимагає значних енерговитрат, що є неприйнятним.

Wi-Fi – найпоширеніша бездротова мережева технологія. Перевагами є забезпечення високої швидкості передачі даних, великий радіус дії та можливість використання ретрансляторів. Проте, через своє велике енергоспоживання постає проблема у використанні цієї технології в автономних елементах «розумного будинку». Також Wi-Fi має низьку відмовостійкість у зв'язку з тим, що використовує мережеву топологію «зірка». Ще одним недоліком є те, що в даній технології не стандартизований прикладний рівень моделі OSI і постає питання сумісності приладів різних виробників.

Протокол MiWi вважається недорогою альтернативою протоколів ZigBee та призначений більше для використання у житлових будинках, офісах. Швидкість передачі у двох протоколів однакова – 20 – 250 кбіт/с, частота так само однакова – 2,4Г Гц. Топологія більш зручна для використання – «mesh». Але MiWi більш підходить для створення автоматизованих систем як в житлових приміщеннях, так і на комерційних підприємствах.

У випадку з Bluetooth Low Energy, перспективи цього протоколу в чомусь залежать від того, наскільки успішними будуть спроби реалізувати в ньому топологію пористих мереж. BLE має досить високу швидкість передачі даних. Проте, у зв'язку з тим, що технологія працює в діапазоні 2,4 ГГц, можливе виникнення колізій. Ще одним недоліком є малий радіус дії (до 10 метрів в будівлі).

Протокол ZigBee – хороше рішення для територіально розкиданих складних мереж, яким наперед потрібно забезпечити стабільний зв'язок при надзвичайних ситуаціях. Zig-Bee максимально закриває проблеми забезпечення конфіденційності, цілісності і доступності даних в системах з автоматичним сигналізування.

Z-Wave - єдина з популярних технологій, яка не використовує перевантажений до межі частотний діапазон 2,4 ГГц. Перевагою і одночасно недоліком є те, що прилади працюють в низькочастотному, найменш завантаженому діапазоні. З однієї сторони – це захищеність від радіоперешкод, а з іншої – проблема, яка виходить з того, що в різних країнах для Z-Wave виділені різні радіодіапазони.

Висновки до 4 розділу

Було здійснено аналіз технологій бездротового доступу мережі управління розумним будинком та запропоновані рекомендації щодо їх застосування. На даний момент, одні з кращих технологій для домашньої автоматизації є Zigbee та Z-Wave.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

У дипломній роботі було проведено аналіз технологій бездротового доступу мережі управління розумним будинком, було запропоновано концепції для системи управління розумним домом, а саме: управління електроенергією, контроль доступу, перевірка присутності тощо.

У процесі роботи були визначені можливості, переваги та недоліки розумного будинку для подальшого вибору технології та обладнання для розумного будинку. Також було запропоновано ряд критеріїв, за якими можна визначити можливість застосування безпроводової технології в системах управління розумним будинком. До таких критеріїв віднесено: надійність, мережна конфігурація, безпека, потужність, глобальна сумісність, вартість.

При вирішенні завдання вибору технологій був проведений докладний і структурований огляд сучасних технологій розумного будинку. До безпроводових технологій, які можна застосовувати для керування системами розумного будинку, віднесено такі технології: Wi-Fi, Z-Wave, ZigBee, ANT, Bluetooth Low Energy, MiWi, W-USD.

Встановлено, що технологію Wi-Fi не доцільно використовувати в системах розумного будинку, окрім випадків, коли потрібно забезпечити стабільний та надійний зв'язок з віддаленими системами, такми як хмара.

MiWi більш підходить для створення автоматизованих систем як в житлових приміщеннях, так і на комерційних підприємствах.

Протокол ANT/ANT+, незважаючи на те, що забезпечує найнижче в середньому енергоспоживання, не підходить, оскільки не є достатньо поширеним.

Протокол W-USB є надлишковим, оскільки немає необхідності забезпечення значних швидкостей, до того ж висока ціна модулів у непромислових кількостях також стає на заваді.

Перспективи BLE протоколу в чомусь залежать від того, наскільки успішними будуть спроби реалізувати в ньому топологію пористих мереж.

Zigbee, Z-Wave максимально закривають проблеми забезпечення конфіденційності, цілісності і доступності даних в системах з автоматичним сигналізування. На даний час, вони є найкращими на ринку бездротових технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. МІЙ ДОМОВИК. Розумний будинок без проводів і ремонту [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу <https://moy-domovoy.ru/>
2. <http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/39217/1/003-010-016.pdf>
3. <https://studwood.ru/2600038/informatika/osvitlennya>
4. Харке В.Н. Розумний будинок. Об'єднання в мережу побутової техніки та систем комунікацій в житловому будівництві// М .: Техносфера, 2006. - 292с.
5. <https://vencon.ua/ua/articles>
6. <http://zenchom.com/smarthome>
7. <https://ohorona-kyiv.com/ua/blog/datchiki-dvizhenija.html>
8. І.Ю. Юрчак, П. С. Вишинський ЗАСТОСУВАННЯ АЛГОРИТМІВ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ В СИСТЕМАХ РОЗУМНОГО БУДИНКУ, 2018, с. 142-148
9. http://www.dut.edu.ua/uploads/p_421_34331645.pdf
10. Офіційний альянс технології Zigbee URL: <http://www.zigbee.org>
11. <https://secur.ua/umniy-dom/>
12. Гололобов В.Н. «Умный дом» своими руками. М.: НТ Пресс, 2007. с. 9-12, SBN 5- 477-00484-3
13. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D0%B7%D0%B4%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B2%D1%96_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97
14. <http://z-wavealliance.org/>
15. <https://vse.ua/info/kak-vybrat-kontroller-umnogo-doma-771/?city=lv>

16. <https://mastery-of-building.org/uk/sostavlyayushhie-elementy-sistemy-umnyj-dom-ix-naznachenie-i-princip-raboty/>
17. <https://vse.ua/info/kak-vybrat-kontroller-umnogo-doma-771/?city=lv>
18. <https://worldvision.com.ua/ua/catalog/>
19. Телекомунікаційні та інформаційні мережі : Підручник [для вищих навчальних закладів] / П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. – К.: САММІТ-Книга, 2010. – 708 с.: іл.
20. <https://worldvision.com.ua/ua/articles/preimushchestva-i-nedostatki-besprovodnoy-sistemi-bezopasnosti>
21. <https://www.smarthouse.ua/multirum.html>
22. https://www.smarthouse.ua/chto_umeet_umnyj_dom.html
23. <https://nachasi.com/tech/2018/06/25/smart-house-faq/>
24. https://wiki.tntu.edu.ua/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D1%83%D0%BC%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B4%D1%96%D0%BC
25. <https://kievnovbud.com.ua/ua/2019/06/navishho-potribna-sistema-rozumnij-budinok-usi-za-ta-proti/>
26. <http://dssbi.com.ua/sitelab1/%D1%96%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-smart-house/>
27. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/34828/1/Vakulenko_bakalavr.pdf
28. http://cad.kpi.ua/attachments/093_2015_%D0%B5%D0%B2%D1%82%D1%83%D1%85.pdf
29. <http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/154456/%D0%94%D0%B8%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BC%20%D0%93%D0%BE%D0%B%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D0%B2%D0%B0.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
30. https://ames.kpi.ua/wp-content/uploads/2020/07/Ovsiyenko-K.M.-Dyplom_r.pdf
31. [dyplom_Tsubera_V_2020.pdf](https://ames.kpi.ua/wp-content/uploads/2020/07/Ovsiyenko-K.M.-Dyplom_r.pdf)

32.Ільченко М.Ю., Кравчук С.О. Телекомунікаційні системи. – Київ:
Наукова думка, 2017. – 730 с.