

**МІНІСТЕРСТВО ФІНАНСІВ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ПОДАТКОВИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ФАКУЛЬТЕТ ФІНАНСІВ ТА ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І
СИСТЕМ**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему:**

**«МОДЕЛЬ МЕРЕЖІ РОЗУМНОГО БУДИНКУ НА БАЗІ PAKET
TRACER»**

Здобувача вищої освіти першого (бакалаврського) рівня,
4 курсу, групи КБз-19-1, спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»,
освітня програма «Інформаційні управляючі системи і технології (за галузями)»


(підпис)

Кучеренка Дмитра Анатолійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

Науковий керівник


(підпис)

Редич Олександр
Володимирович, к.е.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь,
вчене звання)

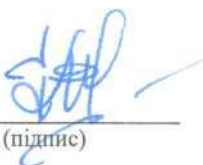
Керівник освітньо-
професійної програми


(підпис)

Федотова - Півень Ірина
Миколаївна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь,
вчене звання)

Допущено до захисту за рішенням кафедри
протокол від «01» червня 2023 № 14

Завідувач кафедри


(підпис)

Філоненко Михайло Миколайович
к.ф.-м.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Ірпінь – 2023

Реєстрація № 37

07.06.2023

(дата)



(підпис відповідальної особи)

Результати перевірки

до захисту

(до захисту, на доопрацювання)

01.06.2023

(дата)



(підпис)

Результат захисту

4 (добре)

(оцінка)

16.06.2023

(дата)



(підпис)

Голова комісії:



(підпис)

В.М. Франчук

Члени комісії:



(підпис)

М.М. Філоненко



(підпис)

В.О. Ніжегородцев



(підпис)

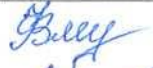
Є.В. Котух

БЛАНК ОЦІНЮВАННЯ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ

Об'єкти контролю	Діапазон оцінки в балах	Фактична кількість балів	Примітки	Дата, П.І.Б.: керівника, голови комісії членів комісії, секретаря, (підписи)
ОЦІНЮВАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ КОМІСІЄЮ ПО ЗАХИСТУ				
1. Зміст випускної роботи (якість теоретичного матеріалу, його зв'язок з практичним, вміння представляти матеріал в логічній послідовності, наявність висновків та пропозицій)	від 0 до 30	26		16.06.2023 Франчук В.М.  Філоненко М.М.  Ніжегородцев В. О.  Котух Є.В.  Суховерхня Л.П. 
2. Дотримання вимог щодо оформлення	від 0 до 10	7		
3. Вчасне виконання роботи на всіх етапах у встановлені кафедрою терміни	від 0 до 5	3		
4. Рецензент	від 0 до 5	4		
РАЗОМ БАЛІВ	від 0 до 50	40		

Оцінювання кваліфікаційної роботи науковим керівником - 40 балів.

ПЕРЕВЕДЕННЯ ОЦІНКИ ЗА 100-БАЛЬНОЮ ШКАЛОЮ ДО НАЦІОНАЛЬНОЇ ШКАЛИ ТА ШКАЛИ ЄКТС

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	Дата	П.І.Б.: голови, членів комісії, секретаря, (підпис)
80	B	4 (добре)	16.06.2023	Франчук В.М.  Філоненко М.М.  Ніжегородцев В. О.  Котух Є.В.  Суховерхня Л.П. 

ПРАВИЛА ПЕРЕВЕДЕННЯ ОЦІНОК ДО НАЦІОНАЛЬНОЇ ШКАЛИ ТА ШКАЛИ ЄКТС

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	5 (відмінно)
80-89	B	4 (добре)
70-79	C	
60-69	D	
50-59	E	3 (задовільно)
35-49	FX	2 (незадовільно)

Факультет фінансів та цифрових технологій

Кафедра комп'ютерних та інформаційних технологій і систем

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»

Спеціальність: 122 «Комп'ютерні науки»

Освітня програма: «Інформаційні управляючі системи і технології (за галузями)»

Затверд

В.о. завідувача ка

М.М. Філо

« 20 » 11 20

Завдання на кваліфікаційну роботу

здобувачу вищої освіти

Кучеренку Дмитру Анатолійовичу

1. Тема дипломної роботи

«Модель мережі розумного будинку на базі Packet Tracer»

Затверджена наказом ректора від «15» листопада 2022 № 1205 (зі змінами від «04» квітня 2023 № 361)

2. Строк здачі закінченої роботи «01» червня 2023

3. Мета роботи: розробка моделі мережі розумного будинку на базі обладнання Cisco Systems

Об'єкт дослідження: технології та фреймворки моделювання мережного середовища

Предмет дослідження: технології інтернету речей для розумного середовища

Орієнтовна база дослідження: підприємства з мережами інтернету речей

Вихідні дані до роботи Інформаційні ресурси інтернет, нормативи застосування інтернету речей

4. Перелік графічного матеріалу: рисунки та графіки, формули.

5. Зміст випускної кваліфікаційної (дипломної) роботи (перелік питань за кожним розділом) : ВСТУП. РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ. 1.1 Поняття розумного будинку та його особливості. 1.2 Технології та протоколи, що використовуються в мережах розумних будинків. 1.3 Обладнання Cisco Systems та його можливості. РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ВИМОГ ДО МЕРЕЖІ РОЗУМНОГО БУДИНКУ. 2.1 Функціональні вимоги до мережі. 2.2 Нефункціональні вимоги до мережі. РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ МЕРЕЖІ РОЗУМНОГО БУДИНКУ. 3.1 Вибір топології мережі. 3.2 Визначення протоколів та технологій, що будуть використовуватися в мережі. 3.3 Вибір та конфігурація обладнання Cisco Systems. 3.4. Побудова моделі розумного будинку у середовищі Cisco Packet Tracer

Календарний план виконання роботи

№ п/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної (дипломної) роботи	Строк виконання етапів роботи	
		За планом	Фактично
1	2	3	4
1	Вибір теми, підбір літературних джерел, формування структури ДР	До 15.11.2022	« 15 » 11 2022 р.
2	I розділ (розкрити сутність і стан дослідження наукової проблематики роботи, після чого навести її загальну характеристику; огляд літератури за темою і вибір конкретних напрямів досліджень)	01.02.2023	« 01 » 02 2023 р.
3	II розділ (аналіз експериментальної частини про і методики досліджень)	31.03.2023	« 31 » 03 2023 р.
4	III розділ (проведені теоретичні і (або) експериментальні дослідження та проектні рішення)	10.05.2023	« 10 » 05 2023 р.
5	Висновки	20.05.2023	« 20 » 05 2023 р.
6	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень наукового керівника	26.05.2023	« 26 » 05 2023 р.
7	Отримання відгуку керівника	08.06.2023	« 08 » 06 2023 р.
8	Отримання зовнішньої рецензії	11.06.2023	« 11 » 06 2023 р.

Дата видачі завдання « 20 » листопада 2022 р.

Сервісник дипломної роботи

 О.В. Редич
(підпис)

Сервісник освітньо-професійної програми

 І.М. Федотова
(підпис)

Завдання до виконання отримав
добувач вищої освіти

 Д.А. Кучеренко
(підпис)

АНОТАЦІЯ

МОДЕЛЬ МЕРЕЖІ РОЗУМНОГО БУДИНКУ НА БАЗІ PACKET TRACER

Метою дипломної роботи є розробка моделі мережі розумного будинку на базі Packet Tracer. У роботі будуть розглянуті основні принципи та концепції побудови мереж розумного будинку, використання програмного забезпечення Packet Tracer для моделювання та симуляції мережевих пристроїв та комунікаційних процесів.

Завданням дипломної роботи є аналіз вимог до мережі розумного будинку, проектування та конфігурування віртуальної моделі мережі на платформі Packet Tracer, встановлення та налаштування різних пристроїв (сенсорів, контролерів, маршрутизаторів тощо), розробка сценаріїв взаємодії між пристроями та тестування роботи мережі.

Предметом дослідження є моделювання та симуляція мережі розумного будинку з використанням програмного забезпечення Packet Tracer. Робота включає вивчення можливостей та функціональності Packet Tracer, вибір необхідних компонентів мережі та їх налаштування, аналіз протоколів комунікації та алгоритмів розумного будинку, а також оцінку ефективності та надійності мережі.

Базою дослідження є платформа Packet Tracer, яка надає зручне середовище для моделювання, конфігурування та симуляції мережевих пристроїв. Дослідження буде здійснюватись шляхом створення віртуальної моделі розумного будинку з використанням різних пристроїв та налаштування їх взаємодії.

За результатами дослідження буде розроблена модель мережі розумного будинку на базі Packet Tracer, яка демонструватиме принципи та можливості розумних будинків. Розроблена модель може використовуватись як основа для подальшої розробки та впровадження реальної мережі розумного будинку. Результати роботи дозволять оцінити ефективність та функціональність мережі, виявити можливі проблеми та вдосконалити проектування мереж розумного будинку.

Кваліфікаційна робота містить 60 сторінок, 1 таблицю, 31 рисунок, список використаних джерел 40 найменувань.

Ключові слова: розробка моделі мережі розумного будинку, розумний будинок, Packet Tracer.

Рік виконання кваліфікаційної роботи: 2023 р.

Рік захисту роботи: 2023 р.

ANNOTATION

MODEL OF A SMART HOME NETWORK BASED ON PACKET TRACER

The aim of this diploma project is to develop a model of a smart home network based on Packet Tracer. The work will cover the basic principles and concepts of building smart home networks, the use of Packet Tracer software for modeling and simulating network devices and communication processes.

The tasks of this diploma project include analyzing the requirements for a smart home network, designing and configuring a virtual network model on the Packet Tracer platform, installing and configuring various devices (sensors, controllers, routers, etc.), developing interaction scenarios between devices, and testing the network operation.

The subject of this research is the modeling and simulation of a smart home network using Packet Tracer software. The work includes studying the capabilities and functionality of Packet Tracer, selecting the necessary network components and configuring them, analyzing communication protocols and smart home algorithms, as well as evaluating the efficiency and reliability of the network.

The research is based on the Packet Tracer platform, which provides a convenient environment for modeling, configuring, and simulating network devices. The research will be conducted by creating a virtual model of a smart home using different devices and configuring their interaction.

The outcome of the research will be the development of a smart home network model based on Packet Tracer, which will demonstrate the principles and capabilities of smart homes. The developed model can serve as a basis for further development and implementation of a real smart home network. The results of the work will allow evaluating the efficiency and functionality of the network, identifying possible issues, and improving the design of smart home networks.

The qualification work consists of 60 pages, 1 table, 31 figures, and a list of 40 references.

Keywords: development of a smart home network model, smart home, Packet Tracer.

Year of completing the qualification work: 2023.

Year of defending the work: 2023.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	5
1.1 Поняття розумного будинку та його особливості.	5
1.2 Технології та протоколи, що використовуються в мережах розумних будинків.	8
1.3 Обладнання Cisco Systems та його можливості.....	10
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ВИМОГ ДО МЕРЕЖІ РОЗУМНОГО БУДИНКУ	20
2.1 Функціональні вимоги до мережі.....	20
2.2 Нефункціональні вимоги до мережі.....	23
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ МЕРЕЖІ РОЗУМНОГО БУДИНКУ... ..	26
3.1 Вибір топології мережі.....	26
3.2 Визначення протоколів та технологій, що будуть використовуватися в мережі.	29
3.3 Вибір та конфігурація обладнання Cisco Systems	30
3.4. Побудова моделі розумного будинку у середовищі Cisco Packet Tracer.	36
ВИСНОВКИ.....	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	48

ВСТУП

Актуальність теми. В сучасному світі інтернет-технології входять в наші домівки, дозволяючи нам контролювати різні пристрої віддалено. Інтернет речей (IoT) забезпечує підключення мережі розумного будинку до Інтернету, щоб керувати та моніторити різні пристрої, такі як побутова техніка, електроніка, освітлення, система безпеки тощо. Щоб забезпечити надійну та безпечну мережу розумного будинку, важливо правильно вибрати та налаштувати обладнання. Проблема розробки моделі мережі розумного будинку на базі обладнання Cisco Systems досить актуальна. Ця тема є активною та динамічною, і вона привертає увагу вчених та фахівців з різних галузей.

Метою роботи є розробка моделі мережі розумного будинку на базі обладнання Cisco Systems у середовищі емулятора Cisco Packet Tracer.

Стан проблеми. Зарубіжні вчені, такі як Майкл Миллер, Пол Літл та Джеймс Робб, проводили дослідження з розробки таких моделей. Вони досліджували питання проектування, розгортання та управління мережами розумного будинку. Українські вчені також активно досліджують цю проблему. Серед них можна виділити Віктора Березюка, Олександра Заболотнього та Ігоря Шияна, які присвятили свої дослідження вивченню розробки та управлінню мережами розумного будинку. Актуальним завданням є на сьогодні моделювання розумного середовища і дослідження технологій такого моделювання.

Об'єкт дослідження: технології та фреймворки моделювання мережного середовища та розумні середовища на основі інтернету речей.

Предмет дослідження: Cisco Packet Tracer як фреймворк моделювання розумного середовища на базі інтернету речей.

Завдання дипломної роботи включають:

- Опис та аналіз сучасних технологій мереж розумних будинків.

- Вивчення особливостей та можливостей обладнання Cisco Systems, яке може бути використано для створення мережі розумного будинку.
- Розробка моделі мережі розумного будинку у середовищі емулятора Cisco Packet Tracer з використанням віртуального обладнання Cisco Systems.
- Висновки та рекомендації щодо можливостей та перспектив використання обладнання Cisco Systems для створення мереж розумних будинків.

Розумні будинки стають все більш популярними і доступними для користувачів. За допомогою мережі розумного будинку, можна забезпечити комфортне та безпечне проживання в будинку, а також ефективно використовувати енергоресурси. Однак, для досягнення максимальної ефективності та забезпечення безпеки, необхідно мати правильно налаштовану та збалансовану мережу розумного будинку.

Практична значимість отриманих результатів. Здійснено обґрунтований вибір та конфігурація обладнання для мережі розумного будинку, що є критично важливим етапом у процесі його розробки. Обладнання повинно бути не тільки надійним та забезпечувати потрібний рівень продуктивності, але і підтримувати потрібні протоколи та технології для безпечної та ефективної роботи мережі. У цьому контексті, обладнання Cisco Systems може бути оптимальним вибором для створення моделі мережі розумного будинку.

У третьому розділі було розроблено архітектуру мережі розумного будинку в середовищі Cisco Packet Tracer. Визначено топологію мережі, вибрано та описано протоколи та технології, що будуть використовуватися в мережі. Також вибрано та налаштовано обладнання Cisco Systems, і створено схему мережі. Дана модель може бути використана для створення реального середовища розумного будинку.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Поняття розумного будинку та його особливості.

Зараз розумний будинок стає все більш поширеним явищем в світі технологій. Технологічний прогрес та зростання населення зумовлює необхідність збільшення ефективності використання ресурсів, підвищення рівня комфорту проживання та безпеки в будинках. Розумний будинок відповідає на всі ці потреби.

Розумний будинок - це будинок, що обладнаний сучасними електронними системами, які забезпечують комфорт, безпеку та ефективне використання енергії для мешканців. Такий будинок може включати в себе системи автоматизації, освітлення, опалення, вентиляції, кондиціонування повітря, безпеки та домашнього розваг.

Основною метою розумного будинку є полегшення життя мешканців та покращення їхнього комфорту. За допомогою сучасних технологій, розумний будинок може забезпечити автоматизацію процесів та максимальну енергоефективність, що робить його привабливим для власників.

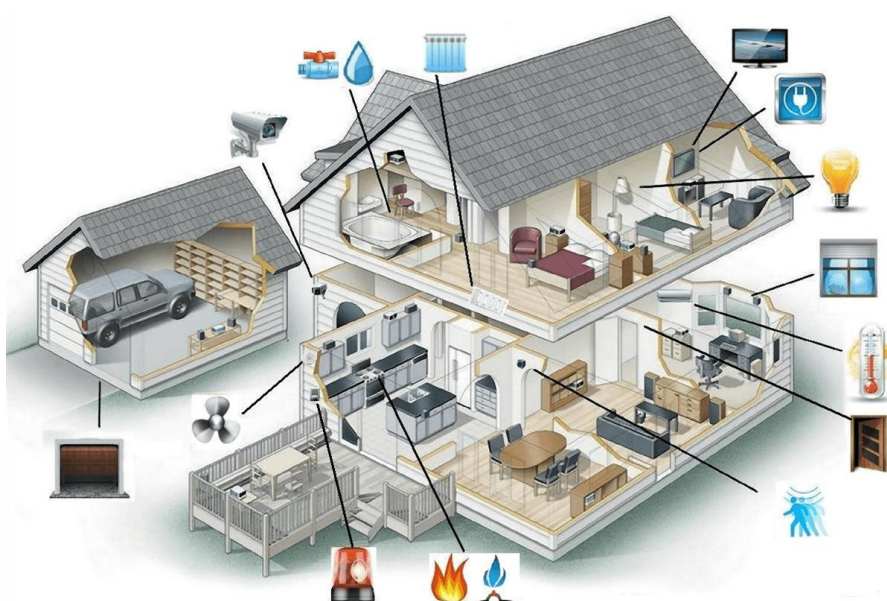


Рис. 1.1 Приклад схематичного зображення розумного будинку

Однією з особливостей розумного будинку є можливість управління будинком з будь-якого місця в світі за допомогою мобільного пристрою або планшета. За допомогою додатків для керування, мешканці можуть віддалено контролювати різні електронні системи в будинку, такі як освітлення, терморегуляція та безпека.

Окрім цього, розумний будинок забезпечує безпеку мешканців за рахунок встановлення системи відеоспостереження, датчиків руху та датчиків вогню. Ці системи дозволяють мешканцям бути впевненими в тому, що їхній будинок завжди захищений від можливих небезпек.

Для забезпечення енергоефективності, розумний будинок може мати системи автоматичного регулювання температури та освітлення, які залежать від часу доби, пори року та присутності мешканців в будинку. Це дозволяє максимально заощаджувати енергію та зменшувати витрати на комунальні послуги.

Однією з важливих складових розумного будинку є система розваг. Завдяки цій системі, мешканці можуть насолоджуватися високоякісним звуком та зображенням вдома, а також мати доступ до різноманітних сервісів, таких як потокове відео, музика та ігри.

Ще однією особливістю розумного будинку є його здатність до самонавчання. Система штучного інтелекту в будинку може навчитися розуміти звички та побажання мешканців, що дозволяє автоматично налаштовувати системи будинку для максимального комфорту та енергоефективності.

Загалом, розумний будинок - це комплексна система, яка забезпечує комфорт, безпеку та енергоефективність мешканців. Він базується на використанні сучасних технологій та може бути зручним та корисним для різних категорій мешканців, від молодих сімей до літніх людей, які потребують підвищеної догляду та контролю.

Одним з ключових елементів розумного будинку є система управління пристроями. Для цього використовуються різні технології та протоколи, такі як Wi-Fi, ZigBee, Z-Wave та Bluetooth. Wi-Fi використовується для підключення до Інтернету та управління пристроями з високою потужністю, такими як комп'ютери, телевізори та інші домашні електроприлади. ZigBee та Z-Wave використовуються для бездротового зв'язку між низькопотужними пристроями, такими як датчики руху, датчики температури та інші датчики, а також для керування різними розумними пристроями. Bluetooth використовується для бездротового зв'язку між мобільними пристроями та розумними пристроями, такими як дверні замки, світильники та інші.

Ще однією важливою технологією для розумного будинку є системи штучного інтелекту (AI) та машинного навчання. Ці технології дозволяють розумному будинку "навчитися" визначати та прогнозувати поведінку користувачів, а також давати рекомендації та виконувати дії автоматично. Наприклад, розумний будинок може вміти регулювати температуру та освітлення залежно від звичок та розкладу жителів будинку.

Інша важлива частина розумного будинку - це його безпека. Якщо всі пристрої в будинку підключені до однієї мережі, це може створити ризик вторгнення в систему зломисників. Це може призвести до несанкціонованого доступу до приватної інформації, контролю над пристроями у будинку або навіть до зламу безпеки будинку.

Отже, важливо застосовувати ефективні методи захисту, такі як шифрування даних, автентифікація користувачів, захист від зломисних атак та інші методи забезпечення безпеки. Також важливо забезпечити оновлення програмного забезпечення та апаратне забезпечення, щоб забезпечити захист від нових загроз безпеки.

Особливості розумного будинку пов'язані з його інфраструктурою та можливостями, які забезпечують комфорт, безпеку та енергоефективність мешканців. Детальніше розглянемо основні особливості розумного будинку:

- **Інтегрована система управління.** Розумний будинок має інтегровану систему управління, яка дозволяє контролювати різні системи будинку, такі як освітлення, опалення, кондиціонування повітря, системи безпеки тощо. Ця система може бути керована за допомогою спеціальних пультів, смартфонів або голосових команд.
- **Моніторинг стану будинку.** Розумний будинок має систему моніторингу, яка дозволяє відслідковувати стан різних систем будинку, таких як системи опалення, водопостачання та електромережі. Завдяки цій системі мешканці можуть швидко реагувати на проблеми та запобігати їх розвитку.
- **Забезпечення безпеки.** Розумний будинок може мати різні системи безпеки, такі як системи відеоспостереження, системи доступу та сигналізації про вторгнення. Ці системи можуть бути підключені до інтернету, що дозволяє власникам будинку віддалено контролювати їх стан та отримувати повідомлення в разі небезпеки.
- **Енергоефективність.** Розумний будинок має системи, які дозволяють зменшувати споживання енергії, наприклад, автоматичне керування освітленням та опаленням в залежності від погодних умов та присутності мешканців в будинку. Це дозволяє знижувати витрати на комунальні послуги та зменшувати негативний вплив будинку на довкілля.

1.2 Технології та протоколи, що використовуються в мережах розумних будинків.

Технології та протоколи, які використовуються в мережах розумних будинків, є важливими складовими для забезпечення ефективної роботи систем автоматизації та управління в будинках. Ці технології та протоколи забезпечують зв'язок між різними пристроями та системами, які є частинами розумного будинку.

Основні технології та протоколи, які використовуються в мережах розумних будинків, включають:

1. Wi-Fi. Wi-Fi є однією з найбільш поширених технологій для зв'язку між різними пристроями у розумних будинках. Wi-Fi працює на частоті 2,4 ГГц або 5 ГГц і забезпечує бездротове підключення до Інтернету та локальної мережі. Wi-Fi дозволяє пристроям підключатися до мережі, щоб обмінюватися даними та отримувати команди від систем автоматизації.
2. Bluetooth. Bluetooth є ще однією бездротовою технологією, яка використовується в розумних будинках. Вона дозволяє підключати пристрої до інших пристроїв за допомогою радіохвиль на короткій відстані. Bluetooth дозволяє пристроям підключатися до розумних датчиків, вимикачів, розеток та інших пристроїв, щоб керувати ними за допомогою мобільних пристроїв або голосових помічників.
3. Zigbee. Zigbee є протоколом мережі для бездротових сенсорних мереж, який використовується в розумних будинках. Він працює на частоті 2,4 ГГц та використовує малу кількість енергії. Zigbee дозволяє підключати сенсори до розумного будинку, такі як датчики руху, вимикачі світла, термометри та інші, щоб забезпечити автоматизацію будинку.
4. Z-Wave. Z-Wave є іншим протоколом мережі для бездротових сенсорних мереж, який використовується в розумних будинках. Він працює на частоті 868,42 МГц і забезпечує дальність передачі даних до 100 метрів. Z-Wave дозволяє підключати сенсори до розумного будинку, такі як датчики температури, вологості, вимикачі світла та інші, щоб забезпечити автоматизацію та управління будинком.
5. KNX. KNX є стандартом для автоматизації будинку, який використовується в промисловості та домашніх мережах. Він забезпечує взаємодію між різними системами управління будинком, такими як освітлення, опалення, кондиціонування повітря та інші.
6. Thread. Thread є бездротовим протоколом мережі, який створений спільними зусиллями провідних виробників IoT-пристроїв. Він працює на

частоті 2,4 ГГц та використовується для підключення різноманітних пристроїв, таких як термостати, датчики руху, вимикачі світла та інші.

7. MQTT. MQTT є протоколом комунікації між IoT-пристроями та розумним будинком. Він використовується для передачі повідомлень між різними пристроями та системами управління будинком.

1.3 Обладнання Cisco Systems та його можливості.

Cisco Systems, Inc. є одним з провідних світових виробників мережевого обладнання та програмного забезпечення. Компанія була заснована в 1984 році Леонардом Боссом, Сенді Лернер та Річардом Тремейном. Головний офіс Cisco знаходиться в місті Сан-Хосе, штат Каліфорнія, США.

Cisco пропонує широкий спектр продуктів і послуг для створення мережі, включаючи маршрутизатори, комутатори, маршрутизатори-комутатори, вогнепровідні стіни, IP-телефонію, відеоконференції, бездротові мережі та програмне забезпечення для управління мережею. Компанія також пропонує послуги консалтингу та навчання для розвитку мережевих технологій.

Cisco є відомим своїми технологіями, такими як IOS (Internetwork Operating System), NX-OS (Nexus Operating System), ACI (Application Centric Infrastructure) та мережеві технології, такі як Ethernet, Wi-Fi, VPN (Virtual Private Network), MPLS (Multiprotocol Label Switching) та BGP (Border Gateway Protocol). Вони також підтримують різні стандарти, такі як IEEE 802.3 та 802.11.



Рис. 1.2 Логотип Cisco Systems

Однією з ключових сфер застосування продуктів Cisco є розумні будинки. Вони пропонують комплексні рішення для мережі розумного будинку, які включають в себе маршрутизатори та комутатори з підтримкою бездротових технологій, інтернет речей (IoT), голосові асистенти та зв'язок між пристроями. Крім того, Cisco надає інструменти для керування мережею та аналізу даних для розумних будинків, що дозволяє мешканцям ефективніше використовувати енергію та забезпечує більшу безпеку.

Cisco Systems - це одна з найбільших технологічних компаній у світі, що спеціалізується на розробці та постачанні мережевих технологій та рішень для бізнесу та індивідуальних користувачів. Заснована у 1984 році в Каліфорнії, компанія Cisco зробила значний внесок у розвиток технологій мережевого зв'язку та інтернету.

Основні продукти та послуги компанії Cisco включають в себе маршрутизатори, комутатори, бездротові мережі, центри обробки даних, безпеку мережі, управління мережами, телефонію та багато іншого. Cisco володіє широкою клієнтською базою, що складається з більш ніж 70 тисяч компаній, урядових структур та інших організацій у більш ніж 160 країнах світу.

У галузі мережевих технологій та рішень для розумного будинку, компанія Cisco пропонує широкий спектр продуктів та рішень, які можуть бути

використані для забезпечення безпеки, комунікацій, енергозбереження та автоматизації в розумному будинку. До таких продуктів належать, наприклад, маршрутизатори та комутатори серії Catalyst, бездротові точки доступу серії Aironet, програмне забезпечення для управління мережею Cisco Prime та безпека мережі через Cisco ASA. Крім того, компанія Cisco розробляє технології для Інтернету речей (IoT), які можуть бути використані для збору та аналізу даних в розумному будинку.

Маршрутизатори

Маршрутизатори (routers) Cisco Systems є ключовим продуктом компанії для створення розумного будинку. Вони забезпечують підключення до Інтернету та розподілення трафіку між різними пристроями в мережі.

Однією з основних переваг маршрутизаторів Cisco є їх висока масштабованість. Маршрутизатори можуть обробляти великий обсяг трафіку та розгортатися у великих мережах з багатьма вузлами. Вони також можуть підтримувати різні протоколи маршрутизації, такі як OSPF та BGP, що забезпечують надійність та ефективність маршрутизації даних.



Рис. 1.3 Маршрутизатор Серія ISR 800 від Cisco Systems

Більшість маршрутизаторів Cisco мають гнучку конфігурацію та розширені функціональні можливості. Вони також підтримують різні технології

безпеки, такі як віртуальні приватні мережі (VPN) та файрволи. Це дозволяє забезпечити безпеку мережі та захист від зловмисних атак.

Окрім того, деякі маршрутизатори Cisco можуть функціонувати як контролери для розумного будинку, дозволяючи управляти підключеними до мережі пристроями та іншими системами автоматизації.

Комутатори

Комутатори (Switches) - це мережеве обладнання, що дозволяє підключати комп'ютери та інші пристрої до мережі і забезпечувати їх спільну роботу. Обладнання Cisco Systems має широкий асортимент комутаторів, що відрізняються за функціональністю, продуктивністю та іншими параметрами.

Комутатори Cisco Systems можуть працювати на різних рівнях моделі OSI, забезпечуючи різні рівні безпеки та контролю доступу. Наприклад, комутатори можуть підтримувати такі протоколи як VLAN (Virtual Local Area Network), STP (Spanning Tree Protocol), QoS (Quality of Service) та інші.



Рис. 1.4 Комутатор Cisco SB SG110-16HP

Одним з ключових параметрів комутаторів є їх продуктивність, що визначається швидкістю передачі даних та кількістю портів. Деякі комутатори

Cisco Systems можуть підтримувати технологію PoE (Power over Ethernet), яка дозволяє жити підключені пристрої через мережевий кабель.

Окрім того, деякі комутатори Cisco Systems можуть мати вбудовані функції маршрутизації та брандмауерів, що дозволяє зменшити кількість обладнання в мережі та спростити її налаштування.

Бездротові точки доступу

Бездротові точки доступу (Wireless Access Points, WAP) від Cisco Systems є важливими складовими елементами будь-якої мережі Wi-Fi. Вони дозволяють бездротовим пристроям, таким як комп'ютери, смартфони та планшети, підключатись до мережі Інтернет. Бездротові точки доступу Cisco Systems підтримують різні стандарти Wi-Fi, такі як 802.11ac, 802.11n та 802.11g, що дозволяє підключати різноманітні пристрої.

WAP від Cisco Systems мають різні функції, такі як можливість керування багатьма бездротовими мережами, підтримка різних методів шифрування, включаючи WPA2, що забезпечує безпеку мережі Wi-Fi, а також різні методи автентифікації, такі як RADIUS. Багато моделей WAP від Cisco Systems також підтримують технології мережі Mesh, що дозволяє створювати розподілені мережі Wi-Fi з безшовним підключенням до Інтернету.



Рис. 1.5 Точка доступу Wi-Fi Cisco CBW240AC-E

Одним із найбільш відомих інновацій, що внесла Cisco Systems в свої WAP, є технологія Beamforming. Ця технологія дозволяє точково направляти сигнал Wi-Fi на бездротові пристрої, замість випромінювання сигналу у всі напрямки. Це підвищує швидкість та якість зв'язку між бездротовим пристроєм та WAP, знижує рівень завад та збільшує покриття мережі.

WAP від Cisco Systems також можуть бути інтегровані в системи управління мережами, такі як Cisco DNA Center, що дозволяє керувати мережею Wi-Fi з централізованої консолі, забезпечуючи більш ефективне керування та моніторинг.

Програмне забезпечення

Програмне забезпечення (Software) від Cisco Systems - це набір програм, що використовуються для керування і налаштування мережевого обладнання Cisco Systems, включаючи маршрутизатори, комутатори, бездротові точки доступу та інші пристрої.

Одним з основних програмних продуктів Cisco є операційна система мережевого обладнання IOS (Internetwork Operating System), яка використовується для керування маршрутизаторами та комутаторами. IOS

містить велику кількість функцій, включаючи маршрутизацію, комутацію, безпеку мережі, керування пропускнуою здатністю та багато іншого.



Рис. 1.6 Програмне забезпечення Cisco (SaaS)

Крім IOS, Cisco пропонує інші програмні продукти, включаючи:

1. Cisco Adaptive Security Appliance (ASA) - програмне забезпечення для налаштування брандмауерів та інших пристроїв, що забезпечують безпеку мережі.
2. Cisco Wireless Control System (WCS) - програмне забезпечення для керування бездротовими мережами, яке надає можливість моніторингу та налаштування бездротових точок доступу.
3. Cisco Identity Services Engine (ISE) - програмне забезпечення для керування доступом до мережі, яке дозволяє налаштовувати політики безпеки, аутентифікації та авторизації користувачів.
4. Cisco Prime Infrastructure - програмне забезпечення для керування мережею, яке надає можливість моніторингу та налаштування мережевого обладнання Cisco.

Окрім програмного забезпечення, Cisco також пропонує хмарні сервіси, такі як Cisco Meraki, що дозволяє керувати бездротовими мережами та іншими пристроями з хмари.

Сервери.

Cisco Systems є провідним виробником мережевих серверів для різних потреб. Сервери Cisco Systems відомі своєю високою надійністю, продуктивністю та забезпечують безпеку вирішення бізнес-задач.

Однією з найважливіших характеристик серверів Cisco є їх масштабованість, що дає змогу легко розширювати обсяги ресурсів залежно від зростання потреб бізнесу. Крім того, сервери Cisco Systems підтримують широкий спектр операційних систем, таких як Windows Server, Linux, VMware та інші.

Одним з ключових продуктів в цій області є Cisco UCS (Unified Computing System), що є інтегрованою апаратно-програмною платформою для розгортання віртуалізації та хмарних обчислювальних сервісів. Ця платформа дозволяє підключатися до будь-якої мережі та забезпечує масштабованість та гнучкість використання обчислювальних ресурсів.



Рис. 1.7 Сервер Cisco UCS C240 M4

Також, сервери працівники компанії підтримують різні технології для забезпечення безпеки, такі як шифрування, аутентифікація, контроль доступу та багато іншого. Зокрема, Cisco Secure Data Center може забезпечити безпеку даних в мережі, включаючи зберігання, передачу та обробку.

Крім того, Cisco Systems пропонує широкий вибір програмного забезпечення для управління серверами та їхніми ресурсами. Наприклад, Cisco

UCS Manager дозволяє віддалено керувати серверами та їхніми ресурсами, а також забезпечує моніторинг та аналіз їхньої продуктивності.

Телефони

Телефони Cisco Systems є частинами інтегрованої комунікаційної системи, що дозволяє передавати голос, відео та інші форми даних через IP-мережі. Вони є невід'ємною частиною розумного будинку та офісу, де можуть забезпечувати зручність і мобільність для користувачів та знижувати вартість комунікації.

Телефони Cisco Systems можуть бути підключені до мережі через провідне або бездротове з'єднання, а також підтримують широкий спектр протоколів для забезпечення максимальної сумісності з іншими пристроями та програмним забезпеченням.



Рис. 1.8 Cisco IP Phone 8800 Series

Основні можливості телефонів Cisco Systems включають:

- HD Voice: високоякісний звук з діапазоном від 50 Гц до 7 кГц, що дозволяє чітко слухати розмовника.
- Відеозв'язок: деякі моделі підтримують відеозв'язок високої чіткості (HD) з роздільною здатністю до 1080p.
- Екран: більшість телефонів мають кольорові екрани діагоналлю від 3,5 до 7 дюймів, що дозволяє зручно працювати з додатками та інформацією.
- Кнопки швидкого доступу: телефони мають набір кнопок для швидкого доступу до основних функцій, таких як переадресація, утримання дзвінка та інші.
- Підтримка протоколів: телефони Cisco Systems підтримують різні протоколи, такі як SIP, H.323, MGCP та SCCP, що дозволяє їх використовувати з різними програмними засобами.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ВИМОГ ДО МЕРЕЖІ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

Аналіз вимог до мережі розумного будинку є ключовим етапом в проектуванні та розробці мережі, оскільки відповідність вимогам користувачів та можливостям мережі визначає успішність її впровадження та ефективність подальшого використання. Для досягнення максимальної ефективності використання мережі розумного будинку, важливо визначити вимоги до швидкості передачі даних, стійкості та надійності з'єднання, захисту від злому та інших хакерських атак, а також можливостей інтеграції різних систем та пристроїв у мережу. У цьому розділі будуть розглянуті основні вимоги до мережі розумного будинку, а також технічні рішення та рекомендації щодо їх виконання.

2.1 Функціональні вимоги до мережі

Функціональні вимоги до мережі розумного будинку визначають, які функції мережі повинні виконувати для задоволення потреб користувачів. Основна мета мережі розумного будинку - забезпечити зручне, безпечне та ефективне управління різними системами, пристроями та обладнанням, що використовуються у будинку.

Управління освітленням

Управління освітленням є однією з ключових функціональних вимог до мережі розумного будинку. Із застосуванням цієї технології можна забезпечити ефективне та зручне керування освітленням в приміщенні.

Для забезпечення управління освітленням, необхідно мати мережу з бездротовими точками доступу (Wireless Access Points), які забезпечать підключення до Інтернету. Далі необхідно встановити розумні лампи або

підключити до мережі звичайні лампи з використанням "розумних" перехідників.

Користувач може віддалено керувати освітленням в приміщенні з використанням мобільного додатку на своєму смартфоні або планшеті. Крім того, з можливістю встановлення сенсорів руху або датчиків освітлення, система може автоматично вмикати або вимикати освітлення в приміщенні в залежності від наявності людини та рівня освітленості.

Для забезпечення безпеки можна встановити систему, яка автоматично вмикає освітлення в разі виявлення руху під час нічного часу, або якщо рівень освітленості в приміщенні знижується до певного рівня.

Управління освітленням дозволяє забезпечити зручність та комфорт в приміщенні, а також знизити витрати на електроенергію.

Управління опаленням та кондиціонуванням

Управління опаленням та кондиціонуванням" передбачає можливість керування температурним режимом в приміщеннях будинку. Ця вимога передбачає наявність датчиків температури в кожному приміщенні, які зчитують поточне значення температури, і можливість керування системою опалення та кондиціонування на основі цих значень.

Для виконання цієї вимоги у мережі розумного будинку можуть бути встановлені термостати, які забезпечують автоматичне керування системою опалення та кондиціонування відповідно до зазначених значень температури. Додатково можуть бути встановлені датчики відкривання вікон та дверей, які можуть забезпечувати автоматичне вимикання системи опалення та кондиціонування у разі відкриття вікон або дверей.

Окрім автоматичного керування, користувачі мережі розумного будинку можуть мати можливість керувати системою опалення та кондиціонування з використанням мобільних додатків або пультів дистанційного керування. За допомогою цих засобів користувачі можуть встановлювати бажані

температурні режими для кожного приміщення окремо, а також регулювати потужність системи опалення та кондиціонування.

Для забезпечення безпеки використання системи опалення та кондиціонування можуть бути встановлені додаткові функції, такі як автоматичне вимкнення системи у разі перевищення максимально допустимих значень температури, а також системи захисту від перегріву та перевантаження.

Управління безпекою

Управління безпекою є однією з ключових функцій мережі розумного будинку. Вона передбачає встановлення різноманітних пристроїв та сенсорів, що забезпечують контроль за безпекою мешканців та майна в будинку. До таких пристроїв можна віднести: системи відеоспостереження, датчики руху, пожежні сенсори, датчики газу, системи контролю доступу та інші.

Система відеоспостереження є одним з найбільш важливих елементів у мережі розумного будинку. Вона складається з відеокамер, які можуть бути розташовані як всередині, так і ззовні будинку, і дозволяє власнику будинку переглядати зображення в режимі реального часу або зберігати їх на жорсткому диску для подальшого перегляду. Додатково, система може мати функцію сповіщення власника про небезпечну ситуацію в будинку через мобільний додаток або електронну пошту.

Датчики руху зазвичай встановлюються в приміщеннях з метою виявлення потенційно небезпечних ситуацій, таких як вторгнення в будинок або напад. Пожежні сенсори, в свою чергу, можуть реагувати на зміну температури, диму або вогню, і автоматично відправляти сигнал на пульт управління або до системи оповіщення пожежних служб.

Датчики газу служать для виявлення різних газів в повітрі, таких як вуглекислий газ, метан, аміак та інші, що можуть бути небезпечними для здоров'я мешканців будинку.

Управління електроприладами

Управління електроприладами є однією з ключових функцій мережі розумного будинку. Вона дозволяє користувачеві дистанційно контролювати та управляти різноманітними електроприладами у будинку, такими як пральні машинки, сушарки, посудомийні машинки, пилососи, електрочайники та багато інших.

Основні функціональні вимоги до системи управління електроприладами в мережі розумного будинку можуть включати:

Віддалене управління: Користувач може дистанційно керувати підключеними до мережі електроприладами з використанням смартфонів, планшетів або комп'ютерів. Він може змінювати статус пристроїв, включати / вимикати їх, змінювати налаштування та програмувати режими роботи.

Автоматизація: Система може автоматично включати та вимикати пристрої відповідно до заданих налаштувань та розкладів. Наприклад, користувач може налаштувати, щоб підключені до мережі пристрої автоматично вимикалися, коли він залишає будинок, та включалися, коли він повертається.

Моніторинг: Система може збирати та надсилати користувачеві інформацію про стан електроприладів, таку як рівень споживання енергії, поточний статус (включений / вимкнений), стан підключення до мережі та інше. Це дозволяє користувачеві контролювати споживання електроенергії та зменшувати витрати на комунальні послуги.

2.2 Нефункціональні вимоги до мережі

Нефункціональні вимоги до мережі розумного будинку описують властивості і обмеження, які повинна мати мережа, щоб вона була зручною та безпечною в експлуатації, мала високу продуктивність і якість обслуговування, а також відповідала всім вимогам, що ставляться до неї з точки зору безпеки, доступності, масштабованості та інших параметрів.

Основні нефункціональні вимоги до мережі розумного будинку включають:

Безпека: Мережа розумного будинку повинна мати високий рівень захисту від злому, вірусів, хакерських атак і інших загроз. Для цього необхідно застосовувати сучасні технології шифрування, автентифікації та авторизації, а також встановлювати оновлення програмного забезпечення для всіх пристроїв, що входять до мережі.

Надійність: Мережа розумного будинку повинна працювати без збоїв і перебоїв у роботі протягом тривалого часу. Для цього необхідно забезпечувати резервне живлення, бекапи даних та інші механізми, що забезпечують безперебійну роботу мережі.

Продуктивність: Мережа розумного будинку повинна забезпечувати високу продуктивність при обробці даних та передачі інформації між пристроями. Для цього необхідно забезпечувати високу швидкість передачі даних, а також використовувати технології, що дозволяють оптимізувати трафік мережі.

Доступність: Мережа розумного будинку повинна бути доступною для всіх пристроїв, що входять до неї. Для цього необхідно забезпечувати підтримку різних стандартів зв'язку, таких як Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, Z-Wave та інші.

Інтероперабельність: Мережа повинна забезпечувати можливість взаємодії з пристроями різних виробників та моделей. Для цього вона повинна підтримувати стандарти взаємодії, такі як HTTP, MQTT, CoAP та інші.

Швидкість: Мережа повинна забезпечувати швидкий доступ до даних та оперативну взаємодію з пристроями. Для цього вона повинна підтримувати високі швидкості передачі даних та оптимізовані протоколи комунікації.

Масштабованість: Мережа повинна забезпечувати можливість розширення та збільшення кількості пристроїв в системі без значного падіння продуктивності.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ МЕРЕЖІ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

Розробка архітектури мережі розумного будинку є важливим етапом проектування, який передбачає визначення основних складових системи та їх взаємодії між собою. Цей процес дозволяє створити оптимальну структуру мережі, яка задовольняє всі функціональні та нефункціональні вимоги проекту. Архітектура мережі розумного будинку повинна бути гнучкою та масштабованою, щоб забезпечити можливість додавання нових компонентів системи та забезпечення безперебійної роботи мережі в разі збоїв. У даному розділі будуть розглянуті основні аспекти розробки архітектури мережі розумного будинку, зокрема вибір топології, протоколів комунікації та, вибір обладнання Cisco Systems.

3.1 Вибір топології мережі

Для мережі розумного будинку можна використовувати різні топології, проте найбільш популярними є зіркова та деревоподібна топології.

Зіркова топологія є однією з найпоширеніших топологій для локальних мереж, що використовується в багатьох сучасних системах, в тому числі і для мереж розумного будинку.

У зірковій топології всі пристрої в мережі підключені до центрального комутатора або концентратора. Центральний пристрій є головним вузлом і має пряме з'єднання з кожним підключеним пристроєм. Кожен пристрій у мережі може спілкуватися з іншими пристроями, надсилати і отримувати дані через центральний пристрій. Якщо будь-який пристрій в мережі відмовить, то це не вплине на роботу інших пристроїв.

Основні переваги зіркової топології включають простоту налаштування, легку розширюваність і високу надійність. Якщо один з пристроїв в мережі

відмовить, то це не вплине на роботу інших пристроїв. Централізоване керування мережею сприяє зменшенню часу на пошук і виправлення помилок в мережі, що забезпечує високу надійність мережі.



Рис. 3.1 Схематичне зображення зіркової топології.

Однак зіркова топологія має деякі недоліки. Вона потребує великої кількості кабельних з'єднань, що може збільшувати вартість монтажу мережі. Крім того, якщо центральний пристрій відмовить, то вся мережа може перестати працювати.

Також зіркова топологія може бути неефективною в великих мережах з великою кількістю підключених пристроїв, так як центральний пристрій може стати обмежуючим фактором для швидкості передачі даних.

Деревоподібна топологія є однією з найпоширеніших топологій мережі розумного будинку. У цій топології мережа будується за принципом дерева, де

головна лінія мережі виступає в якості стовбура, який розгалужується на декілька підліній.

Кожна підлінія мережі може мати свою власну зіркову топологію, що дозволяє створити більше гнучкі і надійні мережі. Деревоподібна топологія дозволяє розміщувати активні мережеві пристрої (наприклад, комутатори) на кожному рівні підлінії, що забезпечує максимальну ефективність мережі.

Однією з переваг деревоподібної топології є те, що вона може бути розширена залежно від потреб користувача. Наприклад, якщо будинок буде розширюватися або додається нова кімната, можна легко додати нову підлінію до існуючої мережі.

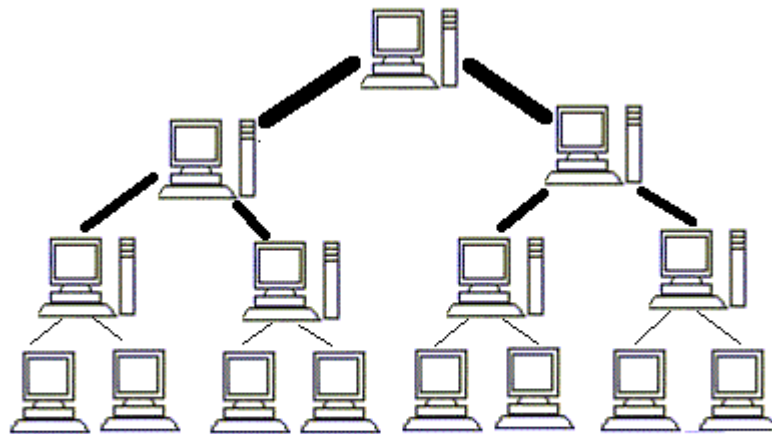


Рис. 3.2 Схематичне зображення зіркової топології

Варто зауважити що, однією з недоліків деревоподібної топології є те, що вона залежить від головного стовбура мережі, який може бути одночасно і єдиною точкою відмови. Якщо головний стовбур мережі вийде з ладу, це може призвести до зниження продуктивності всієї мережі. Тому, для забезпечення максимальної надійності, необхідно забезпечувати резервне копіювання головного стовбура мережі та використовувати високопродуктивні комутатори.

Для реалізації нашої мережі розумного будинку було обрано саме зіркову топологію внаслідок її переваг та незначних недоліків.

3.2 Визначення протоколів та технологій, що будуть використовуватися в мережі.

Для зіркової топології мережі розумного будинку було обрано технології Ethernet та Wi-Fi, оскільки вони є стандартами для передачі даних в локальних мережах. Для забезпечення безпеки мережі та даних, ми будемо використовувати протоколи WPA2 і VLAN.

Ethernet - це технологія передачі даних через мережу, що використовує широковідомий фізичний рівень (перші два рівні OSI-моделі) і протоколи керування доступом до мережі. Вона є найбільш поширеною технологією мережевого зв'язку і використовується для з'єднання комп'ютерів, серверів, принтерів, маршрутизаторів та інших пристроїв в локальних мережах (LAN) та метрополітен-мережах (MAN).

Ethernet працює на основі методу передачі даних CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection), який дозволяє багатьом пристроям використовувати один і той же канал для передачі даних. Кожен пристрій слухає, чи зайнятий канал, і тільки коли канал вільний, він може починати передачу даних. Якщо два пристрої намагаються передати дані одночасно, відбувається колізія, і обидва пристрої припиняють передачу. Після короткого періоду чекання обидва пристрої повторюють спробу передачі.

Ethernet може працювати на різних швидкостях передачі даних, від 10 Мбіт/с до 100 Гбіт/с, та використовувати різні типи кабелів та з'єднувачів, включаючи коаксіальний кабель, виту пару, оптоволокну та бездротові з'єднання. Протоколи керування доступом до мережі також можуть відрізнятися в залежності від типу мережі, кількості пристроїв і підтримуваних швидкостей передачі даних.

Протокол WPA2 (Wi-Fi Protected Access II) є стандартним протоколом безпеки для захисту Wi-Fi мереж. Він використовує шифрування AES для захисту трафіку мережі та автентифікаційний протокол IEEE 802.1X для

перевірки ідентифікації користувачів. Використання WPA2 значно зменшує ризик несанкціонованого доступу до мережі та злому паролів.

Протокол VLAN (Virtual Local Area Network) дозволяє логічно розділити мережу на декілька віртуальних мереж, кожна з яких має свій власний ідентифікатор та конфігурацію. Це дозволяє збільшити безпеку мережі та краще керувати трафіком в мережі. Наприклад, користувачі в одній віртуальній мережі не зможуть отримати доступ до інших віртуальних мереж, що дозволяє більш точно налаштувати рівень доступу та контролювати мережевий трафік.

Обидва ці протоколи можуть бути використані для забезпечення безпеки та керування трафіком в мережі розумного будинку. Наприклад, VLAN може бути використаний для логічного розділення трафіку на окремі віртуальні мережі для різних пристроїв, таких як медіа-плеєри, камери спостереження, система опалення тощо, що зменшує ризик витоку даних та забезпечує більш точне керування трафіком. WPA2, зі свого боку, може бути використаний для захисту Wi-Fi мережі, що дозволить запобігти несанкціонованому доступу до мережі та забезпечити безпеку трафіку.

3.3 Вибір та конфігурація обладнання Cisco Systems

Для побудови мережі розумного будинку на базі Cisco Systems необхідно розглянути існуюче обладнання та вибрати, яке ми будемо використовувати для побудови нашої системи. Обране обладнання зображено в табл 3.1.

Таблиця 3.1.

Обладнання Cisco Systems

№	Пристрій	Модель
1	Роутер	Cisco ISR 4321
2	Комутатор	Cisco Catalyst 2960
3	Точка доступу Wi-Fi	Cisco Aironet 1830
4	Сенсори руху	Cisco Meraki MS120-8FP
5	Камера відеоспост.	Cisco Meraki MV12

6	Термостат	Cisco Meraki MT20
7	Смарт-розетка	Cisco Meraki MR42
8	Домофон	Cisco SPA303

Cisco ISR 4321 є роутером серії Integrated Services Router (ISR), який виконує функції маршрутизації, комутації, забезпечення безпеки та управління мережею в одному компактному корпусі. Роутер має гнучку архітектуру, що дозволяє налаштувати його для різних сценаріїв використання, включаючи підтримку мережі розумного будинку.

Cisco ISR 4321 має гігабітні порти WAN та LAN, що забезпечує швидку передачу даних по мережі. Він підтримує різні протоколи маршрутизації, включаючи OSPF, BGP та EIGRP, що дозволяє налаштувати мережу з урахуванням різних потреб. Крім того, роутер підтримує протоколи безпеки, такі як VPN та WPA2, що забезпечують захист мережі від несанкціонованого доступу.

Cisco Catalyst 2960 є серією комутаторів для мережі Ethernet, що використовуються для підключення комп'ютерів, серверів та інших пристроїв до мережі. Вони пропонують швидкості передачі даних 10/100/1000 Мбіт/с та можуть бути встановлені в різних конфігураціях, включаючи стекові з'єднання для підтримки більш великих мереж.

Ці комутатори мають різноманітні функції, такі як підтримка протоколів Spanning Tree Protocol (STP), Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) та Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP) для забезпечення надійності мережі та уникнення петель. Крім того, вони підтримують різні функції безпеки, включаючи ACL (Access Control Lists), протоколи захисту портів і 802.1X аутентифікацію.

Також, вони мають можливість керування трафіком та керування мережею з використанням SNMP (Simple Network Management Protocol), що дозволяє моніторити та керувати станом мережі та пристроїв.

Cisco Aironet 1830 - це бездротова точка доступу, яка підтримує стандарт Wi-Fi 802.11ac Wave 2. Вона забезпечує високу швидкість передачі даних до 867 Мбіт/с на частоті 5 ГГц і до 400 Мбіт/с на частоті 2,4 ГГц. Точка доступу має вбудований контролер, що дозволяє керувати декількома точками доступу з одного місця.

Також, Cisco Aironet 1830 підтримує різноманітні технології безпеки, включаючи WPA2 з підтримкою AES-шифрування і додаткову автентифікацію на основі сертифікатів. Вона також підтримує технології Quality of Service (QoS) для забезпечення якості обслуговування різних типів трафіку.

Cisco Aironet 1830 є компактним і легким пристроєм, який може бути встановлений в різних місцях, включаючи стіни і стелі. Вона також має можливість підключення до різних джерел живлення, включаючи PoE (Power over Ethernet), що дозволяє встановлювати її в місцях, де немає доступу до джерел живлення.

Cisco Meraki - це рішення для управління мережею, що пропонується компанією Cisco Systems. Воно включає в себе хмарний контролер, який дозволяє адміністраторам керувати і моніторити мережеве обладнання (таке як точки доступу Wi-Fi, комутатори, маршрутизатори та інше) з одного місця з використанням веб-інтерфейсу.

Основні переваги Cisco Meraki - простота налаштування та управління мережею, віддалене керування, централізоване управління бездротовим доступом до Інтернету, аналіз даних мережі та багато іншого. Cisco Meraki використовується в багатьох організаціях для підтримки їхніх мереж та забезпечення безпеки відповідно до стандартів.

Cisco Meraki MS120-8FP - це комутатор з вбудованим живленням, який призначений для використання в мережах розумного будинку та невеликих

офісних мережах. Комутатор підтримує 8 портів Ethernet з підтримкою PoE, що дозволяє жити підключені до нього пристрої, такі як бездротові точки доступу, камери відеоспостереження, телефони та інші пристрої.

Однією з особливостей Cisco Meraki MS120-8FP є те, що він підтримує управління через хмарну платформу Meraki Dashboard, яка дозволяє віддалено керувати налаштуваннями комутатора, моніторити стан мережі та отримувати сповіщення про можливі проблеми в реальному часі.

Крім того, Cisco Meraki MS120-8FP має високу швидкість передачі даних до 1 Гбіт/с на порт, підтримку QoS для підвищення якості обслуговування трафіку, а також механізми захисту від DoS атак та інших загроз мережі.

У загальному, Cisco Meraki MS120-8FP є потужним та надійним комутатором, який підходить для використання в мережах розумного будинку та невеликих офісних мережах. Він має високу швидкість передачі даних, підтримку PoE та управління через хмарну платформу, що робить його привабливим вибором для встановлення в мережі розумного будинку на базі обладнання Cisco Systems.

Cisco Meraki MV12 - це інтелектуальна камера з високою якістю зображення та додатковими функціями, такими як розпізнавання лиць, звукові сповіщення та збір аналітики даних. Ця камера працює на основі хмарних технологій та може бути інтегрована з іншими продуктами Cisco Meraki.

Основною перевагою камери MV12 є її висока якість зображення, яка дозволяє відстежувати події з точністю та чіткістю. Завдяки функції розпізнавання лиць, камера може автоматично ідентифікувати людей та забезпечувати безпеку в будинку або офісі. Звукові сповіщення дозволяють отримувати повідомлення про події в режимі реального часу, що робить її корисною для моніторингу безпеки та дотримання правил у будинках та офісах.

Камера MV12 збирає аналітичні дані про використання приміщень, що може бути корисно для планування робочих процесів та управління бізнесом. Камера

підтримує бездротовий зв'язок із точками доступу Meraki, що дозволяє її легко і швидко встановлювати та налаштовувати.

Не важко зауважити, що камера Cisco Meraki MV12 є ефективним рішенням для відеоспостереження в будинках та офісах, забезпечує високу якість зображення та додаткові функції, такі як розпізнавання облич та звукові сповіщення. Вона може бути легко інтегрована з іншими продуктами Cisco Meraki та забезпечує збір корисних аналітичних даних.

Cisco Meraki MT20 - це маршрутизатор з технологією 5G для використання в мобільних мережах зв'язку. Він підтримує стандарти 5G NR Sub-6 і mmWave і має можливість автоматичного підключення до найближчого 5G-сигналу з максимальною швидкістю до 2 Гбіт / с.

MT20 підтримує такі функції, як керування трафіком, балансування навантаження, контроль доступу, VPN, інтеграцію зі сторонніми рішеннями та багато іншого. Він також має захист від шкідливих програм і веб-фільтр, які забезпечують безпеку мережі та користувачів.

Завдяки своїм можливостям MT20 є ідеальним рішенням для підприємств, які потребують надійного і швидкого з'єднання з Інтернетом, особливо тих, які працюють в областях з недоступністю традиційних засобів зв'язку.

Cisco Meraki MR42 - це бездротова точка доступу, яка підтримує стандарти 802.11ac Wave 2 з підтримкою MU-MIMO технології, яка забезпечує більш швидко та ефективно передавання даних між різними пристроями в мережі.

Ця точка доступу забезпечує високу швидкість передачі даних до 1,9 Гбіт/с, що дозволяє підключати до неї велику кількість пристроїв одночасно без значного зниження швидкості передачі даних.

Одна з головних переваг MR42 - це можливість централізованого управління через хмарну платформу Meraki Dashboard. Це дозволяє адміністраторам мережі легко налаштувати та керувати точками доступу з будь-якої точки світу.

Варто зазначити, MR42 має вбудований механізм аналізу трафіку та захисту від загроз безпеки, таких як DoS-атаки та шкідливі програми, що забезпечує надійну безпеку в мережі.

Cisco SPA303 - це VoIP телефон серії Cisco SPA300, призначений для використання в бізнес-оточенні. Цей телефон підтримує SIP-протокол, що дозволяє використовувати його з багатьма різними VoIP-системами. Він має 3 лінії, 2 порти Ethernet і підтримує HD-голосову якість, що робить його ідеальним для використання в бізнес-середовищах, де забезпечення високоякісного зв'язку є критично важливим.

SPA303 також має ряд корисних функцій, таких як конференц-зв'язок, швидкі клавіші, відсутність екрану, що робить його більш доступним та простим у використанні.

Схему мережі розумного будинку зображено на рис. 3.3.

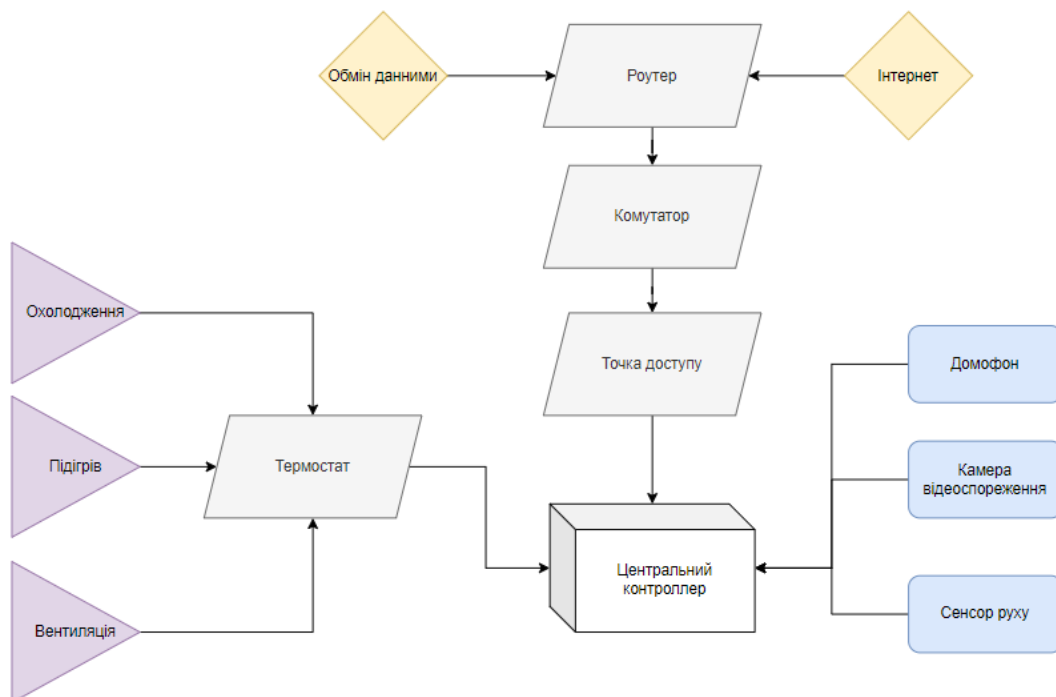


Рис. 3.3 Схема мережі розумного будинку на базі Cisco Systems.

Вибір та обладнання відіграє велику роль в побудові та розробці системи для контролю чи обміну інформації між її складовими. Провівши аналіз існуючих засобів було обрано обладнання, яке буде використане при роботі мережі.

3.4. Побудова моделі розумного будинку у середовищі Cisco Packet Tracer

Cisco Packet Tracer (остання версія 7.3.1 для Windows / Linux / macOS) - це комплексна програма імітаційного моделювання та вивчення мережевих технологій, яка пропонує унікальну комбінацію реалістичного досвіду моделювання та візуалізації, можливостей для багатокористувацької співпраці та конкуренції. Інноваційні функції Packet Tracer можуть допомогти в побудові реалістичної цифрової розумної мережі, вирішити проблеми узгодження IoT пристроїв та мережевого устаткування з використанням динамічного соціального середовища. Деякі переваги Packet Tracer:

1. Забезпечує реалістичне середовище для моделювання та візуалізації, включаючи можливість бачити внутрішні процеси в режимі реального часу, які зазвичай приховані на реальних пристроях.
2. Забезпечує багатокористувацьку співпрацю в реальному часі.
3. Дозволяє створювати різноманітні моделі телекомунікаційної та розумної мережі, дає можливість досліджувати концепції, проводити експерименти та перевіряти своє розуміння побудови мережі.
4. Дозволяє проектувати, будувати, конфігурувати та вирішувати складні мережі за допомогою віртуального обладнання.
5. Підтримує розширення функцій за допомогою зовнішніх додатків, що використовують API для поліпшення функціональних можливостей Cisco Packet Tracer, надає можливість працювати з реальним обладнанням та взаємодіяти з ним.

Середовище моделювання Cisco Packet Tracer (CPT) має наступні можливості для створення та налаштування IoT рішень.

В Packet Tracer Components Box присутні панелі телекомунікаційного обладнання, яка містить (рис. 3.4): мережеві пристрої;

кінцеві пристрої; компоненти; різні типи з'єднань; піктограми різне та з'єднання для роботи в багатокористувацькому режимі.



Рис. 3.4 – Панель телекомунікаційних пристроїв

Для побудови мережі «Smart Home» використаємо наступні кінцеві пристрої: ноутбук (Generic); безпроводовий планшет (Wireless tablet) та смартфон (Smart device). На рис. 3.5 (вкладка наявних в CPT кінцевих пристроїв) ці пристрої позначені жовтим кольором.



Рис. 3.5.- Вкладка наявних в CPT кінцевих пристроїв

На додаток до класичних мережевих пристроїв, таких як маршрутизатори та комутатори, доступні в попередніх версіях, Packet Tracer 7.2 Components Box тепер містить широкий спектр розумних речей та компонентів:

У вкладці телекомунікаційних пристроїв знаходиться елемент «Домашній шлюз», який використовується при побудові «Smart Home» в якості пристрою комунікації (рис. 3.6).



Рис.3.6 – Вкладка телекомунікаційних пристроїв

Розглянемо основні поняття IoT.

Розумні речі - це фізичні об'єкти, які можуть підключатися до серверу реєстрації або домашнього шлюзу через мережевий інтерфейс. Вони розділені на 4 підкатегорії: будинок, розумне місто, промислові та електричні мережі.

На рис. 3.7. в логічному інтерфейсі CPT наведена більшість з існуючих пристроїв IoT.

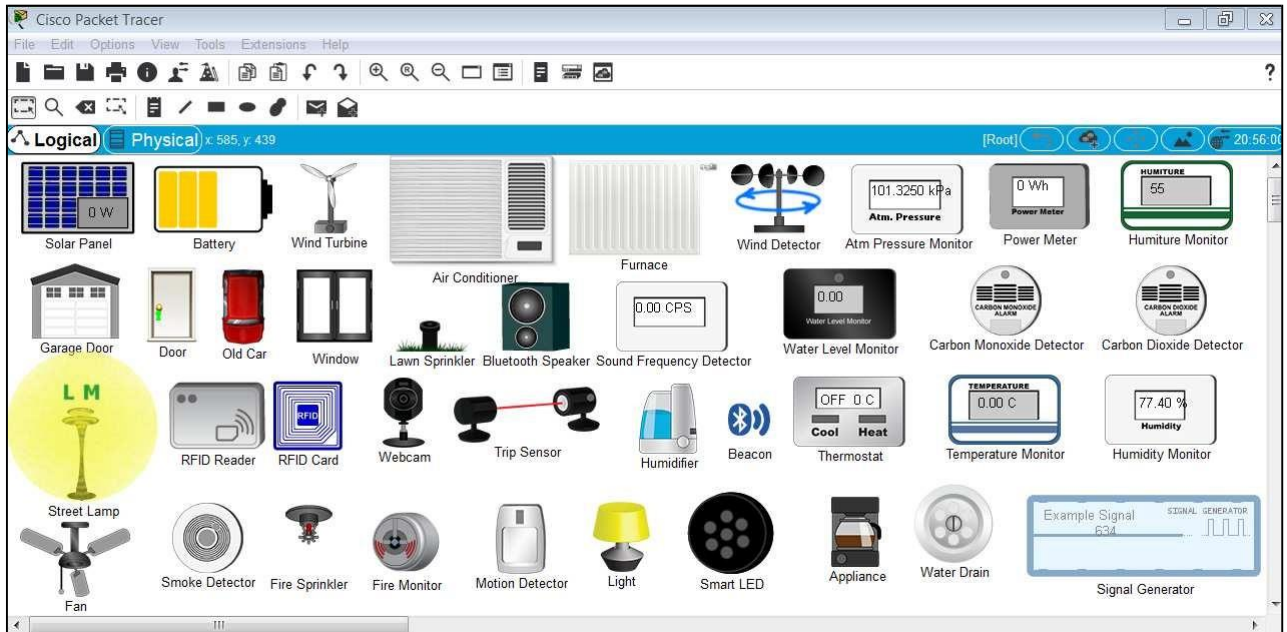


Рис. 3.7 – Елементи IoT вкладок CPT

Вкладка панелі «розумний будинок» містить наступні елементи IoT (рис.3.8) [33]: 1- розумний кондиціонер; 2- розумну кавоварку; 3- батарею (акумулятор); 4- блютуз динамік; 5 - детектор карбону; 6- детектор дію- та монооксиду; 7 - розумний вентилятор на стелі; 8-розумні двері; 9 - розумний нагрівач; 10 - розумні двері гаражу; 11 - домашній динамік; 11- розумний зволожувач; 12 - контролер зволоження; 13- розумний вимірювач вологості; 4 – монітор вологості та температури; 15- розумний полив газону; 16 - розумну лампу, 17- детектор руху, 18 - портативний музичний програвач, 21 - детектор диму; 22- сонячну панель; 23 – звуковий частотний детектор (вимірювач); 24 - контролер температури; 25 - розумний термостат; 26 - розумний водостікач.



Рис.3.8 - Вкладка панелі «розумний будинок»

До вкладки панелі «розумне місто» входять наступні IoT пристрої (рис. 3.9) [33]: 1-контролер атмосферного тиску; 2- акумулятор (батарея); 3 - передавач блютуз-маяків beacon; 4- детектор карбон монооксиду; 5- розумний вентилятор на стелі; 6- стара машина; 7- вимірювач напруги; 8 - картка радіочастотної ідентифікації; 9 - зчитувач карток радіоактивної ідентифікації; 10 - розумна LED лампа; 11 - сонячна панель; 12 - розумний вуличний ліхтар; 13- детектор вітру.



Рис.3.9 - Вкладка панелі «розумне місто»

Для побудови розумної мережі енергозабезпечення також будемо використовувати вкладку «Зелена енергетика» (рис.3.10), яка містить наступні пристрої: акумулятор (батарею); повітрорудку; вимірювач напруги; сонячну панель; детектор вітру; вітрогенератор;

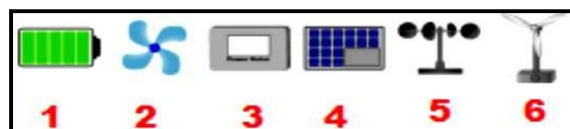


Рис.3.10 - Вкладка «Зелена енергетика»

1. Компоненти - це фізичні об'єкти, які підключаються до мікроконтролера (MCU-PT) або одноплатних комп'ютерів (SBC-PT). Зазвичай вони не мають мережевого інтерфейсу, і для доступу до мережі вони покладаються на MCU-PT або SBC-PT (рис. 3.11).



Рис. 3.11 – Панель CPT компоненти

Це прості пристрої, які спілкуються лише через свої аналогові або цифрові слоти. Таких компонентів в СРТ є три вкладки [33]:

плати: мікроконтролери (MCU-PT), одноплатні комп'ютери (SBC-PT) та спеціальний пристрій під назвою Thing, який використовується для створення самостійних фізичних об'єктів, таких як кавоварки або димові сигналізатори (рис.3.6).

пускаті, або виконавчі механізми: ці компоненти маніпулюють навколишнім середовищем, собою або територією навколо них. Вкладка містить: 1 - охолоджувач повітря; 2 - лампу тривоги; 3 - розбризкувач на стелі; 4 - затемнену лампу; 5 - розбризкувач на підлозі; 6 - нагрівальний елемент; 7 - LCD; 8 - LED; 9- мотор; 10 - п'єзодинамік; 11 - кольорова LED; 12 - серводвигун; 13 - розумна LED - лампа; 14 - динамік (рисунок 3.12).

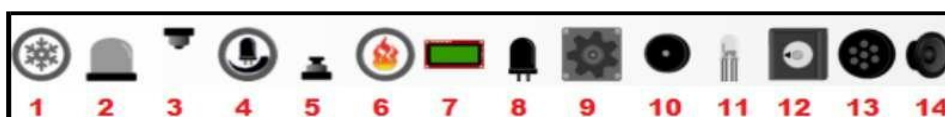


Рис. 3.12 – Вкладка «пускаті, або виконавчі механізми»

сенсори: ці компоненти відчують середовище (фотодетектори, сенсор температури), область навколо них (RFID, металевий сенсор) або взаємодії (потенціометр, кнопка). Вкладка (рисунок 3.13) містить наступні типи сенсорів: 1 - сенсор гнучкості; 2 - сенсор навколишнього середовища; 3 - сенсор, який можна створити і запрограмувати; 4 - сенсори вологи; 5 - сенсор дискомфорту (вологість та температура); 6 - мембранний потенціометр; 7 - сенсор металу; 8 - сенсор руху; 9 - фото (світловий) сенсор; 10 - потенціометр; 11 - кнопку перемикання; 12 - кнопку з одноразовим натиском; 13 - вмикач; 14 - сенсор диму; 15 - сенсор звуку; 16 - сенсор температури; 17 - кнопку з постійним натиском; 18 - лазерний сенсор руху; 19 - детектор води; 20 - сенсор води; 21 - сенсор вітру.

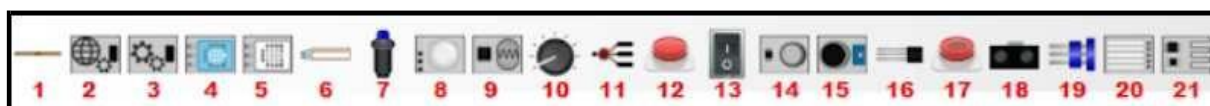
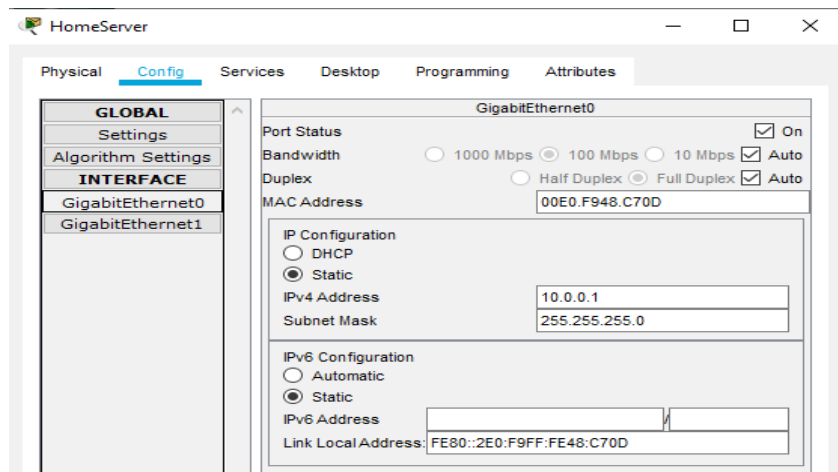
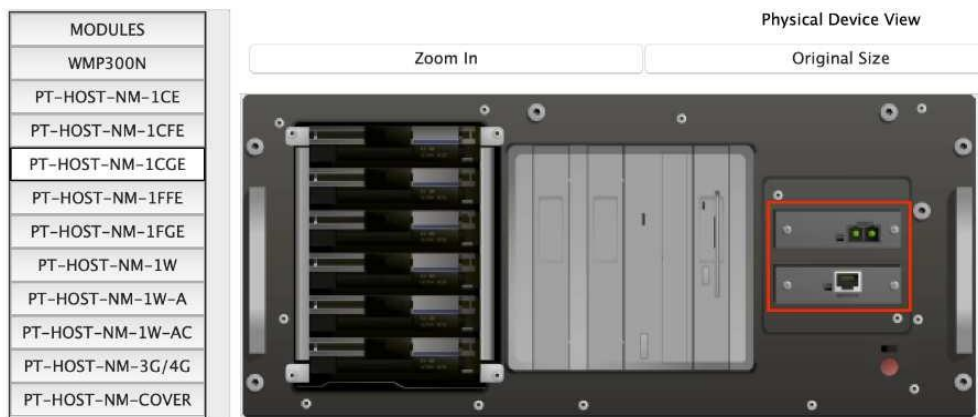


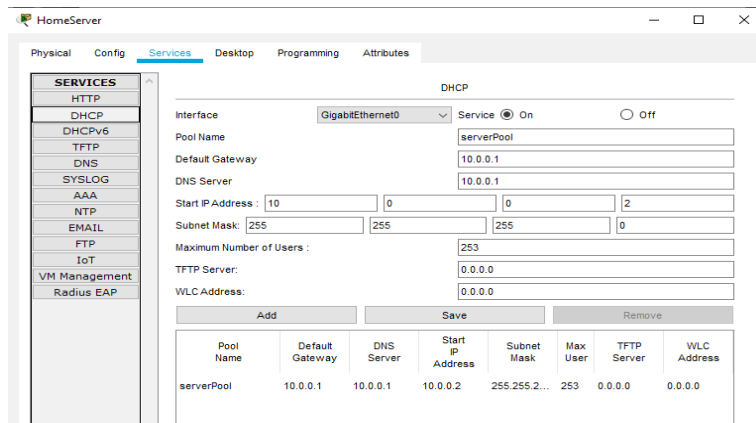
Рис. 3.13 –Вкладка «сенсори»

Комп'ютерна мережа житлового будинку складається з 3-х комутаторів Cisco. До центрального комутатора (Switch) підключені два комутатори Garden Switch, Garage Switch та один персональний настільний комп'ютер за топологією «зірка». Для керування роботою локальної мережі будинку та отримання доступу користувачів будинку до мережі Інтернет сконфігуровані Домашній/ DHCP сервер (в даній роботі розподіл адрес мережі здійснюється за допомогою протоколу DHCP). Зовнішній вигляд серверу, вікна конфігурацій домашнього сервера (Home server) та сервера DHCP домашньої мережі наведено на рисунку 3.8, а,б,в відповідно.

Безпроводова локальна мережа (ЛМ) Wi-Fi реалізована на базі обладнання - домашнього шлюзу (Home Gate Way) Cisco, що дозволяє надати безпроводовий доступ до мережі Інтернет мешканцям будинку з комунікаційних пристроїв (1 планшет, 3 смартфони).



б)



в)

Рис. 3.14 - Зовнішній вигляд серверу (а), вікна конфігурацій домашнього сервера (Home server) (б) та сервера DHCP ЛМ (в)

Для роботи ЛМ за протоколом Gigabit Ethernet в 2 слоти домашнього серверу (Home server) додано інтерфейсні плати PT-HOST-NM-1CGE: Copper Gigabit Ethernet (1000Mb), до якого підключається провід кручена пара 6 категорії.

Home server містить також вбудовані модулі WMP300N Linksys (рис. 3.8,а). Ім'я Linksys стало наслідком рішення світового лідера з виробництва комунікаційного мережного обладнання компанії Cisco Systems, вийти на ринок бюджетної продукції. WMP300N забезпечує один безпроводовий інтерфейс 2,4 ГГц, придатний для підключення до безпроводових мереж. Модуль підтримує протоколи, які використовують Ethernet для доступу до локальної мережі (рис.3.15).



а)

б)

Рис.3.15 – Зовнішній вигляд модуля WMP300N Linksys (а) та домашнього шлюзу з вкладки CPT фізичний вигляд (б)

У випадку виходу з ладу безпроводового домашнього шлюзу мережі Wi-Fi передбачене підключення мешканців будинку до мобільної мережі 3G/4G, для чого, в один із слотів серверу доданий модуль RT-HOST-NM-3G/4G CPT, що забезпечує один стільниковий інтерфейс, придатний для підключення до мереж 3G / 4G (рис. 3.15, а). налаштування центрального серверу для його підключення до мобільного оператора 3G/4G Central Office Server0 та інтерфейсу Backbone наведені на рисунку 3.16, а,б, відповідно.

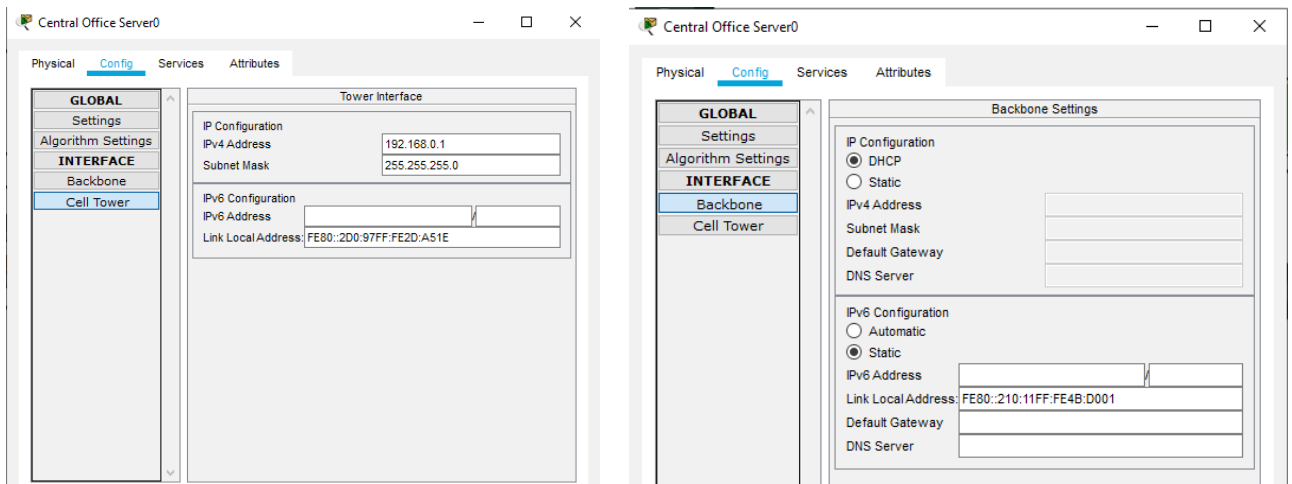


Рис. 3.16- Вікна налаштування центрального серверу для його підключення до мобільного оператора 3G/4G Central Office Server0 та інтерфейсу Backbone

На рис. 3.17 наведена побудована модель домашньої телекомунікаційної мережі та вікно режиму симуляції її роботи що забезпечує доступ до послуг абонентського доступу мережі Інтернет за допомогою проводових Gigabit Ethernet (1000Mb) з'єднань; безпроводових Wi-Fi з'єднань та мобільного зв'язку 3G/4G через налаштований сервер оператора (Central Office Server0/DHCP), який, в свою чергу підключений до базової станції мобільного оператора (Cell Tower0).

a)

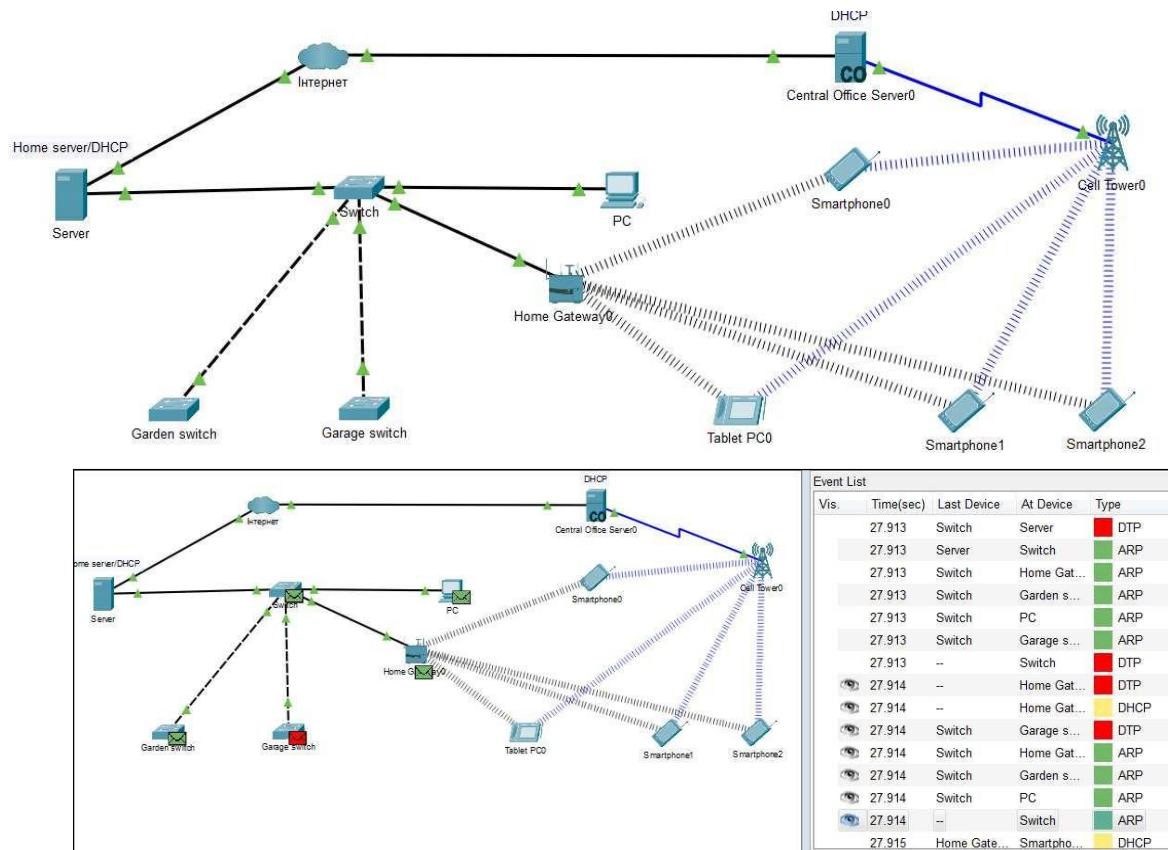
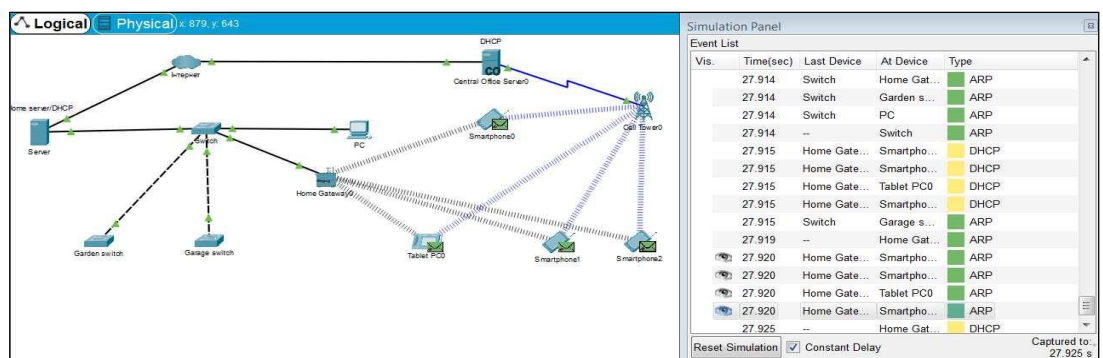
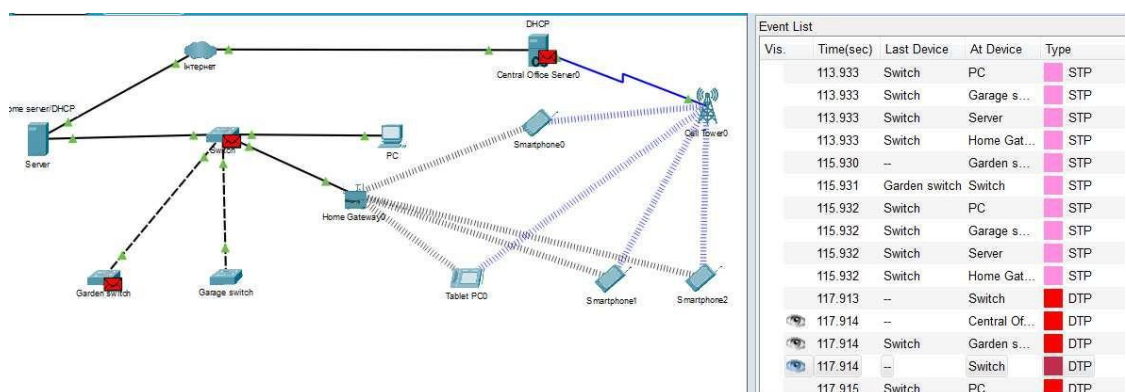


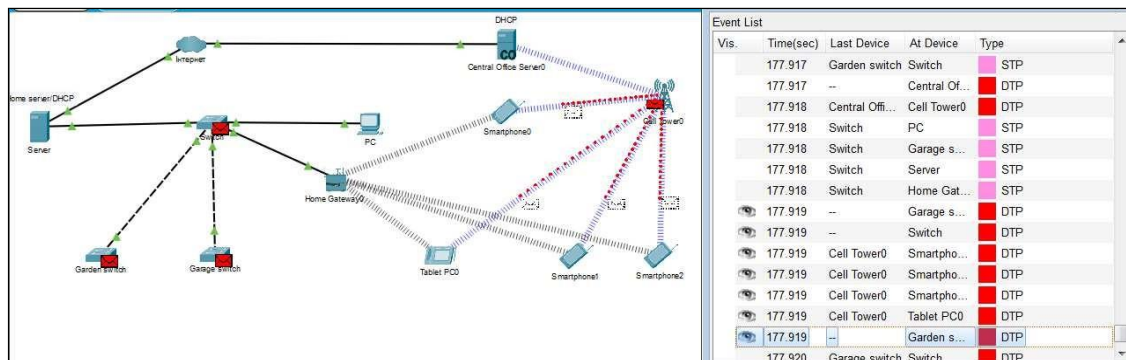
Рис. 3.17 - Побудована модель домашньої телекомунікаційної мережі СРТ



B)



г)



д)

Рис. 3.18 - Побудована модель домашньої телекомунікаційної мережі (а) та симуляція її роботи в СРТ (б,в,г, д)

ВИСНОВКИ

Під час дослідження змісту роботи було виявлено, що розумний будинок - це інноваційний підхід до життя, який може забезпечити людям максимальний комфорт та зручність. Розумний будинок має багато переваг порівняно з традиційним будинком, оскільки він забезпечує максимальний рівень безпеки та енергоефективності, а також може значно спростити щоденне життя мешканців. Було проведено аналіз над концепцією розумного будинку, його особливості та можливості впровадження, а також технології та протоколи, що використовуються в мережах розумних будинків.

У першому розділі було проаналізовано основні поняття розумного будинку та його особливості. Було досліджено технології та протоколи, що використовуються в мережах розумних будинків, а також обладнання Cisco

Systems та його можливості. Виявлено, що обладнання Cisco Systems має широкі можливості та може бути успішно використане в мережах розумних будинків.

У другому розділі були проаналізовані функціональні та нефункціональні вимоги до мережі розумного будинку. Виявлено, що важливою складовою мережі розумного будинку є управління освітленням, управління опаленням та кондиціонуванням, управління безпекою та управління електроприладами. Нефункціональні вимоги до мережі розумного будинку включають в себе надійність, швидкість передачі даних, масштабованість та безпеку.

У третьому розділі було розроблено архітектуру мережі розумного будинку в середовищі Cisco Packet Tracer. Визначено топологію мережі, вибрано та описано протоколи та технології, що будуть використовуватися в мережі. Також вибрано та налаштовано обладнання Cisco Systems у середовищі Cisco Packet Tracer і створено схему мережі.

Дана модель може бути використана для створення реального середовища розумного будинку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бройдо, В. Л. Обчислювальні системи, мережі та телекомунікації: навч. посібник / В. Л. Бройдо, О. П. Ільїна. ? 3-тє вид. ? СПб. : Пітер, 2008. ? 766 с.
2. Біляєвський, І.К. Маркетингові дослідження: інформація, аналіз, прогноз: Навчальний посібник для студ.вузів. -М.: Фінанси та статистика, 2002.
3. Величко, В. В. Телекомунікаційні системи та мережі: навч. посібник для студ. вузів зв'язку та коледжів: у 3 т. / В. В. Величко [та ін.]; за ред. В. П. Шувалова, Т. З, Мультисервісні мережі. - М.: Гаряча лінія-Телеком, 2005. - 592 с.
4. Гордієнко, В. Н. Багатоканальні телекомунікаційні системи: підручник для студ. вузів, навч. за спец. 201000 «Многоканальні телекомунікаційні

- системи» / В. Н. Гордієнко, М. С. Тверецький. - Москва: Гаряча лінія-Телеком, 2007. - 416 с.
5. Зеляновський М.Ю., Тимченко О.В. Інтелектуальна система для бездротових спеціалізованих сенсорних та мереж персонального радіусу дії: програмно-апаратна платформа вузла бездротової мережі// Моделювання та інформаційні технології. Зб. наук. пр. ІПМЕ НАН України. – Вип.49. – К.: 2008. – С. 185–193.
 6. Міночкін А.І., Романюк В.А. Перспективи побудови тактичних систем зв'язку // III Науково-технічна конференція ВІТІ. – К.: ВІТІ НТУУ —КПІІ. – 2006. – С. 5–15.
 7. Тимченко О.В., Зеляновський М.Ю. Методи і протоколи обміну даними сенсорних мереж // Зб. наук. пр. ІПМЕ НАН України. – Вип.46. – К.: 2008. – С. 176–183.
 8. Шахнович В.В., Сучасні технології бездротового зв'язку. – М.: Техносфера, 2006. – С. 215–288.
 9. Що таке розумний будинок? Все що потрібно знати про систему Розумний Дім [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://bron.ua/article/schotake-rozumnij-budinok-vse-scho-potrбно-znati-pro-sistemu-rozumnij-dm/5/> 66 (Дата звернення 3.03.2023)
 10. Розумне освітлення [Електронний ресурс].
URL: <https://milight.com.ua/ua/umnoe-osveshchenie/> (Дата звернення 14.04.2023)
 11. Sfar AR, Natalizio E, Challal Y, Chtourou Z. A roadmap for security challenges in the internet of things. Digit Commun Netw [Електронний ресурс] / Sfar AR, Natalizio E, Challal Y, Chtourou Z. – 2018. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352864817300214?via%3>
 12. Dithub Behrendt F. Cycling the smart and sustainable city: analyzing EC policy documents on internet of things, mobility and transport, and smart cities [Електронний ресурс] / Behrendt. – 2019. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/3/763> (Дата звернення 14.04.2023)

13. Khajenasiri I, Estebsari A, Verhelst M, Gielen G. A review on internet of things for intelligent energy control in buildings for smart city applications. Energy Procedia [Электронный ресурс] / Khajenasiri. – 2017. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610217302692?via%3Dihub> (Дата звернення 14.04.2023)
14. Liu T, Yuan R, Chang H. Research on the internet of things in the automotive industry. In: ICMCG 2012 international conference on management of e-commerce and eGovernment, Beijing, China [Электронный ресурс] / Liu. – 2018. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263224118306912?via%3Dihub> (Дата звернення 14.04.2023)
15. Ibrahim M, El-Zaart A, Adams C Smart sustainable cities roadmap: readiness for transformation towards urban sustainability [Электронный ресурс] / El-Zaart. – 2018. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670717302469?via%3Dihub> (Дата звернення 3.03.2023)
16. Dickson B. How to prevent your IoT devices from being forced into botnet bondage [Электронный ресурс] / Dickson. – 2015. – URL: <https://techcrunch.com/2016/08/16/how-to-prevent-your-iot-devices-from-being-forced-into-botnet-slavery/> (Дата звернення 14.04.2023)
17. Power Load Event Detection and Classification Based on Edge Symbol Analysis and Support Vector Machine [Электронный ресурс]. – 2014. URL: <https://www.hindawi.com/journals/acisc/2012/742461/> (Дата звернення 3.03.2023)/
18. Cisco IOS VPN Configuration Guide, 2005. – 131 с.
An Overview of Home Automation Systems [Электронный ресурс]. – 2017. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7791223/> (Дата звернення 14.04.2023)

19. Patrascu M. Integrating Services and Agents for Control and Monitoring: Managing Emergencies in Smart Buildings. Service Orientation in Holonic and MultiAgent Manufacturing and Robotics. / Patrascu., 2014. – 544 с.
20. Стартовий комплект "Розумний дім" Fibaro Starter Kit (FIB_Start)- назва з екрану // "Технології для життя". - URL: <http://sweetcheap.online>
21. Трекери для сонячних панелей: конструкція, принцип роботи, ефективність URL: <https://www.solargarden.com.ua/trekery-dlya-sonyachnyh-panelej-konstruktsiya-pryntsyp-roboty-efektyvnist/> (Дата звернення 14.04.2023)
22. Хані, С. та Г. Сантосо, "Покращення ємності сонячних елементів за допомогою лінзового концентратора Френеля з сонячною енергією". Lens Concentrator with Solar Tracker Control". Міжнародний журнал наукових Engineering and Science. (2018). 2(7): p. 41-44.
23. Що таке Cisco Packet Tracer URL: <http://www.packettracernetwork.com/>
24. Ammach, S. and A. Attia. "Проектування та впровадження автономної енергоефективної системи відстеження сонячної енергії для фотоелектричних електростанцій". у 2019 році Міжнародна Міжнародна конференція з електричних та комп'ютерних технологій та застосувань (ICECTA)(2019).
25. EasySmartBox - готові системи Розумний Дім від виробника // EasySmartBox. - URL: <http://easysmartbox.com> (Дата звернення 3.03.2023)
26. Inter-Integrated Circuit. URL: <https://electrosome.com/i2c/# Disadvantages>
27. MQTT: The Standard for IoT Messaging. - Назва з екрана. – URL: <https://mqtt.org/> (Дата звернення 14.04.2023)
28. NumPy // Посібник з NumPy v1.20 <https://numpy.org/doc/stable/>
29. Packet Tracer 8.2 - конфігурація пристроїв IoT URL: <https://www.packettracernetwork.com/internet-of-things/pt7-iot-devices-configuration.html> (Дата звернення 3.03.2023)
30. PyPI Індекс пакету Python // Ця бібліотека Python для Raspberry Pi дозволяє легко використовувати складну функціональність датчика

- INA219 від Texas Instruments для вимірювання напруги, струму та потужності. URL: <https://pypi.org/project/pi-ina219/>
31. Raspberry Pi Spy - неофіційні підручники, посібники та новини про Pi // Використання модуля I2C OLED-дисплея з Raspberry Pi URL: <https://www.raspberrypi-spy.co.uk/2018/04/i2c-oled-display-module-with-raspberry-pi/> (Дата звернення 14.04.2023)
32. S. Mansour. Optimum Design Of On Grid Pv System Using Tracking System / D.W.R. Anis, D.I.M. Hafez // Sci. Technol. Res. – 2015. – №05. – pp. 50–57.
33. Sun, Liangxu, et al. "Порівняння між фізичними пристроями та симулятором програмного забезпечення для викладання мережевих технологій Cisco". Computer Science & Education (ICCSE), 2013 8th International Conference on IEEE, 2013.
34. T. Twisha. Introducing Dual Axis Solar Tracker with Reflector to Increase Optimal Electricity Generation in Bangladesh // Dev. Renew. Energy Technol. – 2014. – № 3. – pp.1–6.
35. Tech, Learn and Make with Raspberry Pi. URL: <https://www.raspberrypi.org/>
36. Одноосьові трекири підвищують ефективність сонячної станції на 15 - 17% URL: <https://ussolar.systems/ua/news/6-odnoosnye-trekery-povyshayut-effektivnost-solnechnoy-stantsii-na-15-17> (Дата звернення 3.03.2023)
37. Оліфер В. Г., Оліфер Н. О. Комп'ютерні мережі. Принципи, технології, протоколи: Ювілейне видання. - Підручник для вузів, 2020. - С.1008. ISBN:978-5-4461-1426-9.
38. Опис руху сонця. URL: <https://prel.prom.ua/a279654-sonyachnij-treker-scho.html> (Дата звернення 14.03.2023)
39. Перспективні технології фотоелектричної сонячної енергетики URL: <https://razumkov.org.ua/statti/perspektyvni-tekhnologii-fotoelektrychnoi-soniachnoi-energetyky> (Дата звернення 3.03.2023)
40. EasySmartBox - готові системи Розумний Дім від виробника // EasySmartBox. - URL: <http://easysmartbox.com> (Дата звернення 12.05.2023)

Додаток А

Алгоритми керування роботою IoT схеми «розумний» гараж

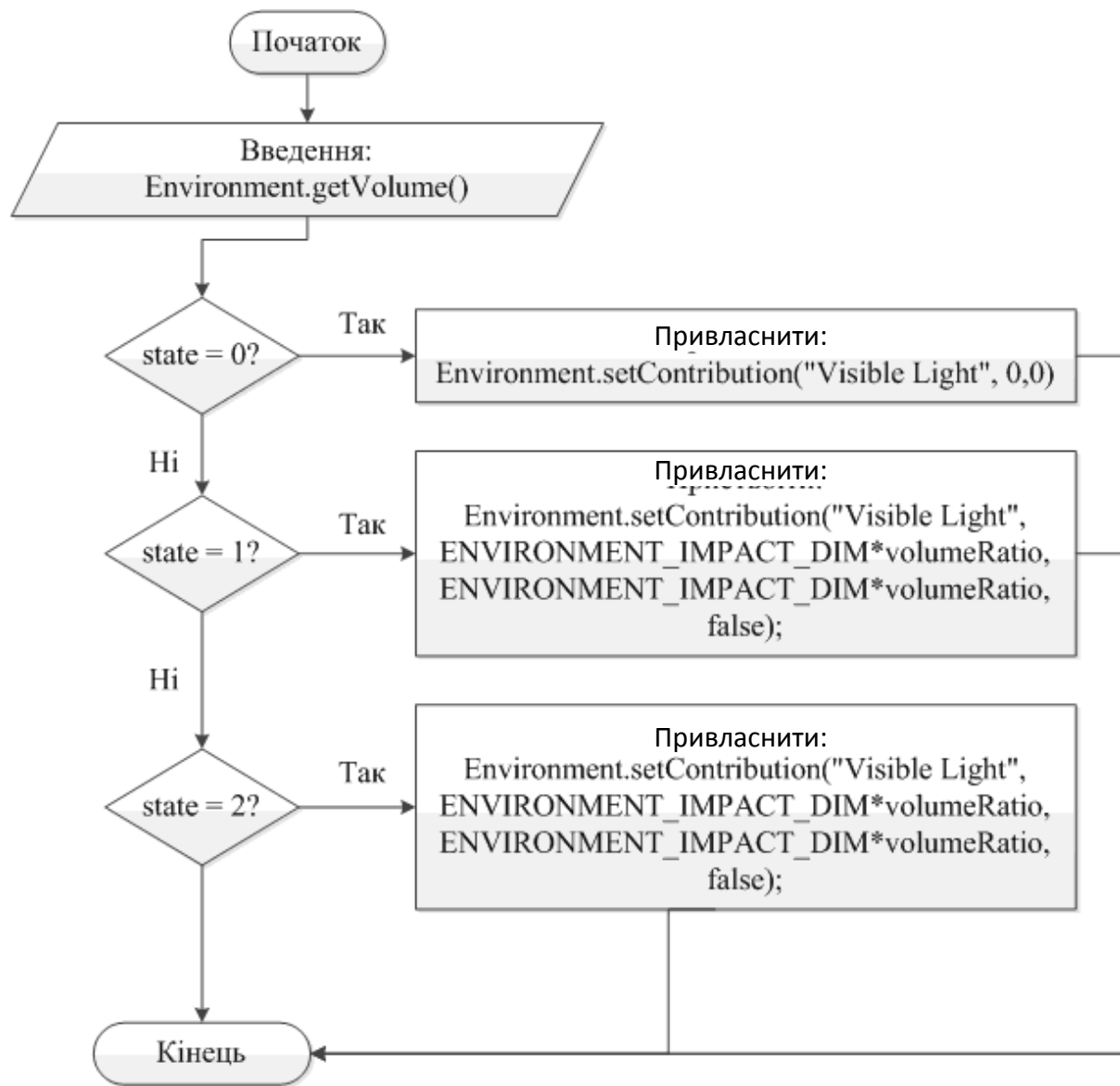


Рисунок А.1 – Блок-схема алгоритму процедури update Environment