

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Факультет електроніки
Кафедра акустичних та мультимедійних електронних систем

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

 Сергій НАЙДА

« 14 » червня 06 2023 р.

Дипломна робота
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Електронні системи мультимедіа та
засоби Інтернету речей»
спеціальності 171 «Електроніка»
на тему: «Забезпечення електромагнітної сумісності систем Розумного
будинку»

Виконав:

студент IV курсу, групи ДВ-91

Гаркуша Артур Анатолійович

 Katarq

Керівник:

Проф. каф. АМЕС, к.т.н., проф.

Пілінський



Рецензент:

Доцент каф. КЕОА, к.т.н.

Корнев Володимир Павлович



Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент  Katarq

Київ – 2023 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет електроніки
Кафедра акустичних та мультимедійних електронних систем

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)
Спеціальність – 171 «Електроніка»
Освітньо-професійна програма «Електронні системи мультимедіа та засоби Інтернету речей»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

 Сергій НАЙДА

« 30 » травня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студенту

Гаркуші Артуру Анатолійовичу

1. Тема роботи «Забезпечення електромагнітної сумісності систем Розумного будинку», керівник роботи к.т.н., професор Володимир Володимирович Пілінський, затверджені наказом по університету від «30» травня 2023 р. №2063-с
2. Термін подання студентом роботи 1 червня 2023р.
3. Вхідні дані до роботи: Радіоелектронне обладнання Розумного будинку та застосування безпроводових технологій.
4. Зміст дипломної роботи: Особливості забезпечення електромагнітної сумісності обладнання Розумного будинку. Моделювання електромагнітної обстановки.
5. Перелік ілюстративного матеріалу (із зазначенням плакатів, презентацій тощо): Презентація з наведеними результатами аналізу.
7. Дата видачі завдання 14.03.2023р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Написання першого розділу	17.04–23.04	виконано
2	Написання другого розділу	24.04–30.04	виконано
3	Написання третього розділу	01.05–07.05	виконано
4	Написання четвертого розділу	08.05–14.05	виконано
5	Підготовка та оформлення презентації для доповіді	15.05–29.05	виконано

Студент

(

Kataru

Підпис)

А. А. Гаркуша

(ініціали, прізвище)

Керівник



(Підпис)

В. В. ПІЛІНСЬКИЙ

(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Гаркуша А. А. «Забезпечення електромагнітної сумісності систем Розумного будинку»: дипломна робота бакалавра : 171 Електроніка. - КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, 2023. – 30 рис. 75 с.

ЕМО, ЕМС, НАБІР БАЗОВИХ ПОСЛУГ, ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СПРИЙНЯТТЯ ІНФОРМАЦІЇ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯК СЕРВІС, РІВЕНЬ СИГНАЛУ, РОЗУМНИЙ БУДИНОК.

Об'єктом дослідження є електромагнітні процеси систем Розумного будинку.

Предмет дослідження: електромагнітна обстановка (ЕМО) системи Розумного будинку.

Метою роботи є забезпечення електромагнітної сумісності (ЕМС) систем Розумного будинку.

Методом дослідження є технічна електродинаміка електронних систем Розумного будинку, аналіз апаратури, що обслуговує Розумний будинок за характеристиками для взаємодії приладів.

У результаті виконання дипломної роботи проаналізовано електромагнітну обстановку Розумного будинку задля забезпечення електромагнітної сумісності. Застосована рекомендована програма для досягнення ЕМС.

Галузь застосування: електроніка та телекомунікації.

REVIEW

Harkusha A. A. "Providing electromagnetic compatibility of Smart home systems": bachelor's thesis: 171 Electronics. - Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, 2023. – 30 pic. 75 p.

EME, EMC, SET OF BASIC SERVICES, EQUIPMENT FOR INFORMATION PERCEPTION, SOFTWARE AS A SERVICE, SIGNAL STRENGTH, SMART HOME.

The object of research is electromagnetic processes of Smart home systems for various purposes and their interaction.

The subject of research: electromagnetic environment (EME) of Smart home systems for various purposes.

The purpose of the study is to ensure the electromagnetic compatibility (EMC) of Smart home systems.

The method of research is the technical electrodynamics of electronic systems of the Smart home, analysis of equipment serving the Smart home by characteristics for the interaction of devices with each other.

As a result of the thesis, the EME of the Smart Home was analyzed to ensure electromagnetic compatibility. The recommended program for achieving EMC is applied.

Field of application: electronics and telecommunications.

ЗМІСТ

1. ПРОБЛЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ АПАРАТУРИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ	Помилка! Закладку не визначено.2
1.1 Принципи та методи забезпечення електромагнітної сумісності.	Помилка! Закладку не визначено.2
1.2 Система Розумний будинок	Помилка! Закладку не визначено.
1.3 Стандарти та правила електромагнітної сумісності..	Помилка! Закладку не визначено.5
2. АНАЛІЗ АПАРАТУРИ, ЩО ОБСЛУГОВУЄ РОЗУМНИЙ БУДИНОК ЗА ХАРАКТЕРИСТИКАМИ.	Помилка! Закладку не визначено.2
2.1 Список обладнання.	Помилка! Закладку не визначено.2
2.2 Визначення характеристик, які є важливими для аналізу.	29
2.3 Підключення	Помилка! Закладку не визначено.8
2.4 Вартість: скільки коштує обладнання. Чи існують поточні платежі або витрати на підписку.....	40
3. АНАЛІЗ ВЗАЄМОДІЇ АПАРАТУРИ ЗА ЇЇ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ТА ОСОБЛИВОСТЯМИ РОБОТИ.....	Помилка! Закладку не визначено.42
3.1 Протоколи зв'язку.....	Помилка! Закладку не визначено.42
3.2 Потреба у центральному концентраторі.....	Помилка! Закладку не визначено.44
3.3 Інтеграція голосових помічників.	Помилка! Закладку не визначено.46
3.4 Сумісність додатків.	47
3.5 Інтеграція пристроїв.	Помилка! Закладку не визначено.49
3.6 Сумісність із розумними вимикачами..	52
3.7 Сумісність із приладами розумної кухні.	53
3.8 Сумісність із розумними дверними замками.	55
3.9 Інтеграція із розумними датчиками диму.....	56
3.10 Сумісність із розумними очисниками повітря.	57

3.11 Сумісність із додатковими пристроями.	58
3.12 Рівень інтеграції пристроїв.	60
4. МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ОБСТАНОВКИ У ПРИМІЩЕННІ	63
ВИСНОВКИ	71
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	72
Додаток А	73

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

ЕМЗ	– Електромагнітна завада
ЕМО	– електромагнітна обстановка;
ЕМС	– електромагнітна сумісність;
ІТ	– Інформаційно технологічний
РЧ	– Радіочастотні
ІоТ	– Internet of things;
ІТЕ	– Information technology equipment
QLED	– Quantum-dot Light-Emitting Diode
Wi-Fi	– Wireless Fidelity

ВСТУП

Розумні будинки - це помешкання, обладнані підключеними до Інтернету пристроями, які дають змогу власникам дистанційно керувати та автоматизувати різні побутові прилади та системи, такі як освітлення, опалення та охолодження, безпека, розваги тощо.

Системи Розумного дому використовують датчики, камери та інші пристрої Інтернету речей (IoT) для збору даних і аналізу навколишнього середовища, що дає змогу автоматизувати різні завдання на основі заздалегідь визначених правил або уподобань користувача. Домовласники зазвичай можуть керувати пристроями Розумного будинку завдяки смартфонам, планшетами або голосовим помічникам, що дає змогу їм змінювати налаштування або отримувати сповіщення та повідомлення з будь-якого місця.

Переваги Розумних будинків включають підвищену зручність, комфорт та енергоефективність, а також покращену безпеку та захищеність. Розумні будинки також можуть покращити доступність та незалежне життя для людей з інвалідністю та людей похилого віку.

Актуальність роботи полягає в необхідності забезпечення електромагнітної сумісності (ЕМС) у приміщеннях, оснащених радіоелектронною апаратурою та забезпечення технологій функціонування обладнання Розумного будинку.

Об'єктом дослідження є функціонування радіоелектронних систем Розумного будинку різного призначення та їх взаємодія.

Предмет дослідження: електромагнітна обстановка (ЕМО) систем Розумного будинку.

Метою роботи є розроблення рекомендацій щодо забезпечення електромагнітної обстановки у приміщеннях з радіоелектронною апаратурою, зокрема, Розумних будинках.

Для досягнення мети необхідно виконати такі завдання:

- 1) проаналізувати стан проблеми забезпечення ЕМС систем Розумних будинків на підставі літературних даних;
- 2) провести аналіз апаратури, що обслуговує Розумний будинок за характеристиками;
- 3) проаналізувати взаємодію апаратури за її характеристиками та особливостями роботи;
- 4) виконати моделювання ЕМО задля визначення засобів та заходів для забезпечення ЕМС;
- 5) запропонувати засоби забезпечення сприйнятливої ЕМО (екрани, раціональне розташування, додаткові завади тощо), тобто запропонувати рекомендації, щоб апаратура штатно працювала, отже була забезпечена електромагнітна сумісність.

Методом дослідження є теоретичний аналіз на основі технічної електродинаміки електромагнітних процесів, зокрема систем Розумного будинку задля забезпечення їх штатної роботи, визначення апаратури, що обслуговує Розумний будинок за характеристиками для взаємодії приладів між собою.

Новизна роботи полягає у пошуку шляхів покращення ЕМО та взаємодію приладів у Розумних будинках задля забезпечення ЕМС.

Практична цінність полягає у наданні рекомендацій прогнозування електромагнітної обстановки для досягнення електромагнітної сумісності, тобто штатного функціонування працездатності обладнання Розумного будинку.

1. ПРОБЛЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ АПАРАТУРИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

1.1 Принципи та методи забезпечення електромагнітної сумісності

Електромагнітна сумісність - це здатність електронних пристроїв і систем функціонувати належним чином у заданій електромагнітній обстановці (ЕМО), не створюючи електромагнітних завад (ЕМЗ) для інших пристроїв. ЕМС необхідна для забезпечення безпечної та надійної роботи електронних пристроїв, без створення ЕМЗ для інших пристроїв і без впливу інших джерел. Інформацію стосовно формування та поширення електромагнітних хвиль наведено в [1].

Неумисне джерело, рецептор і шляхи поширення електромагнітних завад показано на рис. 1.1

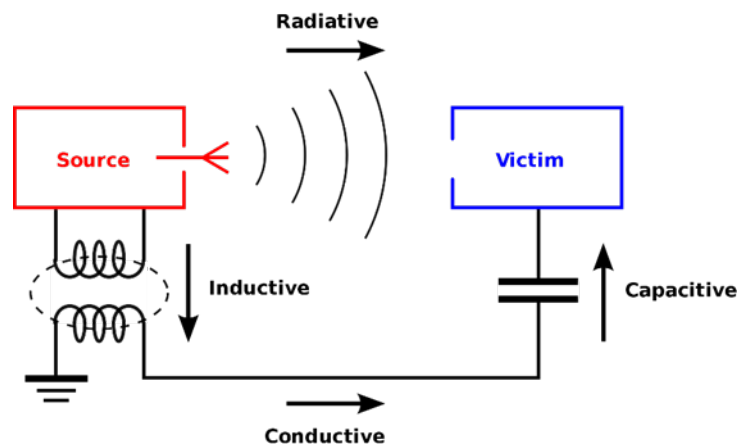


Рисунок 1.1 – Неумисне джерело, рецептор та шляхи поширення електромагнітних завад

Для забезпечення електромагнітної сумісності електронні пристрої мають бути спроектовані і протестовані на відповідність стандартам і правилам електромагнітної сумісності, наприклад, встановленим Директивою ЕМС Європейського Союзу або Федеральною комісією зв'язку (FCC) США [2]. Ці

стандарти визначають допустимі максимальні рівні електромагнітних завад, які можуть випромінювати пристрої, а також рівні захисту від електромагнітних завад з інших джерел. Відповідні національні гармонізовані стандарти діють в Україні.

Ось деякі з ключових засобів забезпечення електромагнітної сумісності:

Екранування: Екранування – це застосування струмопровідних матеріалів для електронних пристроїв або компонентів, щоб зменшити рівень випромінюваних ними електромагнітних завад та/або захистити їх від зовнішніх електромагнітних завад.

Фільтрація: Фільтрація – це застосування електричних фільтрів, тобто додавання компонентів, таких як конденсатори та котушки індуктивності, до електронних схем для послаблення електромагнітних завад на певних частотах і запобігання їхньому впливу на інші пристрої.

Уземлення: Уземлення – це підключення електронних пристроїв до спільної точки нульового потенціалу, щоб запобігти виникненню різниці електричних потенціалів між пристроями та знизити ризик електромагнітних завад.

Дизайн макета: Ретельне проектування фізичного розташування електронних компонентів має сприяти зменшенню ЕМЗ внаслідок зменшення довжини і близькості сигнальних трас і ліній електроживлення.

Випробування та сертифікація: Електронні пристрої мають бути протестовані і сертифіковані, щоб гарантувати, що вони відповідають стандартам і нормам забезпечення ЕМС. Випробування передбачає вимірювання рівня електромагнітних завад, що емітують (індукують у ближній зоні та випромінюють у дальній) пристрої, та його стійкості до зовнішніх завад.

1.2 Система Розумний будинок

Розумний будинок - це сучасна концепція, яка революціонує спосіб взаємодії з нашим житловим простором. Вона охоплює мережу взаємопов'язаних пристроїв і технологій, призначених для покращення повсякденного життя, роблячи наше житло зручнішим, ефективнішим і безпечнішим.

За сутності, Розумний будинок - це будинок, обладнаний інтелектуальними пристроями, якими можна керувати, контролювати та автоматизувати дистанційно. Ці пристрої охоплюють різні аспекти життєвого середовища, такі як освітлення, температура, безпека, розваги, побутова техніка тощо. Вони оснащені сучасними датчиками, функціями підключення та можливостями штучного інтелекту, що дає їм змогу спілкуватися між собою та реагувати на команди людини або заздалегідь визначені налаштування.

Уявіть, що ви повертаєтеся додому після робочого дня, і за допомогою простої голосової команди вмикається світло, термостат налаштовується на бажану температуру, і починає грати ваша улюблена музика. Поки ви відпочиваєте, система безпеки Розумного будинку пильно стежить за вашим майном, і ви навіть можете переглядати прямі трансляції з камер зі свого смартфона. Одним натисканням кнопки ви можете закрити жалюзі, запустити робот-пилосос і навіть розігріти розумну духовку перед приготуванням їжі.

Основна перевага Розумного будинку полягає в його здатності забезпечувати зручність та ефективність. Функції автоматизації забезпечують інтеграцію між пристроями, створюючи персоналізований та інтуїтивно зрозумілий досвід. Наприклад, датчики руху можуть визначати, коли в кімнаті нікого немає, і автоматично вимикати світло для економії електроенергії. Розумні термостати можуть вивчати ваші температурні вподобання і підлаштовуватися відповідно, оптимізуючи споживання енергії та зменшуючи рахунки за комунальні послуги.

Безпека також є важливим аспектом Розумного будинку. За допомогою Розумних замків ви можете віддалено замикати або відмикати двері, надавати тимчасовий доступ відвідувачам або отримувати миттєві сповіщення про будь-яку незвичну активність. Камери спостереження можуть контролювати ваш будинок як всередині, так і ззовні, забезпечуючи спокій і відлякуючи потенційних зловмисників.

Крім того, Розумний дім пропонує підвищену доступність і контроль. За допомогою мобільних додатків або голосових помічників ви можете керувати і контролювати свої пристрої з будь-якої точки Землі. Забули вимкнути світло? Нічого страшного. Хочете перевірити, чи не залишили ви двері гаража відчиненими? Просто відкрийте додаток. Розумні будинки дають нам можливість залишатися на зв'язку та контролювати ситуацію, навіть коли нас немає вдома.

Однак, важливо враховувати виклики, які виникають з Розумним будинком, такі як конфіденційність і безпека. Оскільки дані збираються і передаються між пристроями і хмарою, дуже важливо визначити пріоритети захисту конфіденційності та впровадити надійні заходи безпеки для захисту нашої особистої інформації.

1.3 Стандарти та правила електромагнітної сумісності

Існує кілька стандартів і правил, які визначають вимоги до електромагнітної сумісності обладнання для Розумного будинку. Деякі з найпоширеніших стандартів включають CISPR 22, EN 55022, FCC Part 15 і EN 61000-6-1. Ці стандарти визначають максимальні рівні електромагнітних завад, які можуть випромінювати пристрої, і рівні захисту від зовнішніх електромагнітних завад [3, 4, 5, 6]. В Україні є чинними відповідні гармонізовані стандарти ДСТУ CISPR 22, ДСТУ EN 55022, ДСТУ EN 61000-6-1.

CISPR 22 - це міжнародний стандарт, який визначає вимоги до EMC (електромагнітної сумісності) інформаційно-технологічного обладнання (ІТ-обладнання), включаючи пристрої Розумного будинку. Стандарт опублікований Міжнародним спеціальним комітетом з радіозавад (CISPR) і визнаний у всьому світі як один з ключових стандартів EMC для ІТ-обладнання [3].

CISPR 22 визначає межі електромагнітних емісій ІТ-обладнання і встановлює максимальні рівні радіочастотних (РЧ) емісій, які ці пристрої можуть створювати, щоб гарантувати, що вони не спричиняють завад іншим електронним пристроям або системам. Стандарт охоплює випромінювання в діапазоні частот від 9 кГц до 400 ГГц, а обмеження визначені як для випромінюваних емісій (ЕМЗ, що поширюються у навколишньому середовищі), так і для кондуктивних емісій (ЕМЗ, що поширюються за силовими і сигнальними кабелями) [3].

CISPR 22 також включає методи випробувань і процедури для вимірювання випромінювання від ІТЗ. Методи випробувань розроблені таким чином, щоб бути репрезентативними для реальних умов експлуатації, і вони гарантують, що випромінювання від пристрою знаходиться в межах встановлених норм. Стандарт визначає випробувальні установки, прилади та процедури вимірювання як для випромінюваних, так і для кондуктивних емісій [3]. На рисунку 1.2 – наведено гранично допустимі значення у відповідності до CISPR 22.

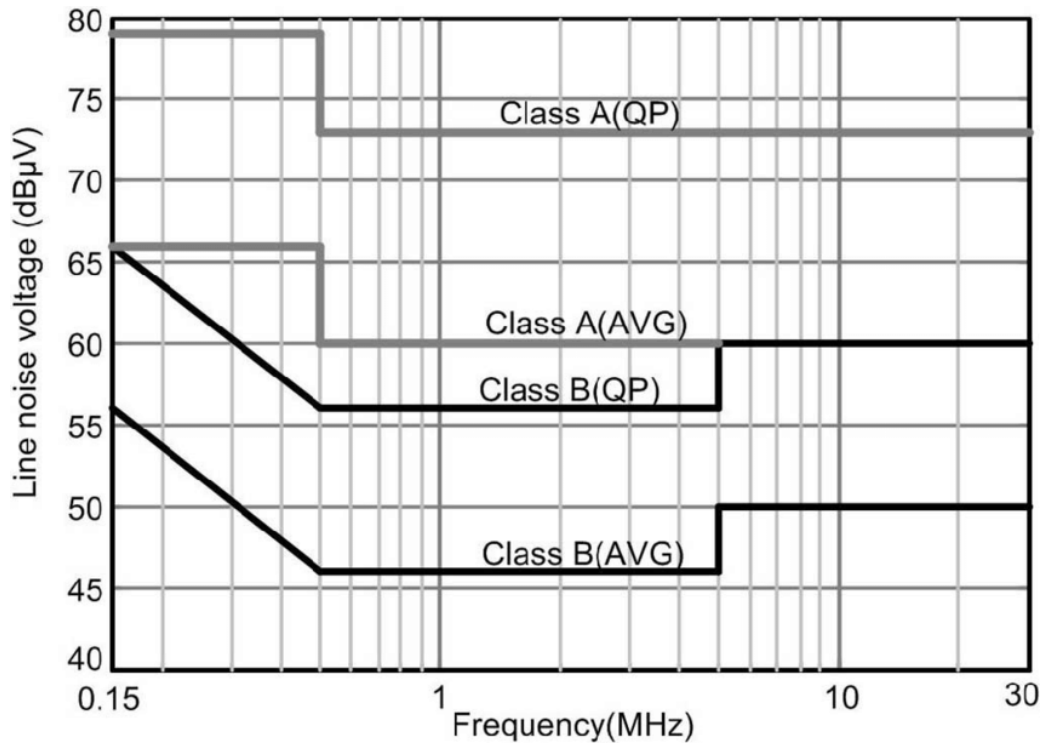


Рисунок 1.2 – Граничні значення напруги завад у відповідності до CISPR 22

EN 55022 - це європейський стандарт, який встановлює межі та методи вимірювання електромагнітних завад (ЕМІ) від інформаційно-технологічного обладнання (ІТО). Стандарт встановлює вимоги до кондуктивних і випромінюваних емісій у діапазоні частот від 150 кГц до 30 МГц [4].

Він визначає обмеження на випромінювання залежно від класу обладнання та середовища, в якому воно буде використовуватися. Існує два класи обладнання: Клас А і клас В. Обладнання класу А призначене для використання в комерційному, промисловому або діловому середовищі, в той час як обладнання класу В призначене для використання в житлових приміщеннях [4].

Стандарт також містить вимоги до методів випробувань, випробувального обладнання та випробувальних установок для забезпечення точних і відтворюваних результатів. Він визначає процедури вимірювання як кондуктивних, так і випромінюваних емісій, а також вимоги до характеристик випробувального майданчика і вимірювальних приладів [4].

На додаток до визначення граничних значень електромагнітних емісій, стандарт також встановлює вимоги до стійкості до електромагнітних завад. Ці

вимоги гарантують, що ІТЕ не буде чутливим до завад від інших джерел електромагнітного випромінювання [4].

EN 55022 є важливим стандартом для виробників ІТО, оскільки відповідність стандарту є обов'язковою для продажу продукту в Європі. Відповідність стандарту допомагає гарантувати, що продукт не створюватиме завад для іншого обладнання і буде несприйнятливим до завад від інших джерел [4].

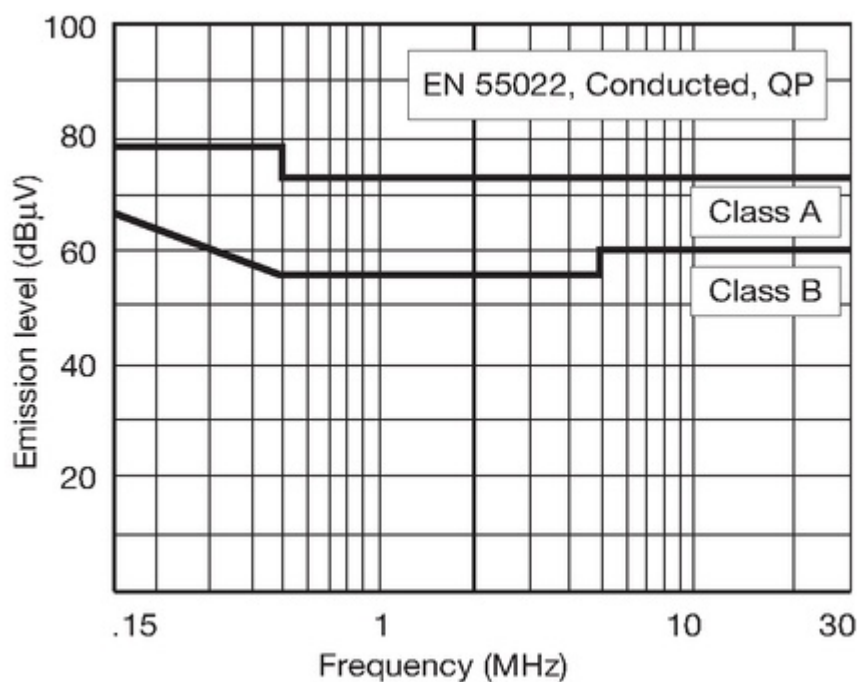


Рисунок 1.3 – Граничні значення у відповідності до EN 55022

FCC Part 15 - це набір правил, встановлених Федеральною комісією з питань зв'язку (FCC) у США, які регулюють навмисні та ненавмисні випромінювання радіочастотної енергії (РЧ) з електронних пристроїв. Правила застосовуються як до навмисних випромінювачів, таких як передавачі, так і до ненавмисних випромінювачів, таких як комп'ютери, телевізійні приймачі та інші електронні пристрої, які випромінюють радіочастотну енергію [5].

Регламент встановлює обмеження на кількість радіочастотної енергії, яку можуть випромінювати електронні пристрої, а також встановлює процедури

тестування та вимірювання випромінювання. Обмеження залежать від частотного діапазону і типу обладнання, що тестується [5].

Частина 15 FCC вимагає, щоб електронні пристрої були протестовані на відповідність правилам, перш ніж вони можуть бути продані на ринку США. Тестування, як правило, проводиться кваліфікованою випробувальною лабораторією, а результати подаються до FCC для розгляду та затвердження.

Регламент також містить вимоги до маркування пристроїв, що вказує на те, що вони відповідають вимогам FCC Part 15, а також інструкції щодо поводження з пристроями та їх утилізації [5].

Частина 15 FCC кілька разів оновлювалася з моменту її першого введення в 1975 році, і поточна версія включає положення щодо цифрових пристроїв і бездротових технологій. Дотримання вимог частини 15 FCC є важливим для виробників електронних пристроїв, оскільки невідповідні пристрої можуть створювати завади для роботи іншого електронного обладнання і не можуть бути легально продані в США [5].

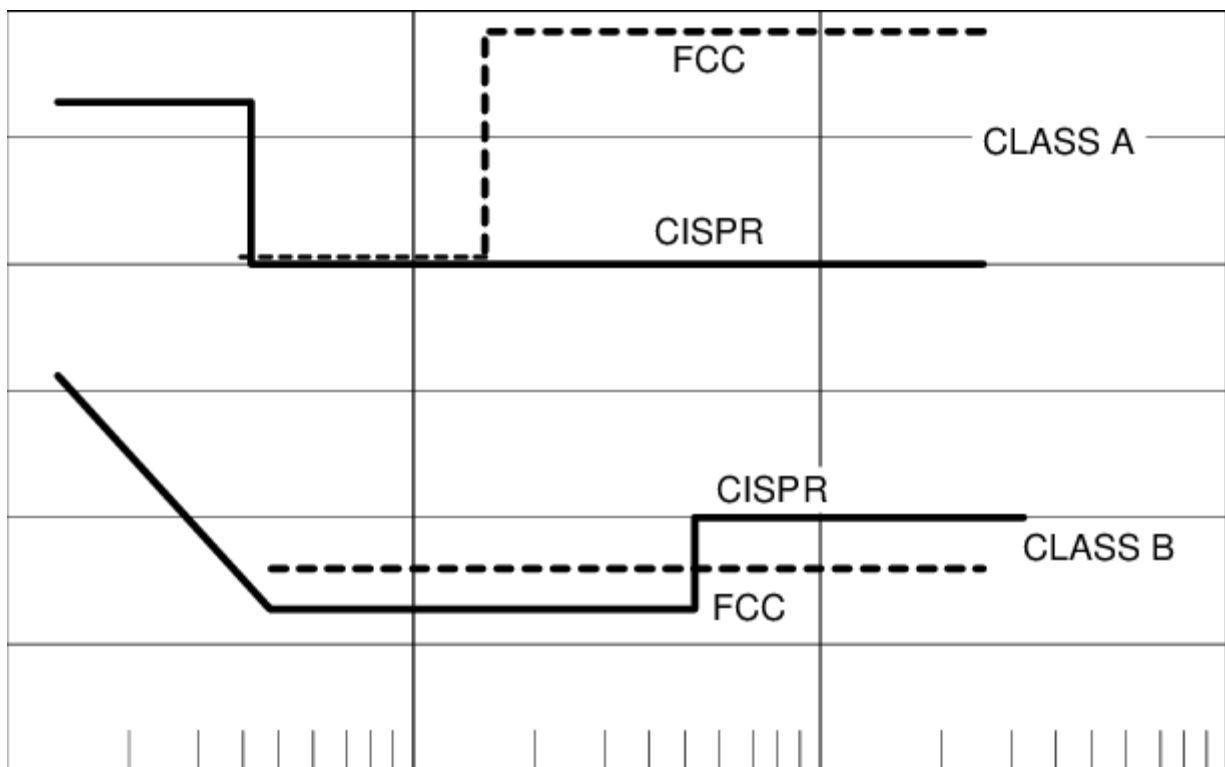


Рисунок 1.4 – Норми кондуктивних завад (FCC частина 15 і CISPR 22).

EN 61000-6-1 - це європейський стандарт, який визначає вимоги до електромагнітної сумісності (ЕМС) для промислового середовища. Стандарт визначає межі та методи випробувань для кондуктивних і випромінюваних емісій, а також стійкість до поширених електромагнітних завад [6].

Він призначений для забезпечення належного функціонування промислового обладнання в умовах потенційно високих рівнів електромагнітних завад від іншого обладнання та машин. Стандарт застосовується до всього електричного та електронного обладнання, призначеного для використання в промисловому середовищі, включаючи машини, системи управління та прилади.

EN 61000-6-1 встановлює обмеження для випромінювання в діапазоні частот від 9 кГц до 400 ГГц, залежно від типу обладнання та середовища, в якому воно буде використовуватися. Стандарт також визначає процедури вимірювання випромінювання і стійкість до завад, включаючи електростатичні розряди, електромагнітні поля і коливання електроживлення [6].

Окрім встановлення граничних значень випромінювання та завадостійкості, EN 61000-6-1 також містить вказівки щодо встановлення та уземлення обладнання для мінімізації впливу електромагнітних завад. Стандарт також містить вимоги до документації та маркування обладнання, що вказує на відповідність стандарту [6].

Відповідність стандарту EN 61000-6-1 важлива для виробників промислового обладнання, оскільки гарантує, що їхня продукція не буде створювати завад для іншого обладнання і буде надійно функціонувати в шумному промисловому середовищі [6].

Проектування обладнання для Розумного будинку з точки зору електромагнітної сумісності вимагає ретельного врахування декількох факторів, таких як схема електричного кола, екранування, уземлення і фільтрація. Різні дослідження показують, що дотримання цих принципів проектування може

допомогти знизити рівень електромагнітних завад і забезпечити відповідність нормам електромагнітної сумісності [6].

Випробування обладнання для Розумного будинку на відповідність вимогам ЕМС передбачає вимірювання рівня електромагнітних завад, що випромінюються пристроєм, і його стійкості до зовнішніх електромагнітних завад. Існують різні методи і процедури тестування, в тому числі тестування випромінюваних і кондуктивних електромагнітних хвиль і тестування імунітету.

На обладнання Розумного будинку можуть впливати різні джерела ЕМІ, такі як радіочастотні завади, завади ліній електропередач та електромагнітне випромінювання. Деякі дослідження показують, що впровадження належних методів зменшення впливу, таких як екранування, фільтрація та уземлення, може допомогти мінімізувати вплив цих джерел ЕМЗ на обладнання Розумного будинку [6].

Різні галузеві звіти дають уявлення про сучасний стан справ у забезпеченні електромагнітної сумісності обладнання для розумного дому. У цих звітах часто підкреслюється важливість дотримання норм електромагнітної сумісності та наводяться найкращі практики і рішення для їх досягнення. Наприклад, Альянс Zigbee опублікував технічний документ про відповідність вимогам електромагнітної сумісності для пристроїв Інтернету речей, в якому описані кращі практики проектування, тестування і сертифікації обладнання для Розумного будинку [6].

2. АНАЛІЗ АПАРАТУРИ, ЩО ОБСЛУГОВУЄ РОЗУМНИЙ БУДИНОК ЗА ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

2.1 Список обладнання

Розумний терморегулятор: Nest Learning Thermostat [7]



Рисунок 2.1 – Розумний термостат Nest Learning Thermostat

Розумне освітлення: Philips Hue [8]



Рисунок 2.2 – Розумне освітлення Philips Hue

Розумний замок: August Smart Lock Pro [9]



Рисунок 2.3 – Розумний замок August Smart Lock Pro

Камера безпеки: Arlo Pro 3 [10]



Рисунок 2.4 – Камера відеоспостереження Arlo Pro 3

Розумна колонка: Amazon Echo (4 покоління) [11]



Рисунок 2.5 – Розумна колонка Amazon Echo (4 покоління)

Розумний телевізор: Samsung QLED Q80A [12]



Рисунок 2.6 – Телевізор Samsung QLED Q80A

Розумний вимикач: Lutron Caseta Wireless Smart Lighting Dimmer Switch
[13]



Рисунок 2.7 – Розумний вимикач
Lutron Caseta Wireless Smart Lighting Dimmer Switch

Розумний домашній хаб: Samsung SmartThings Hub [14]



Рисунок 2.8 – Розумний домашній хаб Samsung SmartThings Hub

Розумна кухонна техніка: GE Profile Smart Oven і LG InstaView Door-in-Door Refrigerator [15], [16]



Рисунок 2.9 – Розумний холодильник LG InstaView Door-in-Door Refrigerator [15]



Рисунок 2.10 – Розумна духовка : GE Profile Smart Oven [16]

Розумний домашній помічник: Google Nest Hub Max



Рисунок 2.11 – Розумний домашній помічник Google Nest Hub Max

Розумний дверний замок: Yale Assure Lock SL [17]



Рисунок 2.12 – розумний дверний замок Yale Assure Lock SL

Розумний датчик диму: Nest Protect Smoke and Carbon Monoxide Alarm [18]



Рисунок 2.13 – Розумний датчик диму Nest Protect Smoke and Carbon Monoxide Alarm

Розумний очищувач повітря: Dyson Pure Cool Link Air Purifier [19]



Рисунок 2.14 – Розумний очищувач повітря Dyson Pure Cool Link Air Purifier

Розумні жалюзі та штори: Lutron Serena Shades

Додаткові пристрої: iRobot Roomba i7+ Robot Vacuum та Sonos Beam Soundbar [20], [21]



Рисунок 2.15 – Робот пилосос iRobot Roomba i7+ Robot Vacuum [20]



Рисунок 2.16 – Sonos Beam Soundbar [21]

Ці пристрої сумісні один з одним і можуть управлятися через центральний хаб або мобільний додаток. Вони також мають функції голосового керування, що може бути корисним для роботи у режимі "вільні руки".

2.2 Визначення характеристик, які є важливими для аналізу

Такі характеристики пристроїв Розумного будинку є важливими для аналізу електромагнітної сумісності:

Частотний діапазон: Пристрої Розумного будинку працюють у різних частотних діапазонах, і важливо переконатися, що вони не заважають один одному. Частотний діапазон повинен бути вказаний в технічних характеристиках пристрою.

Частотний діапазон пристроїв Розумного будинку може змінюватися залежно від конкретного пристрою та його призначення. Однак, ось деякі загальні діапазони частот для пристроїв, які я обрав раніше:

Розумні термостати: Зазвичай працюють у діапазоні частот 2,4 ГГц, який також використовується пристроями Wi-Fi і Bluetooth.

Розумне освітлення: Зазвичай працює в діапазоні 2,4 ГГц, але деякі моделі можуть використовувати інші частотні діапазони, такі як Zigbee (2,4 ГГц) або Z-Wave (908,42 МГц).

Розумні замки: Часто використовують для бездротового зв'язку діапазон частот 2,4 ГГц, але деякі моделі можуть використовувати й інші частоти, наприклад, Z-Wave (908,42 МГц).

Камери безпеки: Зазвичай використовують діапазон частот 2,4 ГГц, але деякі моделі можуть використовувати й інші частоти, наприклад, 5 ГГц або навіть 900 МГц.

Розумні колонки: Зазвичай працюють у діапазонах 2,4 ГГц і/або 5 ГГц, які також використовуються пристроями Wi-Fi і Bluetooth.

Смарт-телевізор: Зазвичай працює в діапазонах 2,4 ГГц і/або 5 ГГц, але деякі моделі можуть використовувати інші частоти, наприклад, 900 МГц або 60 ГГц.

Розумні вимикачі: Зазвичай працюють у діапазоні 2,4 ГГц, але деякі моделі можуть використовувати інші частоти, такі як Zigbee або Z-Wave.

Розумні домашні концентратори: Зазвичай працюють у діапазонах 2,4 ГГц і/або 5 ГГц, які також використовуються пристроями Wi-Fi і Bluetooth.

Розумна кухонна техніка: Діапазон частот залежить від конкретного пристрою та його призначення.

Розумні домашні помічники: Зазвичай працюють у діапазонах 2,4 ГГц і/або 5 ГГц, які також використовуються пристроями Wi-Fi і Bluetooth.

Розумні дверні замки: Часто використовують для бездротового зв'язку діапазон частот 2,4 ГГц, але деякі моделі можуть використовувати й інші частоти, наприклад, Z-Wave.

Розумні датчики диму: Зазвичай працюють у діапазоні 2,4 ГГц.

Розумні очищувачі повітря: Діапазон частот залежить від конкретного пристрою та його призначення.

Розумні жалюзі та штори: Зазвичай використовують діапазон 2,4 ГГц для бездротового зв'язку.

Важливо зазначити, що частотний діапазон конкретного пристрою може відрізнятися залежно від моделі, виробника та місця розташування. Для отримання найточнішої інформації завжди краще звернутися до технічних характеристик пристрою.

Рівень випромінювання: Рівень випромінювання пристрою - це кількість електромагнітного випромінювання, яке він випромінює. Важливо переконатися, що рівень випромінювання знаходиться в межах допустимих норм, встановлених регуляторними органами.

Штори Lutron Serena Shades та робот-пилосос iRobot Roomba i7+ не випромінюють значних електромагнітних емісій, які могли б спричинити завади для інших пристроїв.

Саундбар Sonos Beam випромінює радіочастотні електромагнітні поля в діапазоні від 2402 МГц до 2480 МГц, що знаходиться в межах діапазону дії пристроїв Wi-Fi і Bluetooth. Саундбар розроблений відповідно до стандартів FCC і CE щодо електромагнітної сумісності, а максимальна випромінювана

потужність становить 15,63 дБм, що нижче допустимих меж. Саундбар навряд чи створюватиме значні електромагнітні завади для інших пристроїв.

Що стосується інших обраних раніше пристроїв – точної документації стосовно їх випромінювання немає у відкритому доступі. Однак, всі із цих виробників дотримуються чинних норм, щоб гарантувати, що їхня продукція безпечна і не створює значних електромагнітних завад для інших пристроїв.

Рівень захисту: Рівень захищеності пристрою - це його здатність протистояти електромагнітним завадам від інших пристроїв. Важливо переконатися, що рівень імунітету пристрою достатній для захисту від завад.

Рівень захисту в пристроях, про які я згадував раніше, може варіюватися залежно від конкретної моделі, виробника та пропонованих функцій. Ось деякі загальні міркування щодо захисту та функцій безпеки цих пристроїв:

Розумний термостат: Nest Learning Thermostat - Термостат Nest Learning Thermostat пропонує такі функції, як захищений паролем доступ, автоматичне оновлення програмного забезпечення та шифрування передачі даних, щоб допомогти забезпечити безпеку та конфіденційність інформації користувача.

Розумне освітлення: Philips Hue - системи розумного освітлення Philips Hue включають шифрування та безпечні протоколи зв'язку для захисту від несанкціонованого доступу та забезпечення конфіденційності даних користувача.

Розумний замок: August Smart Lock Pro - August Smart Lock Pro використовує безпечні протоколи шифрування для зв'язку і часто інтегрується з іншими системами безпеки, забезпечуючи додаткові рівні захисту.

Камера безпеки: Arlo Pro 3 - камери Arlo Pro 3 пропонують такі функції, як захищений паролем доступ, безпечне хмарне сховище і зашифровану передачу даних для захисту від несанкціонованого доступу до відеопотоків.

Розумний динамік: Amazon Echo (4-е покоління) - Пристрої Amazon Echo використовують різні заходи безпеки, включаючи шифрування голосових даних під час передачі та безпечні процеси автентифікації для захисту конфіденційності користувачів.

Smart TV: Samsung QLED Q80A - Телевізори Samsung QLED оснащені такими функціями безпеки, як оновлення прошивки, безпечне завантаження та шифрування конфіденційних даних для захисту від потенційних вразливостей і забезпечення безпечної роботи.

Розумний перемикач: Бездротовий інтелектуальний диммер освітлення Lutron Caseta - вимикачі Lutron Caseta використовують шифрування та безпечні протоколи зв'язку для захисту від несанкціонованого керування та забезпечення безпеки систем освітлення.

Розумний домашній хаб: Хаб Samsung SmartThings Hub - Хаб Samsung SmartThings Hub реалізує такі заходи безпеки, як безпечна автентифікація, шифрування та безпечні протоколи зв'язку для захисту підключених пристроїв і даних користувача.

Розумна кухонна техніка: Розумна духовна шафа GE Profile та холодильник LG InstaView Door-in-Door - Функції безпеки конкретних кухонних приладів можуть відрізнитися, але виробники часто включають шифрування, безпечний доступ до мобільних додатків та оновлення прошивки для посилення захисту.

Розумний домашній помічник: Google Nest Hub Max - Google Nest Hub Max використовує шифрування та безпечну автентифікацію для захисту конфіденційності користувача та забезпечення безпечної взаємодії з іншими пристроями.

Розумний дверний замок: Yale Assure Lock SL - замки Yale Assure пропонують такі функції, як безпечні коди доступу, шифрування та інтеграцію з системами безпеки для підвищення безпеки та захисту входів.

Розумний датчик диму: Сигналізація диму та чадного газу Nest Protect - Nest Protect включає в себе шифрування, виявлення несанкціонованого доступу та безпечні протоколи зв'язку для забезпечення надійного виявлення диму та чадного газу, зберігаючи у цей час конфіденційність користувача.

Розумний очищувач повітря: Очищувач повітря Dyson Pure Cool Link - Конкретні функції безпеки очищувача Dyson Pure Cool Link можуть

відрізнитися, але вони часто включають шифрування та безпечне підключення для захисту від несанкціонованого доступу.

Розумні жалюзі та штори: Штори Lutron Serena Shades - Штори Lutron Serena Shades використовують шифрування та безпечні протоколи зв'язку для захисту від несанкціонованого керування та забезпечення конфіденційності.

Екранування: Екранування - це використання металевих бар'єрів для запобігання виходу електромагнітного випромінювання з пристрою або потрапляння в нього ззовні. Важливо переконатися, що пристрої належним чином екрановані, щоб запобігти виникненню завад.

Розумний термостат: Термостат, що навчається - Термостат, що навчається, не потребує спеціального екранування, оскільки в основному здійснює бездротовий зв'язок через Wi-Fi або інші бездротові протоколи.

Розумне освітлення: Philips Hue - Компоненти розумного освітлення Philips Hue, такі як розумні лампочки та мости, зазвичай не потребують додаткового екранування, оскільки вони працюють у визначених частотних діапазонах і відповідають відповідним стандартам електромагнітної сумісності (EMC).

Розумний замок: August Smart Lock Pro - August Smart Lock Pro не потребує спеціального екранування, оскільки здійснює бездротовий зв'язок через Bluetooth або інші бездротові протоколи.

Камера безпеки: Arlo Pro 3 - камери Arlo Pro 3 не потребують додаткового екранування, оскільки працюють у визначених частотних діапазонах і відповідають відповідним стандартам EMC.

Розумний динамік: Amazon Echo (4-е покоління) - Amazon Echo (4-е покоління) не потребує спеціального екранування, оскільки в основному здійснює бездротовий зв'язок через Wi-Fi або інші бездротові протоколи.

Smart TV: Samsung QLED Q80A - Телевізор Samsung QLED Q80A може мати певне внутрішнє екранування для захисту від електромагнітних завад, але конкретні деталі щодо його реалізації екранування не є легкодоступними у відкритому доступі.

Розумний перемикач: Бездротовий інтелектуальний перемикач Lutron Caseta - перемикачі Lutron Caseta зазвичай не потребують додаткового екранування, оскільки вони працюють у визначених частотних діапазонах і відповідають відповідним стандартам ЕМС.

Розумний домашній хаб: Хаб Samsung SmartThings Hub - Хаб Samsung SmartThings Hub може мати певне внутрішнє екранування для захисту від електромагнітних завад, але конкретні деталі про його реалізацію екранування не є легкодоступними у відкритому доступі.

Розумна кухонна техніка: Розумна духовка GE Profile Smart Oven та холодильник LG InstaView Door-in-Door - Розумні кухонні прилади, такі як духовки та холодильники, зазвичай не потребують додаткового екранування, оскільки вони працюють у визначених діапазонах частот і відповідають відповідним стандартам ЕМС.

Розумний домашній помічник: Google Nest Hub Max - Google Nest Hub Max не потребує спеціального екранування, оскільки в основному здійснює бездротовий зв'язок через Wi-Fi або інші бездротові протоколи.

Розумний дверний замок: Yale Assure Lock SL - Yale Assure Lock SL не потребує спеціального екранування, оскільки в основному здійснює бездротовий зв'язок через Bluetooth або інші бездротові протоколи.

Розумний датчик диму: Сигналізація диму та чадного газу Nest Protect - Детектор диму Nest Protect не потребує спеціального екранування, оскільки в основному здійснює бездротовий зв'язок через Wi-Fi або інші бездротові протоколи.

Розумний очищувач повітря: Очищувач повітря Dyson Pure Cool Link - Очищувач повітря Dyson Pure Cool Link не потребує спеціального екранування, оскільки в основному спілкується бездротово через Wi-Fi або інші бездротові протоколи.

Розумні жалюзі та штори: Штори Lutron Serena Shades - Штори Lutron Serena Shades зазвичай не потребують додаткового екранування, оскільки вони

працюють у визначених частотних діапазонах і відповідають відповідним стандартам електромагнітної сумісності.

Уземлення: Належне уземлення необхідне для того, щоб електронні пристрої працювали надійно і не створювали електромагнітних завад. Уземлення допомагає мінімізувати можливість ураження електричним струмом, пожежі та інших загроз безпеці.

Розумний термостат: Термостат, що навчається - Термостат, що навчається, зазвичай не потребує окремого уземлення, оскільки він живиться від низьковольтної проводничай ізольована від системи уземлення.

Розумне освітлення: Philips Hue - Компоненти розумного освітлення Philips Hue, такі як розумні лампочки та мости, зазвичай не потребують окремого уземлення, оскільки вони призначені для роботи в низьковольтних системах і не підключаються безпосередньо до системи електричного уземлення.

Розумний замок: August Smart Lock Pro - August Smart Lock Pro не потребує окремого уземлення, оскільки живиться від низьковольтних батарей або підключається до існуючого джерела живлення дверного замка, яке зазвичай не передбачає уземлення [22].

Камера безпеки: Arlo Pro 3 - камери Arlo Pro 3 зазвичай не потребують окремого уземлення, оскільки вони живляться від низьковольтних джерел або батарейок і не підключаються безпосередньо до системи електричного уземлення.

Розумна колонка: Amazon Echo (4-е покоління) - Amazon Echo (4-е покоління) зазвичай не потребує окремого уземлення, оскільки живиться від низьковольтного адаптера і не підключається безпосередньо до системи уземлення.

Smart TV: Samsung QLED Q80A - телевізор Samsung QLED Q80A зазвичай живиться від стандартної електричної розетки, і вимоги до його уземлення відповідають стандартним практикам для електричних пристроїв.

Розумний перемикач: Бездротовий інтелектуальний диммер освітлення Lutron Caseta - вимикачі Lutron Caseta зазвичай не потребують окремого

уземлення, оскільки вони призначені для роботи в низьковольтних системах і не підключаються безпосередньо до системи електричного уземлення.

Розумний домашній хаб: Samsung SmartThings Hub - Хаб Samsung SmartThings Hub зазвичай не потребує окремого уземлення, оскільки він живиться від низьковольтного адаптера і не підключається безпосередньо до системи уземлення.

Розумна кухонна техніка: Розумна духовна шафа GE Profile та холодильник LG InstaView Door-in-Door - Розумні кухонні прилади, такі як духовки та холодильники, зазвичай живляться від стандартної електричної розетки, і вимоги до їхнього уземлення відповідають стандартним практикам для електричних пристроїв.

Розумний домашній помічник: Google Nest Hub Max - Google Nest Hub Max зазвичай не вимагає окремого уземлення, оскільки він живиться від низьковольтного адаптера і не підключений безпосередньо до системи уземлення.

Розумний дверний замок: Yale Assure Lock SL - Yale Assure Lock SL зазвичай не потребує окремого уземлення, оскільки живиться від низьковольтних батарей або підключається до існуючого джерела живлення дверного замка, що зазвичай не передбачає уземлення [22].

Розумний датчик диму: Сигналізація диму та чадного газу Nest Protect - Детектор диму Nest Protect зазвичай не потребує окремого уземлення, оскільки живиться від низьковольтних батарей або підключається до існуючої електропроводки, яка зазвичай не передбачає уземлення.

Розумний очищувач повітря: Очищувач повітря Dyson Pure Cool Link - Очищувач повітря Dyson Pure Cool Link зазвичай не потребує окремого уземлення, оскільки живиться від низьковольтного адаптера і не підключається безпосередньо до системи уземлення.

Розумні жалюзі та штори: Штори Lutron Serena - Штори Lutron Serena зазвичай не потребують окремого уземлення, оскільки вони призначені для

роботи в низьковольтних системах і не підключаються безпосередньо до системи електричного уземлення.

Якість електроенергії: Пристрої Розумного будинку повинні працювати зі стабільним і чистим живленням. Проблеми з якістю електроживлення можуть спричинити електромагнітні завади і вплинути на продуктивність пристрою.

Стандарти бездротового зв'язку: Стандарти бездротового зв'язку, такі як Zigbee, Wi-Fi і Bluetooth, мають різні частотні діапазони і схеми модуляції. Важливо переконатися, що пристрої, які використовують різні стандарти бездротового зв'язку, можуть співіснувати, не створюючи завад.

У нашому випадку – всі пристрої працюють за стандартом Zigbee.

2.3 Підключення

Розумний термостат: Термостат, що навчається - Термостат, що навчається, зазвичай підключається до домашньої мережі Wi-Fi для дистанційного керування та доступу через супутній мобільний додаток або веб-інтерфейс.

Розумне освітлення: Philips Hue - системи розумного освітлення Philips Hue використовують міст або концентратор, який підключається до домашньої мережі Wi-Fi. Окремі "розумні" лампочки або світильники зв'язуються з мостом за допомогою бездротових протоколів, таких як Zigbee або Bluetooth.

Smart Lock: August Smart Lock Pro - August Smart Lock Pro в основному використовує технологію Bluetooth для зв'язку з мобільним додатком на смартфоні. Деякі моделі також можуть мати можливості Wi-Fi для віддаленого доступу та управління.

Камера безпеки: Arlo Pro 3 - камери Arlo Pro 3 зазвичай підключаються до домашньої мережі Wi-Fi, щоб забезпечити пряму трансляцію, запис і віддалений доступ через мобільний додаток або веб-інтерфейс.

Розумна колонка: Amazon Echo (4-е покоління) - Пристрої Amazon Echo, включаючи 4-е покоління, підключаються до домашньої мережі Wi-Fi, щоб

забезпечити голосове керування, доступ до онлайн-сервісів і взаємодію з іншими пристроями Розумного будинку.

Смарт-телевізор: Samsung QLED Q80A - Смарт-телевізор Samsung QLED Q80A підключається до домашньої мережі Wi-Fi, щоб забезпечити потокове мовлення, доступ до онлайн-контенту та взаємодію з іншими "розумними" пристроями. Він також може підтримувати дротові з'єднання, такі як Ethernet.

Розумний вимикач: Бездротовий інтелектуальний перемикач Lutron Caseta - перемикачі Lutron Caseta зазвичай використовують протоколи бездротового зв'язку, такі як Clear Connect або радіочастотний (RF) для підключення до центрального концентратора або моста, що дає змогу керувати освітленням за допомогою мобільного додатку або голосових команд.

Розумний домашній хаб: Хаб Samsung SmartThings Hub - Хаб Samsung SmartThings Hub діє як центральна точка управління для різних пристроїв Розумного будинку. Він підключається до домашньої мережі Wi-Fi і може використовувати додаткові бездротові протоколи, такі як Zigbee або Z-Wave, для зв'язку з сумісними пристроями.

Розумна кухонна техніка: Розумна духовка GE Profile Smart Oven та холодильник LG InstaView Door-in-Door - Розумна кухонна техніка часто підключається до домашньої мережі Wi-Fi, що дає змогу дистанційно керувати, контролювати та інтегруватися з іншими розумними пристроями за допомогою спеціальних мобільних додатків або голосових асистентів.

Розумний домашній помічник: Google Nest Hub Max - Google Nest Hub Max підключається до домашньої мережі Wi-Fi, щоб забезпечити голосове керування, доступ до онлайн-сервісів та інтеграцію з іншими сумісними розумними пристроями.

Розумні дверні замки: Yale Assure Lock SL - Замки Yale Assure можуть використовувати різні методи зв'язку, включаючи Bluetooth, Wi-Fi або Zigbee, залежно від конкретної моделі. Ці з'єднання забезпечують віддалений доступ, управління та інтеграцію з іншими системами Розумного будинку.

Розумний датчик диму: Сигналізація диму та чадного газу Nest Protect - Детектор диму Nest Protect підключається до домашньої мережі Wi-Fi, щоб забезпечити віддалений моніторинг, оповіщення та інтеграцію з іншими пристроями Nest через мобільний додаток-компаньйон.

Розумний очищувач повітря: Очищувач повітря Dyson Pure Cool Link - Очищувач повітря Dyson Pure Cool Link зазвичай підключається до домашньої мережі Wi-Fi, забезпечуючи дистанційне керування, моніторинг та доступ до налаштувань через мобільний додаток.

Розумні жалюзі та штори: Жалюзі Lutron Serena - Жалюзі Lutron Serena зазвичай підключаються до центрального концентратора або моста за допомогою бездротових протоколів, таких як Clear Connect або RF. Це дає змогу керувати жалюзі та шторами за допомогою мобільного додатку або голосових команд.

2.4 Вартість: скільки коштує обладнання. Чи існують поточні платежі або витрати на підписку

Розумний термостат: Nest Learning Thermostat - Термостат, що навчається, зазвичай коштує від 200 до 250 доларів США. Для використання основних функцій термостата не потрібно платити за підписку, але для деяких розширених функцій може знадобитися підписка на Nest Aware для хмарного зберігання даних і додаткової функціональності.

Розумне освітлення: Philips Hue - Ціни на розумні освітлювальні прилади Philips Hue можуть варіюватися залежно від конкретних ламп, стартових наборів та аксесуарів, які ви обираєте. Окремі розумні лампи можуть коштувати від \$10 до \$50, тоді як стартові набори з декількома лампами та перемичкою можуть коштувати від \$100 до \$200. Використання системи Philips Hue не потребує постійної передплати.

Smart Lock: August Smart Lock Pro - August Smart Lock Pro зазвичай коштує від 200 до 300 доларів США. Базові функції замка не потребують постійних

витрат на підписку, але деякі розширені функції, такі як віддалений доступ та управління гостьовим доступом, можуть потребувати підписки на послугу August Smart Lock.

Камера безпеки: Arlo Pro 3 - Ціна на камери Arlo Pro 3 варіюється залежно від кількості камер та аксесуарів, що входять до комплекту. Система з однією камерою може коштувати близько \$200, тоді як більші комплекти з декількома камерами можуть варіюватися від \$400 до \$800. Arlo пропонує плани підписки на розширені функції, такі як хмарне зберігання, розширена історія відео та підтримка додаткових камер.

Розумний динамік: Amazon Echo (4-го покоління) - Розумна колонка Amazon Echo (4-го покоління) зазвичай коштує близько 100 доларів. Для користування основними функціями колонки не потрібно постійно платити за підписку, але деякі розширені функції, такі як доступ до Amazon Music Unlimited або Alexa Guard, можуть потребувати окремої підписки.

Smart TV: Samsung QLED Q80A - Ціни на телевізори Samsung QLED, включаючи модель Q80A, можуть відрізнятися залежно від розміру екрану та технічних характеристик. Як правило, QLED-телевізори вважаються моделями вищого класу, ціни на них варіюються від кількох сотень доларів за менші розміри до кількох тисяч доларів за більші розміри.

Розумний перемикач: Бездротовий розумний перемикач Lutron Caseta - Ціна на перемикачі Lutron Caseta варіюється в залежності від кількості перемикачів у комплекті та будь-яких додаткових аксесуарів. Стартові комплекти з мостом і кількома вимикачами зазвичай коштують від 100 до 200 доларів.

Розумний домашній хаб: Samsung SmartThings Hub - Хаб Samsung SmartThings Hub зазвичай коштує від \$70 до \$100. Для користування хабом та його основними функціями не потрібно платити за постійну підписку.

Розумна кухонна техніка: Ціни на "розумну" кухонну техніку, таку як розумна духовка GE Profile Smart Oven та холодильник LG InstaView Door-in-Door, можуть суттєво відрізнятися залежно від конкретних моделей та

функцій. Розумна техніка, як правило, має вищий ціновий діапазон порівняно з традиційною технікою.

Розумний домашній помічник: Google Nest Hub Max - Google Nest Hub Max зазвичай коштує від 200 до 250 доларів США. Для використання базових функцій помічника не потрібно платити за підписку, але деякі розширені функції можуть вимагати підписки на такі сервіси, як YouTube Premium або Nest Aware.

3. АНАЛІЗ ВЗАЄМОДІЇ АПАРАТУРИ ЗА ЇЇ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ТА ОСОБЛИВОСТЯМИ РОБОТИ

3.1 Протоколи зв'язку

На основі вибраних пристроїв, нижче наведено інформацію про їхні протоколи зв'язку:

Розумний термостат: Терморегулятор Nest Learning Thermostat - Терморегулятор Nest Learning Thermostat використовує Wi-Fi для зв'язку.

Розумне освітлення: Philips Hue - Розумне освітлення Philips Hue використовує Zigbee для зв'язку. Однак воно також потребує моста, який підключається до мережі Wi-Fi для управління та інтеграції з іншими пристроями.

Розумний замок: August Smart Lock Pro - August Smart Lock Pro використовує для зв'язку як Bluetooth, так і Wi-Fi. Bluetooth в основному використовується для розблокування на основі наближення, в той час як Wi-Fi забезпечує дистанційне керування та інтеграцію з іншими пристроями.

Камера безпеки: Arlo Pro 3 - камери безпеки Arlo Pro 3 використовують Wi-Fi для зв'язку. Вони підключаються до домашньої мережі Wi-Fi, щоб забезпечити віддалений доступ і керування.

Розумна колонка: Amazon Echo (4-го покоління) - Amazon Echo (4-го покоління) використовує для зв'язку як Wi-Fi, так і Bluetooth. Wi-Fi використовується для підключення до Інтернету та хмарних сервісів, тоді як Bluetooth забезпечує пряме з'єднання з іншими пристроями.

Смарт-телевізор: Samsung QLED Q80A - Смарт-телевізор Samsung QLED Q80A використовує Wi-Fi для зв'язку. Він підключається до домашньої мережі Wi-Fi для доступу до онлайн-контенту та потокових сервісів.

Розумний вимикач: Бездротовий розумний перемикач освітлення Lutron Caseta - Перемикачі Lutron Caseta використовують власний бездротовий

протокол під назвою ClearConnect, який працює в діапазоні частот 434 МГц. Для управління та інтеграції їм потрібен міст, який підключається до мережі Wi-Fi.

Розумний домашній хаб: Samsung SmartThings Hub - Хаб Samsung SmartThings Hub використовує для зв'язку як Zigbee, так і Z-Wave, що дає змогу йому підключати і контролювати широкий спектр Розумних пристроїв. Він також має підключення до Wi-Fi для інтеграції з онлайн-сервісами.

Розумна кухонна техніка: Розумна духовка шафа GE Profile та холодильник LG InstaView Door-in-Door - Протоколи зв'язку для конкретних Розумних кухонних приладів можуть відрізнитися. Рекомендуємо перевіряти протоколи зв'язку, що використовуються конкретними моделями, у специфікаціях або інструкціях до них, щоб дізнатися, які саме протоколи використовують обрані вами моделі.

Розумний домашній помічник: Google Nest Hub Max - Google Nest Hub Max використовує для зв'язку як Wi-Fi, так і Bluetooth. Wi-Fi використовується для підключення до Інтернету та хмарних сервісів, тоді як Bluetooth забезпечує пряме з'єднання з іншими пристроями.

Розумний дверний замок: Yale Assure Lock SL - Yale Assure Lock SL використовує для зв'язку Bluetooth і Wi-Fi. Bluetooth дає змогу розблокувати замок на основі наближення, а Wi-Fi забезпечує віддалений доступ і керування.

Розумний датчик диму: Nest Protect Smoke and Carbon Monoxide Alarm - Nest Protect Smoke and Carbon Monoxide Alarm використовує Wi-Fi для зв'язку. Він підключається до домашньої мережі Wi-Fi для віддаленого моніторингу та інтеграції з іншими пристроями.

Розумний очищувач повітря: Очищувач повітря Dyson Pure Cool Link - Очищувач повітря Dyson Pure Cool Link використовує Wi-Fi для зв'язку. Він підключається до домашньої мережі Wi-Fi для дистанційного керування та моніторингу.

Розумні жалюзі та штори: Штори Lutron Serena Shades - Штори Lutron Serena Shades використовують власний бездротовий протокол ClearConnect,

який працює в діапазоні частот 434 МГц. Для управління та інтеграції їм потрібен міст, який підключається до мережі Wi-Fi.

Додаткові пристрої: робот-пилосос iRobot Roomba i7+ і саундбар Sonos Beam - Протоколи зв'язку для цих додаткових пристроїв можуть відрізнятися. Рекомендується перевірити технічні характеристики або посібники щодо протоколів зв'язку, які використовуються конкретними моделями, які ви обрали.

3.2 Потреба у центральному концентраторі

Для вибраних пристроїв можна використовувати центральний концентратор, наприклад, Samsung SmartThings Hub, щоб полегшити зв'язок та інтеграцію між пристроями. Нижче наведено огляд сумісності з хабом SmartThings Hub:

Розумний термостат: Термостат Nest Learning Thermostat - Термостат Nest Learning Thermostat безпосередньо не інтегрується з хабом SmartThings Hub. Однак для з'єднання двох систем можуть бути доступні сторонні інтеграції або індивідуальні рішення.

Розумне освітлення: Philips Hue - Система розумного освітлення Philips Hue потребує моста під назвою Philips Hue Bridge для керування та інтеграції з іншими пристроями. Концентратор SmartThings Hub може обмінюватися даними з мостом Philips Hue Bridge, що дає змогу керувати світильниками Hue через екосистему SmartThings.

Smart Lock: August Smart Lock Pro - Замок August Smart Lock Pro сумісний з SmartThings Hub. Він може бути інтегрований в екосистему SmartThings, що дає змогу керувати та контролювати замок через додаток SmartThings.

Камера безпеки: Arlo Pro 3 - камери Arlo Pro 3 не інтегруються безпосередньо з хабом SmartThings. Однак Arlo надає власну екосистему та мобільний застосунок для керування та моніторингу камер.

Розумна колонка: Amazon Echo (4-е покоління) - Пристрої Amazon Echo, включно з Amazon Echo (4-е покоління), не інтегруються безпосередньо з хабом SmartThings Hub. Однак ви можете використовувати функцію SmartThings Alexa для керування певними сумісними зі SmartThings пристроями за допомогою голосових команд на вашому пристрої Echo.

Смарт-телевізор: Samsung QLED Q80A - Смарт-телевізор Samsung QLED Q80A сумісний зі SmartThings Hub. Ви можете інтегрувати телевізор в екосистему SmartThings і керувати ним через додаток SmartThings.

Розумний вимикач: Бездротовий розумний диммер освітлення Lutron Caseta - вимикачі Lutron Caseta не інтегруються безпосередньо з хабом SmartThings. Однак Lutron пропонує власну екосистему та мобільний додаток для контролю та управління вимикачами.

Розумна кухонна техніка: Розумна духовка шафа GE Profile та холодильник LG InstaView Door-in-Door - Сумісність цих конкретних кухонних приладів з хабом SmartThings може відрізнятись. Бажано ознайомитися зі специфікаціями або інструкціями щодо можливостей інтеграції з екосистемою SmartThings.

Розумний домашній помічник: Google Nest Hub Max - Google Nest Hub Max безпосередньо не інтегрується зі SmartThings Hub. Однак він може керувати певними пристроями, сумісними зі SmartThings, за допомогою голосових команд, використовуючи інтеграцію SmartThings з Google Assistant.

Розумний дверний замок: Yale Assure Lock SL - Yale Assure Lock SL сумісний зі SmartThings Hub. Його можна інтегрувати в екосистему SmartThings для контролю та моніторингу через додаток SmartThings.

Розумний датчик диму: Сигналізація диму та чадного газу Nest Protect - Сигналізація диму та чадного газу Nest Protect не інтегрується безпосередньо з хабом SmartThings Hub. Однак її можна підключити до інших пристроїв за допомогою інтеграції з такими платформами, як IFTTT або користувацькими рішеннями.

Розумний очищувач повітря: Очищувач повітря Dyson Pure Cool Link - Очищувач повітря Dyson Pure Cool Link не має прямої інтеграції з хабом

SmartThings. Однак, можливо, очищувачем повітря можна керувати за допомогою сторонніх інтеграцій або користувацьких рішень.

Розумні жалюзі та штори: Lutron Serena Shades - Штори Lutron Serena Shades не мають прямої інтеграції з хабом SmartThings. Однак Lutron пропонує власну екосистему та мобільний додаток для контролю та управління шторами.

Додаткові пристрої: робот-пилосос iRobot Roomba i7+ та саундбар Sonos Beam - Сумісність цих додаткових пристроїв з хабом SmartThings може відрізнятись. Бажано ознайомитися зі специфікаціями або інструкціями щодо можливостей інтеграції з екосистемою SmartThings.

3.3 Інтеграція голосових помічників

Асистенти Розумного будинку, такі як Amazon Echo (4 покоління) і Google Nest Hub Max, можуть взаємодіяти з іншими пристроями за допомогою голосових команд, забезпечуючи зручне управління та інтеграцію в екосистему Розумного будинку. Давайте оцінимо їхню сумісність з обраними пристроями та спектр дій, які вони можуть виконувати:

Amazon Echo (4 покоління):

Сумісність: Amazon Echo (4 покоління) може інтегруватися з різними пристроями Розумного будинку, в тому числі з тими, які використовують Wi-Fi або сумісні протоколи, такі як Zigbee або Z-Wave. Вона підтримує широкий спектр популярних брендів і пристроїв Розумного будинку, що робить її універсальною з точки зору сумісності.

Дії та можливості: За допомогою Amazon Echo ви можете використовувати голосові команди для керування сумісними пристроями, такими як розумне освітлення, вимикачі, термостати та замки. Ви можете попросити Alexa (голосового помічника) увімкнути/вимкнути світло, відрегулювати температуру, замкнути двері, відтворити музику, встановити нагадування, перевірити погоду

тощо. Він також підтримує рутини, що дає змогу автоматизувати кілька дій за допомогою однієї команди.

Google Nest Hub Max:

Сумісність: Google Nest Hub Max сумісний з різними пристроями Розумного будинку, особливо з тими, які працюють з екосистемою Google Assistant. Він підтримує пристрої, які використовують Wi-Fi, Bluetooth або сумісні протоколи, такі як Zigbee або Z-Wave.

Дії та можливості: За допомогою Google Nest Hub Max ви можете керувати сумісними пристроями за допомогою голосових команд. За допомогою Google Assistant ви можете керувати освітленням, вимикачами, термостатами, замками та іншими сумісними пристроями. Ви можете попросити Google Assistant відрегулювати освітлення, контролювати температуру, замикати двері, транслювати музику та відео, отримувати відповіді на запитання, керувати календарем тощо. Він також підтримує рутини для автоматизації багатьох дій.

Як Amazon Echo, так і Google Nest Hub Max пропонують цілий ряд можливостей Розумного будинку і можуть керувати широким спектром сумісних пристроїв. Однак конкретна сумісність і діапазон дій може відрізнятись залежно від окремих пристроїв та їхньої інтеграції з відповідними платформами.

3.4 Сумісність додатків та операційних систем

Розумний терморегулятор: Терморегулятор Nest Learning Thermostat

Сумісність: Додаток Nest доступний для пристроїв на iOS та Android, що забезпечує сумісність зі смартфонами та планшетами під управлінням цих операційних систем.

Зручність для користувача: Додаток Nest пропонує зручний інтерфейс з інтуїтивно зрозумілими елементами керування для управління термостатом. Він надає комплексні можливості керування пристроєм, дозволяючи регулювати

налаштування температури, створювати розклади, контролювати споживання енергії та отримувати сповіщення.

Розумне освітлення: Philips Hue

Сумісність: Додаток Philips Hue сумісний з пристроями на базі iOS та Android, що забезпечує сумісність з широким спектром смартфонів та планшетів.

Зручність для користувача: Додаток Philips Hue має зручний інтерфейс, який дає змогу легко контролювати та керувати системою розумного освітлення. Він пропонує інтуїтивно зрозумілі елементи керування для налаштування кольорів, яскравості та створення світлових сцен. Додаток також надає опції планування, функції автоматизації та віддаленого доступу для зручного керування пристроєм.

Smart Lock: August Smart Lock Pro

Сумісність: Додаток August сумісний з пристроями на iOS та Android, що забезпечує сумісність з різними смартфонами та планшетами.

Зручність для користувача: Додаток August пропонує зручний інтерфейс з інтуїтивно зрозумілими елементами керування для управління смарт-замком. Він дає змогу віддалено замикати та відмикати двері, створювати віртуальні ключі для гостей, переглядати журнали активності та отримувати сповіщення. Додаток надає комплексні можливості керування пристроєм та легкий доступ до налаштувань безпеки.

Камера безпеки: Arlo Pro 3

Сумісність: Додаток Arlo сумісний з пристроями iOS і Android, що забезпечує сумісність зі смартфонами і планшетами під управлінням цих операційних систем.

Зручність для користувача: Додаток Arlo має зручний інтерфейс, який дає змогу переглядати відеопотоки в реальному часі, отримувати доступ до

записаних матеріалів, налаштовувати параметри виявлення руху та отримувати сповіщення. Він пропонує інтуїтивно зрозумілі елементи керування для керування кількома камерами, планування запису та налаштування параметрів камер. Додаток також підтримує геофіксацію та розумні сповіщення для більшої зручності.

Розумний динамік: Amazon Echo (4-е покоління)

Сумісність: Додаток Amazon Alexa доступний для пристроїв на iOS і Android, що забезпечує сумісність з широким спектром смартфонів і планшетів.

Зручність для користувача: Додаток Amazon Alexa пропонує зручний інтерфейс для налаштування та управління пристроєм Amazon Echo. Він надає інтуїтивно зрозумілі елементи керування для налаштування параметрів, підключення пристроїв Розумного будинку, створення рутинних дій та управління навичками Alexa. Додаток також дає змогу керувати сумісними пристроями, відтворювати музику, встановлювати нагадування та отримувати доступ до широкого спектру функцій голосового асистента.

Smart TV: Samsung QLED Q80A

Сумісність: Додаток Samsung SmartThings сумісний з пристроями на базі iOS та Android, що забезпечує сумісність зі смартфонами та планшетами під управлінням цих операційних систем.

Зручність для користувача: Додаток Samsung SmartThings пропонує зручний інтерфейс для контролю та керування смарт-телевізором Samsung QLED Q80A. Він надає інтуїтивно зрозумілі елементи керування для регулювання налаштувань, доступу до контенту та навігації за додатками. Додаток також дає змогу керувати іншими сумісними пристроями Розумного будинку, створювати програми автоматизації та керувати конфігураціями пристроїв.

3.5 Інтеграція пристроїв

Розумний термостат (гніздовий термостат):

Інтеграція: Розумний термостат Nest Learning Thermostat може інтегруватися з іншими розумними пристроями завдяки сумісності з популярними платформами Розумного будинку, такими як Google Assistant, Amazon Alexa і Apple HomeKit. Ця інтеграція забезпечує зручне голосове керування та функції автоматизації.

Взаємодія: Терморегулятор може взаємодіяти з розумними системами освітлення, щоб забезпечити автоматизацію на основі присутності людей або часу доби. Наприклад, коли термостат виявляє, що нікого немає вдома, він може подати сигнал системі розумного освітлення, щоб вимкнути світло, заощаджуючи енергію. Він також може координувати роботу Розумних жалюзі для оптимізації природного освітлення та контролю температури.

Розумне освітлення (Philips Hue):

Інтеграція: Розумне освітлення Philips Hue може інтегруватися з різними платформами Розумного будинку, включаючи Google Assistant, Amazon Alexa та Apple HomeKit. Ця інтеграція забезпечує голосове керування та безперебійну автоматизацію.

Взаємодія: Розумне освітлення може взаємодіяти з іншими пристроями, щоб підвищити безпеку та зручність будинку. Наприклад, коли камера безпеки фіксує рух, вона може ввімкнути освітлення Philips Hue, створюючи видимість того, що в будинку хтось є. Крім того, світло може синхронізуватися з розумним термостатом, щоб регулювати колір і яскравість залежно від температурних налаштувань або часу доби.

Розумний замок (August Smart Lock Pro):

Інтеграція: August Smart Lock Pro може інтегруватися з популярними платформами Розумного будинку, такими як Google Assistant, Amazon Alexa та

Apple HomeKit. Ця інтеграція уможливує голосове керування та інтеграцію з іншими сумісними пристроями.

Взаємодія: Розумний замок може взаємодіяти з камерами спостереження, щоб забезпечити підвищену безпеку будинку. Наприклад, коли камера безпеки виявляє людину біля дверей, вона може активувати розумний замок, щоб розблокувати їх і дозволити вхід. Крім того, розумний замок може інтегруватися з розумними колонками або голосовими помічниками, щоб забезпечити управління замком без допомоги рук та оновлення його стану.

Камера безпеки (Arlo Pro 3):

Інтеграція: Камери безпеки Arlo Pro 3 можуть інтегруватися з платформами Розумного будинку, такими як Google Assistant, Amazon Alexa і Apple HomeKit, забезпечуючи голосове керування та інтеграцію з іншими сумісними пристроями.

Взаємодія: Камери безпеки можуть взаємодіяти з іншими пристроями для підвищення рівня безпеки будинку. Наприклад, коли камера виявляє рух, вона може ввімкнути розумне освітлення, записати відео або надіслати сповіщення на смартфон. Вона також може інтегруватися з розумними замками, щоб забезпечити відеоперевірку перед тим, як надати доступ відвідувачам.

Розумна колонка (Amazon Echo 4-го покоління):

Інтеграція: Розумна колонка Amazon Echo (4-го покоління) інтегрується з різними платформами Розумного будинку, в тому числі з Alexa-сумісними пристроями і сервісами. Вона діє як центральний хаб для голосового керування та управління підключеними пристроями.

Взаємодія: Розумна колонка може взаємодіяти з іншими пристроями для підвищення рівня безпеки та автоматизації будинку. Наприклад, вона може керувати розумними замками, щоб замикати або відмикати двері за допомогою голосових команд. Вона також може інтегруватися з камерами безпеки, щоб

відображати відео в реальному часі на сумісних екранах або надавати голосові сповіщення на основі виявленого руху або подій безпеки.

3.6 Сумісність із розумними вимикачами

Сумісність: Бездротовий інтелектуальний диммер Lutron Caseta сумісний з широким спектром пристроїв і платформ для Розумного будинку:

Освітлення: Призначений для керування різними типами освітлення, включаючи світлодіодні, лампи розжарювання, галогенні та люмінесцентні лампи з можливістю регулювання яскравості.

Платформи Розумного будинку: Інтегрується з популярними платформами розумного дому, такими як Apple HomeKit, Amazon Alexa, Google Assistant тощо. Це забезпечує безперебійне голосове керування та інтеграцію з іншими сумісними пристроями.

Інтеграція: Розумний диммерний перемикач Lutron Caseta може інтегруватися з іншими пристроями в екосистемі Розумного будинку, забезпечуючи комплексні можливості керування та автоматизації. Ось деякі можливості інтеграції:

Керування освітленням: Розумний вимикач може керувати кількома освітлювальними приладами, дозволяючи вам регулювати яскравість або вмикати/вимикати світло індивідуально або групою. Його можна інтегрувати з інтелектуальними системами освітлення, такими як Philips Hue або іншими сумісними інтелектуальними лампами, щоб розширити можливості керування та автоматизації.

Керування приладами: У деяких випадках інтелектуальний диммерний перемикач Lutron Caseta також можна використовувати для керування деякими сумісними приладами. Однак важливо зазначити, що він призначений насамперед для керування освітленням і може мати обмеження під час використання з побутовими приладами.

Інтеграція з платформою Розумного будинку: Завдяки інтеграції з популярними платформами Розумного будинку, такими як Apple HomeKit, Amazon Alexa або Google Assistant, розумний вимикач може бути включений в більш широкі процедури автоматизації Розумного будинку. Це забезпечує безперебійне голосове керування та інтеграцію з іншими сумісними пристроями в екосистемі вашого Розумного будинку. Наприклад, ви можете створювати процедури або сцени, які включають розумний вимикач разом з іншими пристроями, такими як розумні термостати, камери спостереження або розумні колонки.

Керування та автоматизація через додаток: Додаток Lutron Caseta надає розширені можливості керування та автоматизації. Ви можете створювати розклади, таймери та сцени для автоматизації керування освітленням на основі часу доби, присутності або інших тригерів. Додаток також дає змогу дистанційно керувати освітленням і налаштовувати рівні дімування.

3.7 Сумісність із приладами розумної кухні

Розумна духовна шафа GE Profile:

Сумісність: Розумна духовна шафа GE Profile призначена для інтеграції з різними платформами та пристроями Розумного будинку, включаючи:

Платформи Розумного будинку: Вона може підключатися і взаємодіяти з популярними платформами Розумного будинку, такими як Amazon Alexa і Google Assistant, забезпечуючи голосове керування та інтеграцію з іншими сумісними пристроями.

Мобільний додаток: Додаток GE Appliances Kitchen дає змогу здійснювати дистанційний моніторинг і керування духовою шафою зі смартфона або планшета. Він доступний для платформ iOS та Android.

Інтеграція: Завдяки своїй сумісності та можливостям інтеграції, розумна духовна шафа GE Profile пропонує такі функції:

Голосове управління: Інтегрувавшись з Amazon Alexa або Google Assistant, ви можете керувати духовкою за допомогою голосових команд. Це включає такі завдання, як попереднє нагрівання, встановлення таймерів або перевірка стану приготування.

Віддалений моніторинг і керування: Мобільний додаток дає змогу контролювати духовку та керувати нею дистанційно. Ви можете розігрівати духовку, налаштовувати параметри приготування або отримувати сповіщення про хід приготування, забезпечуючи зручність і гнучкість.

Холодильник LG InstaView Door-in-Door:

Сумісність: Холодильник LG InstaView Door-in-Door пропонує сумісність та можливість інтеграції, зокрема:

Платформи Розумного будинку: Він може інтегруватися з платформами Розумного будинку, такими як Amazon Alexa і Google Assistant, що дає змогу керувати голосом і взаємодіяти з іншими сумісними пристроями.

Мобільний додаток: LG пропонує спеціальний мобільний додаток LG SmartThinQ, який доступний для платформ iOS та Android. Додаток дає змогу здійснювати дистанційний моніторинг та керування холодильником.

Інтеграція: Холодильник LG InstaView Door-in-Door пропонує такі функції інтеграції:

Голосове управління: Інтегрувавшись з Amazon Alexa або Google Assistant, ви можете керувати різними функціями холодильника за допомогою голосових команд. Це включає такі завдання, як перевірка температури, регулювання налаштувань або додавання продуктів до списку покупок.

Віддалений моніторинг і керування: За допомогою програми LG SmartThinQ ви можете віддалено контролювати і керувати холодильником. Ви можете регулювати налаштування температури, отримувати сповіщення про відчинені дверцята або використовувати спеціальні функції, такі як режим відпустки, для оптимізації енергоспоживання.

Розумна духовна шафа GE Profile та холодильник LG InstaView Door-in-Door сумісні з популярними платформами "розумного дому" та пропонують мобільний додаток для віддаленого моніторингу та керування. Ці функції забезпечують зручне керування кухонною технікою та інтеграцію з іншими сумісними пристроями або рутинами в екосистемі розумного дому.

3.8 Сумісність із розумними дверними замками

Сумісність:

Камери безпеки: Yale Assure Lock SL зазвичай можна використовувати разом із сумісними камерами безпеки, що дає змогу розширити функції безпеки та інтеграції. Однак конкретна сумісність може відрізнятися залежно від марки та моделі камери безпеки.

Асистенти Розумного будинку: Yale Assure Lock SL розроблений для інтеграції з популярними розумними домашніми помічниками, включаючи Amazon Alexa, Google Assistant і Apple HomeKit. Це забезпечує голосове керування та інтеграцію з іншими сумісними пристроями в рамках відповідних екосистем Розумного будинку.

Інтеграція:

Інтеграція з камерами безпеки: Хоча Yale Assure Lock SL не має вбудованої функції камери безпеки, його можна інтегрувати з сумісними камерами безпеки, щоб підвищити загальну безпеку будинку. Наприклад:

Якщо ваша камера безпеки виявляє рух або певну подію, вона може ініціювати такі дії, як розблокування Yale Assure Lock SL або надсилання сповіщення на ваш смартфон.

Деякі системи камер безпеки дають змогу переглядати відео в реальному часі або записані кадри через мобільний додаток або сумісний хаб Розумного будинку, надаючи додаткові можливості моніторингу.

Інтеграція з розумним домашнім помічником: Yale Assure Lock SL пропонує інтеграцію з популярними помічниками Розумного будинку, що дає

зможу зручно керувати і контролювати замок за допомогою голосових команд або мобільних додатків. Деякі функції інтеграції включають:

Голосове керування: Інтегрувавшись з Amazon Alexa або Google Assistant, ви можете використовувати голосові команди для замикання або відмикання дверей, перевірки стану замка або включення замка в автоматизовані процедури.

Віддалене блокування/відмикання: Залежно від асистента Розумного будинку та супровідного мобільного додатку, ви можете дистанційно замикати або відмикати Yale Assure Lock SL, забезпечуючи гнучкість та зручність, навіть коли ви знаходитесь далеко від дому.

3.9 Інтеграція із розумними датчиками диму

Сумісність:

Помічники Розумного будинку: Сигналізатор диму та чадного газу Nest Protect сумісний з популярними помічниками Розумного будинку, включаючи Amazon Alexa та Google Assistant. Це дає змогу здійснювати голосове керування та інтеграцію з іншими сумісними пристроями в рамках відповідних екосистем Розумного будинку.

Камери безпеки: Nest Protect можна інтегрувати з сумісними камерами безпеки, щоб підвищити безпеку будинку і забезпечити комплексну систему моніторингу. Однак конкретна сумісність може залежати від марки та моделі камер безпеки.

Інтеграція:

Запуск інших пристроїв: Nest Protect розроблений для безперебійної роботи з іншими пристроями Nest, такими як термостати Nest і камери Nest, для запуску дій у разі надзвичайних ситуацій. Наприклад:

Якщо Nest Protect виявляє дим або високий рівень чадного газу, він може активувати підключений термостат Nest, щоб вимкнути систему опалення,

вентиляції та кондиціонування і запобігти поширенню диму або шкідливих газів.

Він також може активувати підключені камери безпеки, щоб почати запис, надаючи візуальні докази надзвичайної ситуації.

Інтеграція з розумним домашнім помічником: Інтегрувавшись з Amazon Alexa або Google Assistant, ви можете використовувати голосові команди для перевірки стану Nest Protect, отримання сповіщень або включення його в автоматизацію. Наприклад:

Ви можете запитати свого розумного домашнього помічника про поточний стан датчиків диму або запросити інформацію про будь-які попередні тривоги.

У разі надзвичайної ситуації ви можете використовувати голосові команди, щоб вимкнути інші пристрої, такі як системи опалення, вентиляції та кондиціонування або розумне освітлення, щоб зменшити ризики.

Інтеграція з камерами безпеки: Залежно від сумісності з конкретними системами камер безпеки, Nest Protect може працювати разом з камерами безпеки для посилення безпеки вашого будинку. Це може включати такі функції, як

Активація камер безпеки для запису або трансляції відео в реальному часі, коли Nest Protect виявляє дим або чадний газ.

Отримання сповіщень і візуальних попереджень на ваш смартфон або через підключений хаб Розумного будинку, якщо Nest Protect виявляє надзвичайну ситуацію.

Сигналізатор диму та чадного газу Nest Protect пропонує інтеграцію з розумними домашніми помічниками та сумісними камерами безпеки, що забезпечує більш комплексний та проактивний підхід до домашньої безпеки. Вона може активувати інші пристрої в разі надзвичайних ситуацій і надавати сповіщення в реальному часі та візуальні докази, підвищуючи безпеку та спокій.

3.10 Сумісність із розумними очисниками повітря

Сумісність:

Екосистема Розумного будинку: Очищувач повітря Dyson Pure Cool Link розроблений для сумісності з різними екосистемами Розумного будинку, включаючи такі платформи, як Amazon Alexa і Google Assistant. Це забезпечує голосове керування та інтеграцію з іншими сумісними пристроями в екосистемі.

Інтеграція:

Контроль і моніторинг: Очищувачем повітря Dyson Pure Cool Link можна керувати та контролювати за допомогою спеціального мобільного додатку або сумісних Розумних домашніх помічників. Це дає вам змогу

Налаштувати параметри, такі як швидкість і частота обертання вентилятора, за допомогою мобільного додатку або голосових команд за допомогою розумного домашнього асистента.

Відстежувати інформацію про якість повітря в режимі реального часу, таку як рівень забруднювачів та індекс якості повітря в приміщенні, за допомогою мобільного додатку або голосових запитів.

Інтеграція з іншими пристроями:

Розумні термостати: Хоча очищувач повітря Dyson Pure Cool Link не має прямої інтеграції з розумними термостатами, він може доповнювати їх функціональність, покращуючи якість повітря в приміщенні. Це може створити більш здорове та комфортне середовище у вашому домі.

Режими автоматизації: Залежно від можливостей екосистеми вашого Розумного будинку, ви можете включити очищувач повітря Dyson Pure Cool Link в програми автоматизації. Наприклад, ви можете налаштувати процедуру, яка вмикає очищувач повітря, коли якість повітря в приміщенні досягає певного порогового значення.

Моніторинг якості повітря:

Очищувач повітря Dyson Pure Cool Link оснащений датчиками, які контролюють і вимірюють різні параметри якості повітря, такі як тверді

частинки (PM2.5), леткі органічні сполуки (ЛОС) тощо. Ці дані відображаються в мобільному додатку, що дає змогу оцінювати та відстежувати якість повітря у вашому домі.

3.11 Сумісність із додатковими пристроями

iRobot Roomba i7+ (Робот-пилосос):

Сумісність: iRobot Roomba i7+ розроблений для інтеграції з популярними екосистемами Розумного будинку, включаючи такі платформи, як Amazon Alexa і Google Assistant. Це дає змогу контролювати та керувати роботом-пилососом за допомогою голосових команд за допомогою цих помічників Розумного будинку.

Інтеграція з центральним хабом: Хоча Roomba i7+ не потребує центрального хаба для базової роботи, він може інтегруватися з сумісними хабами Розумного будинку, такими як Samsung SmartThings Hub, для покращеної автоматизації та централізованого управління в екосистемі вашого Розумного будинку. Це дає змогу включити робот-пилосос у рутинні програми автоматизації або запускати дії на основі певних подій.

Керування через мобільний додаток: Roomba i7+ постачається зі спеціальним мобільним додатком, який дає змогу дистанційно керувати та контролювати пилосос. За допомогою програми ви можете запускати або зупиняти сеанси прибирання, планувати прибирання, а також отримувати доступ до звітів і карт прибирання.

Саундбар Sonos Beam:

Сумісність: Саундбар Sonos Beam сумісний з різними екосистемами Розумного будинку, включаючи Amazon Alexa і Google Assistant. Це дає змогу керувати саундбаром за допомогою голосових команд через ці помічники Розумного будинку.

Інтеграція з музичними сервісами: Саундбар Sonos Beam підтримує інтеграцію з популярними музичними стрімінговими сервісами, такими як

Spotify, Apple Music та іншими. Це дає змогу транслювати улюблену музику безпосередньо через саундбар за допомогою сумісних мобільних додатків або голосових команд.

Інтеграція з розумними домашніми хабами: Саундбар Sonos Beam також можна інтегрувати з сумісними хабами "розумного" будинку, що дає змогу централізовано керувати та координувати роботу з іншими "розумними" пристроями у вашій екосистемі. Це дає змогу включити саундбар у програми автоматизації або керувати ним разом з іншими пристроями за допомогою одного концентратора.

Керування через додаток: Sonos пропонує спеціальний мобільний додаток, який дає змогу контролювати саундбар Sonos Beam і керувати ним. За допомогою програми ви можете регулювати гучність, вибирати джерела звуку і налаштовувати параметри відповідно до ваших уподобань.

3.12 Рівень інтеграції пристроїв

Розумний термостат (гніздовий термостат, що навчається):

Інтеграція: Термостат Nest Learning Thermostat може інтегруватися з іншими пристроями в екосистемі вашого Розумного будинку. Він може взаємодіяти з розумним освітленням, камерами безпеки та розумними домашніми помічниками для створення автоматизованих рутинних процесів та підвищення енергоефективності.

Розумне освітлення (Philips Hue):

Інтеграція: Розумне освітлення Philips Hue можна інтегрувати з різними пристроями та платформами, включаючи розумні термостати, розумні домашні помічники та інші пристрої для розумного дому. Це дає змогу координувати керування та автоматизацію освітлення на основі таких тригерів, як присутність людей або час доби.

Smart Lock (August Smart Lock Pro):

Інтеграція: August Smart Lock Pro може інтегруватися з іншими пристроями, такими як камери безпеки та розумні домашні помічники. Це дає змогу використовувати такі функції, як дистанційне блокування/відмикання, голосове керування та інтеграцію з системами безпеки для посилення безпеки будинку.

Камера безпеки (Arlo Pro 3):

Інтеграція: Система камер безпеки Arlo Pro 3 може інтегруватися з іншими пристроями, такими як розумні замки і розумні домашні помічники. Це дає змогу використовувати такі функції, як трансляція відео в реальному часі, спрацьовування під час виявлення руху і віддалений моніторинг за допомогою сумісних пристроїв.

Розумна колонка (Amazon Echo 4-го покоління):

Інтеграція: Розумна колонка Amazon Echo може виступати в ролі центрального вузла управління для різних пристроїв Розумного будинку. Вона може інтегруватися з іншими пристроями, такими як розумні термостати, системи освітлення, камери безпеки тощо. Це дає змогу керувати голосом і координувати різні пристрої в екосистемі вашого Розумного будинку.

Smart TV (Samsung QLED Q80A):

Інтеграція: Смарт-телевізор Samsung QLED Q80A може інтегруватися з іншими пристроями і платформами, включаючи помічників Розумного будинку, для забезпечення голосового управління і доступу до функцій Розумного будинку. Він також може підтримувати віддзеркалення екрану та обмін контентом із сумісними пристроями.

Розумний перемикач (бездротовий розумний диммер Lutron Caseta):

Інтеграція: Розумний перемикач Lutron Caseta Smart Switch може інтегруватися з іншими пристроями, такими як розумне освітлення, розумні домашні помічники та сумісні платформи. Це дає змогу централізовано керувати кількома джерелами світла та автоматизацією на основі різних тригерів.

Концентратор Розумного будинку (Samsung SmartThings Hub):

Інтеграція: Хаб Samsung SmartThings Hub діє як центральний вузол управління для різних пристроїв Розумного будинку. Він може інтегруватися з пристроями різних виробників і дає змогу автоматизувати, координувати та контролювати їх за допомогою єдиної платформи.

Розумна кухонна техніка (розумна духовка шафа GE Profile та холодильник LG InstaView Door-in-Door):

Інтеграція: Розумна кухонна техніка, така як духовка шафа GE Profile Smart Oven та холодильник LG InstaView Door-in-Door, може інтегруватися з іншими пристроями в екосистемі вашого Розумного будинку, такими як розумні помічники та мобільні додатки. Це дає змогу здійснювати віддалений моніторинг, керування та автоматизацію.

Розумний домашній помічник (Google Nest Hub Max):

Інтеграція: Google Nest Hub Max слугує помічником Розумного будинку та центром керування. Він може інтегруватися з різними пристроями Розумного будинку, включаючи освітлення, камери безпеки, термостати тощо. Це дає змогу здійснювати голосове керування, управління пристроями та координацію в екосистемі вашого Розумного будинку.

4. МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ОБСТАНОВКИ У ПРИМІЩЕННІ

Для того, щоб визначити ЕМО приміщення і розташувати маршрутизатори так, щоб вони якомога менше впливали один на одного, потрібно для початку завантажити план офісу до програми EkaHau Site Survey (рисунок 4.1) [23].



Рисунок 4.1 – Завантаження плану приміщення

На готовій карті розставимо стіни, двері та вікна так, як вони розташовані у приміщенні (рисунок 4.2).



Рисунок 4.2 – Розташування завод для сигналу

Далі необхідно поставити та налаштувати моделі роутерів, які вибрали для даного приміщення, а точніше Samsung 5 ГГц, 2,4 ГГц (рисунок 4.3).

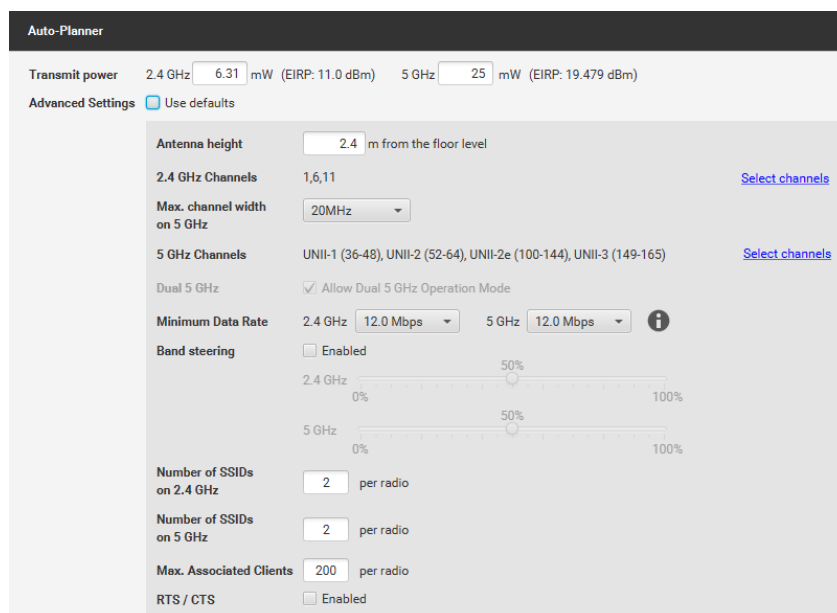


Рисунок 4.3 – Налаштування роутера Samsung

Розташуємо чотири точки доступу, усі з яких працюють у діапазоні 2,4 – 5 ГГц. Розташуємо їх таким чином, щоб якнайкраще покрити територію квартири.

Тепер робимо перевірку рівня сигналу в приміщенні і робимо коригування для забезпечення кращого рівня сигналу, де це необхідно (рисунок 4.4).



Рисунок 4.4 – Рівень сигналу у приміщенні

Як бачимо, наші роутери Samsung 524i повністю покривають площу у будинку із комфортним для використання рівнем сигналу. Зробимо її дещо краще, шляхом зміни кутів антен.

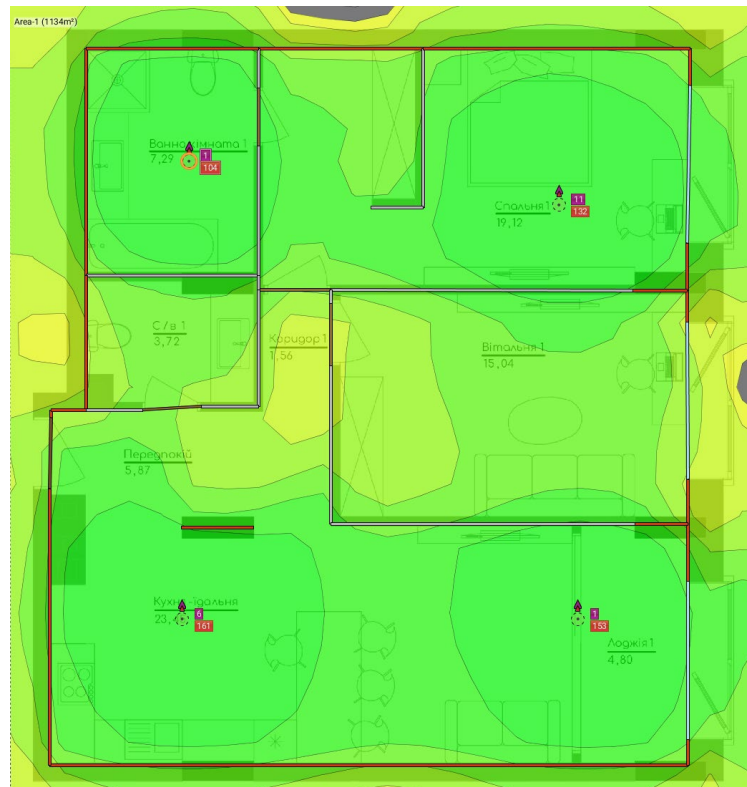


Рисунок 4.5 - Рівень сигналу в приміщенні зі зміненим кутом антен

У результаті зоною з найнижчим показником рівня сигналу є вітальня, проте це пояснюється тим, що ми охопили всі найважливіші прилади Розумного будинку. У вітальні розташовані лише телевізор із помічником, штори (невелика затримка у відгуку не матиме значного впливу на досвід використання) та освітлення (отримують достатній рівень сигналу для реагування на отримані команди).

Після налаштування рівня сигналу, перевіримо рівень у завод, а також - сигнал/завади. Рівень 0 дБм показаний червоним, а -95 дБм – зеленим.



Рисунок 4.6 – Рівень завад

Як видно з попереднього рисунку, рівень завад є прийнятним.

Після моделювання рівня сигнал/шум можемо зробити висновок, що ЕМО цілком нас задовольняє. Якби він був незадовільним, треба було б більш ретельно налаштувати канали у роутері.



Рисунок 4.7 –Рівень сигнал/шум

Наприкінці зробимо моделювання каналів на 2,4 ГГц та 5 ГГц.



Рисунок 4.8 - Канали на 2,4 ГГц

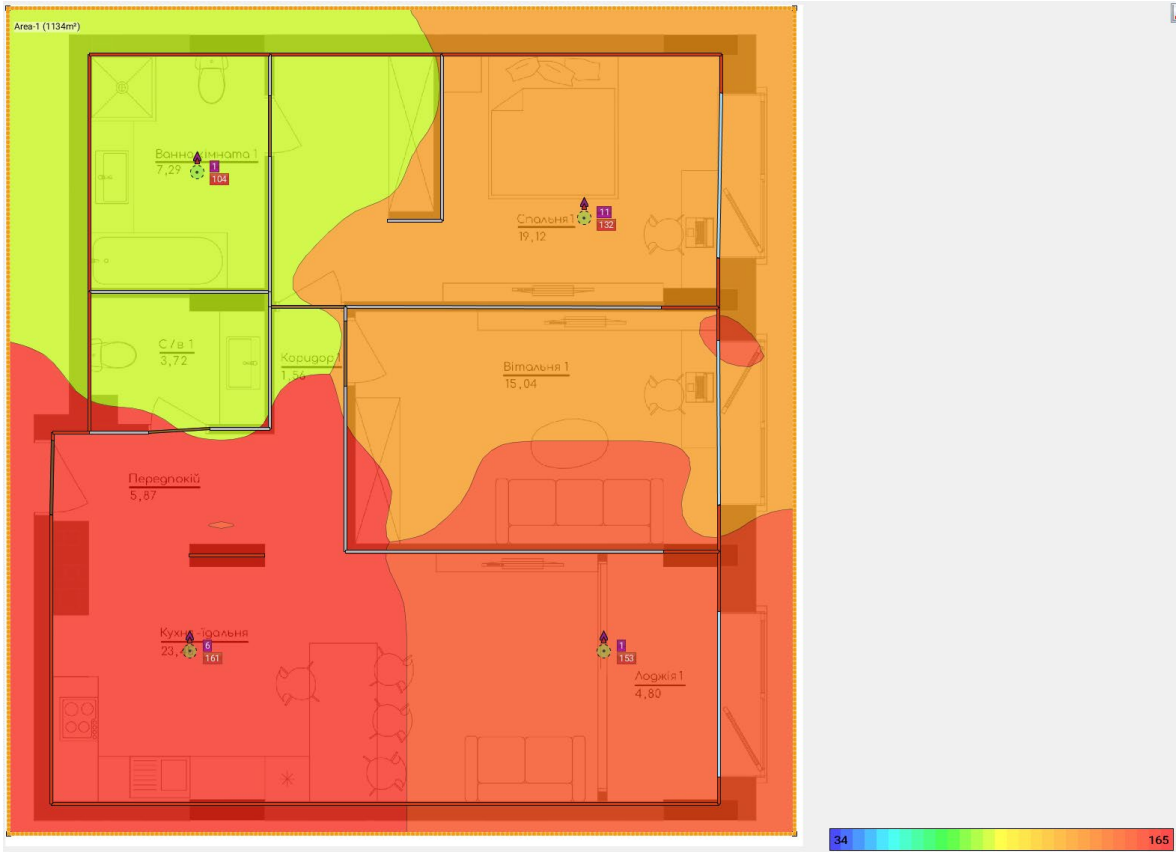


Рисунок 4.9 - Канали на 5 ГГц

ВИСНОВКИ

1. Визначено: принципи та методи забезпечення ЕМС, Стандарти та правила електромагнітної сумісності. Проведено аналіз основних зацікавлених сторін. Показано, що для забезпечення ЕМС пристрої мають бути спроектовані та протестовані на відповідність стандартам і правилам забезпечення ЕМС. Із ключових принципів і методів забезпечення ЕМС можна відмітити: екранування, фільтрацію, уземлення, дизайн макету, випробування та сертифікацію. Що стосується стандартів –визначено що є декілька стандартів: CISPR 22, EN 55022, EN 61000-6-1, FCC частина 15, Обґрунтовано, що для зацікавленої сторони дотримання зазначених рекомендацій допоможе зменшити ризик виникнення завад і забезпечить безпеку використання пристроїв.

2. Обрано обладнання Розумного будинку. Обґрунтовано вибір обладнання. Розглянуто характеристики приладів, що є важливими для аналізу їх сумісності.

3. Визначено, що для вибраних пристроїв достатньо використовувати центральний концентратор, що вони гарно інтегрують як з розумними помічниками, так і з додатками, які є на обох операційних системах, для протоколу зв'язку використовується ZigBee, а також мають високий рівень інтеграції між собою.

4. Проведена ЕМО цегляного будинку квартири, в якому розташовано у маршрутизатори, що працюють на частоті 2,4 і 5 ГГц. Завдяки чіткому налаштуванню каналів, забезпечено електромагнітну сумісність. Наглядно показано, як за зміни каналів можна досягти ЕМО. До того ж продемонстровано, як антени поширюють сигнал, і як направленість антен впливає на поширення сигналів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Пілінський В. В. Технічна електродинаміка та поширення радіохвиль. Навчальний посібник з грифом НТУУ «КПІ». К.: Кафедра, 2014. –334 с.
2. FCC Equipment Authorization: <https://www.fcc.gov/general/equipment-authorization> (дата звернення 29.05.2023)
3. Повний текст стандарту CISPR 22: <https://www.cispr.com/en/standards-en/standards/iec-61000-6-1/> (дата звертання 29.05.2023)
4. Повний текст стандарту EN 55022: <https://www.en-standard.eu/csn-en-55022-2011/> (дата звертання 29.05.2023)
5. Повний текст FCC Part 15: <https://www.ecfr.gov/cgi-bin/retrieveECFR?gp=&SID=32d6c6209621b3f3fdd9c038d9cfa670&mc=true&n=pt47.1.15&r=PART&ty=HTML> (дата звертання 29.05.2023)
6. Повний текст стандарту EN 61000-6-1: <https://www.en-standard.eu/csn-en-61000-6-1-2007-10/> (дата звертання 29.05.2023)
7. Розумний терморегулятор: Nest Learning Thermostat https://store.google.com/gb/product/nest_learning_thermostat_3rd_gen?hl=en-GB (дата звернення 31.05.2023)
8. Розумне освітлення: Philips Hue <https://erc.ua/uk/vendor/philips-hue/list.html> (дата звернення 31.05. 2023)
9. Розумний замок: August Smart Lock Pro <https://august.com/products/august-smart-lock-pro-connect> (дата звернення 31.05. 2023)
10. Камера безпеки: Arlo Pro 3 <https://merwstore.com/ru/products/arlo-pro-3-wire-free-security-system> (дата звернення 31.05. 2023)
11. Розумна колонка: Amazon Echo (4 покоління) <https://rozetka.com.ua/313950991/p313950991/> (дата звернення 31.05. 2023)
12. Розумний телевізор: Samsung QLED Q80A <https://www.samsung.com/ua/tvs/qled-tv/q80a-65-inch-qled-4k-smart-tv-qe65q80aauxua/> (дата звернення 31.05. 2023)

13. Розумний вимикач: Lutron Caseta Wireless Smart Lighting Dimmer Switch <https://www.amazon.com/Lutron-Wireless-Lighting-P-BDG-PKG1W-Assistant/dp/B07G5V6M6G> (дата звернення 31.05. 2023)
14. Розумний домашній хаб: Samsung SmartThings Hub <https://www.samsung.com/us/smart-home/smartthings/hubs/samsung-smartthings-hub-f-hub-us-2/> (дата звернення 31.05. 2023)
15. LG InstaView Door-in-Door Refrigerator <https://www.lg.com/us/instaview-refrigerators> (дата звернення 31.05. 2023)
16. GE Profile Smart Oven <https://www.geappliances.com/ge/connected-appliances/ranges-ovens-cooking.htm> (дата звернення 31.05. 2023)
17. Розумний дверний замок: Yale Assure Lock SL <https://www.yalehome.com/au/en/products/smart-products/assure-lock-series/yale-assure-lock-sl> (дата звернення 31.05. 2023)
18. Розумний датчик диму: Nest Protect Smoke and Carbon Monoxide Alarm <https://www.amazon.com/S3000BWES-Protect-Carbon-Monoxide-Battery/dp/B00XV1RCRY> (дата звернення 31.05. 2023)
19. Розумний очищувач повітря: Dyson Pure Cool Link Air Purifier <https://www.dyson.com/air-treatment/air-purifiers/pure-cool-link> (дата звернення 31.05. 2023)
20. Робот пилосос iRobot Roomba i7+ Robot Vacuum https://hotline.ua/ua/bt-roboty-pylesosy/irobot-roomba-i7plus/?gclid=Cj0KCQjw7PCjBhDwARIsANo7Cgm0yAvFMaNgK5QaeKLzM8TNHILy0-kgagz9Op9WtLKLjTq3OwlEicIaAtRsEALw_wcB (дата звернення 31.05. 2023)
21. Sonos Beam Soundbar <https://www.sonos.com/en-us/shop/beam> (дата звернення 31.05. 2023)
22. А. М. Грибонець, В. О. Моголівський. Аналіз програмних систем підтримки Розумного будинку, 2019. –30-37 с.
23. EkaHau Site Survey. URL: <https://www.ekahau.com/products/ekahau-connect/ai-pro/> (дата звернення 01.06. 2023)

Додаток А.
SUMMARY

АНОТАЦІЯ

Інтернет здобув дуже широке поширення в цілому світі, і без нього важко уявити собі всі сфери життя. Саме завдяки йому ми маємо змогу надсилати великі обсяги інформації в будь-яку точку Землі. Завдяки бездротовим технологіям ми можемо використовувати Інтернет, не будучи прив'язаними до певної точки, що дає нам більше мобільності. У силу того, що під час використання кількох різних джерел сигналів системи можуть виходити з ладу, постає необхідність забезпечення електромагнітного середовища.

У першому розділі ми розглянули: принципи та методи забезпечення ЕМС, Стандарти та правила електромагнітної сумісності. Провели аналіз основних зацікавлених сторін. Визначили, що для забезпечення ЕМС пристрої мають бути спроектовані та протестовані на відповідність стандартам і правилам ЕМС.

У другому розділі ми обрали обладнання Розумного будинку. Обґрунтували вибір обладнання. Розглянули характеристики приладів, що є важливими для аналізу їх сумісності.

У третьому розділі ми визначили, що для вибраних пристроїв достатньо використовувати центральний концентратор, що вони гарно інтегрують як з розумними помічниками, так і з додатками, які є на обох операційних системах, для протоколу зв'язку використовується ZigBee, а також мають високий рівень інтеграції між собою.

У четвертому розділі ми провели ЕМО цегляного будинку квартири. Завдяки чіткому налаштуванню каналів, забезпечено електромагнітну сумісність. Наглядно показано, як за зміни каналів можна досягти ЕМО. До того ж продемонстровано, як антени поширюють сигнал, і як направленість антен впливає на поширення сигналів.

ANNOTATION

The Internet has become very widespread all over the world, and it is hard to imagine all spheres of life without it. It is thanks to it that we are able to send large amounts of information anywhere in the world. Thanks to wireless technologies, we can use the Internet without being tied to a specific location, which gives us more mobility. Due to the fact that systems can malfunction when using several different signal sources, it becomes necessary to ensure an electromagnetic environment.

In the first section, we reviewed the principles and methods of ensuring EMC, Standards and rules of electromagnetic compatibility. We analyzed the main stakeholders. We determined that to ensure EMC, devices must be designed and tested for compliance with EMC standards and regulations.

In the second section, we selected the smart home equipment. We justified the choice of equipment. We considered the characteristics of the devices that are important for analyzing their compatibility.

In the third section, we determined that it is sufficient to use a central hub for the selected devices, that they integrate well with both smart assistants and applications that run on both operating systems, that they use ZigBee for the communication protocol, and that they have a high level of integration with each other.

In the fourth section, we conducted an EMO of a brick apartment building. Thanks to the precise channel configuration, electromagnetic compatibility is ensured. It is clearly shown how EMF can be achieved by changing the channels. In addition, we demonstrate how antennas propagate the signal and how the directionality of the antennas affects the propagation of signals.