НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ

КАФЕДРА СИСТЕМНОГО ПРОГРАМУВАННЯ І
СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри СПСКС

_____ В.П.Тарасенко_
(підпис) (ініціали, прізвище)

"___"_____2018р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія
Спеціалізовані комп'ютерні системи

на тему: «СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОГО МОНІТОРИНГУ ПРИМІЩЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЇ НОМЕКІТ»

Виконав: студент ІІ курсу, групи КВ-73мп

Жиденко Вадим Костянтинович _____

Науковий керівник ст. викладач, Наливайчук М.В _____

Рецензент _____ _____

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.
Студент _____
(підпис)

Київ – 2018 року

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Факультет прикладної математики

Кафедра прикладної математики

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-науковою програмою

Спеціальність (спеціалізація) – 123 «Комп'ютерна інженерія» («Спеціалізовані комп'ютерні системи»)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ В.П. Тарасенко
«___»_____2018 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Жиденко Вадиму Костянтиновичу

1. Тема дисертації «Система комплексного моніторингу приміщення за допомогою технології HomeKit», науковий керівник дисертації Наливайчук Микола Васильович, ст. викладач, затверджені наказом по університету від «___»_____ 2018 р. №_____

2. Термін подання студентом дисертації «7» грудня 2018 р.

3. Об'єкт дослідження: процеси моніторингу та синхронізації обробки числових даних, які характеризують параметри приміщення та можуть бути динамічно реконфігуровані.

4. Предмет дослідження: математична модель, яка характеризує зміну параметрів стану приміщення від зовнішніх чинників під впливом часу.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити:
- описати призначення і область застосування;
- навести технічні характеристики;
- провести огляд існуючих рішень і обґрунтування вибору структури системи комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit;
- розробити та описати структурну та функціональну схеми проектованої системи комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit;
- здійснити вибір і обґрунтування окремих вузлів;
- розробити і описати принципову схему та алгоритм керуючої програми;
- дослідити систему комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit.

6. Орієнтовний перелік публікацій:
- Тези доповіді "Система комплексного комп'ютерного моніторингу і автоматизації приміщень"
- Тези доповіді "Система комплексного моніторингу приміщення за допомогою технології HomeKit"

7. Дата видачі завдання «5» вересня 2018 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1.	Ґрунтовне ознайомлення з предметною галуззю	17.12.2017	
2.	Визначення структури магістерської дисертації; вивчення літератури, пошук додаткової літератури, патентний пошук	30.12.2017	
3.	Робота над першим розділом магістерської дисертації; проведення наукового дослідження	02.01.2018	
4.	Проведення наукового дослідження; робота над другим розділом магістерської дисертації; розроблення програмного забезпечення	19.03.2018	
5.	Проведення наукового дослідження; робота над статтею за результатами наукового дослідження	21.05.2018	
6.	Проведення наукового дослідження; робота над третім розділом магістерської дисертації; підготовка матеріалів доповіді на конференції ПМК-2018.	20.07.2018	
7.	Завершення роботи над основною частиною магістерської дисертації; підготовка ілюстративного матеріалу; робота над розділом з охорони праці	16.08.2018	
8.	Оформлення текстової і графічної частини магістерської дисертації	22.10.2018	

Студент _____ Жиденко В.К.
(підпис) (ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації _____ Наливайчук В.К.
(підпис) (ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Актуальність теми. Кількість комплексів в нашій державі зростає з кожним днем, проте технології, що використовують при будівництві трохи застарілі і не економні. На сьогоднішній день люди, що збираються придбати будівлю для житла або бізнесу, звертають увагу не тільки на ціну, розташування певного об’єкту, а й на те, наскільки комфортною буде їх капіталовкладення з точки зору новітніх технологій.

Традиційні системи забезпечення різних аспектів життєдіяльності в минулому проектувалися як автономні. Такі системи, створювалися окремо для кожної функції і були об'єднані для довільної частини будівлі. У приміщеннях встановлювалися системи тільки з тими можливостями і з тим ступенем складності, які були необхідні на поточний момент побудови будівлі. Подальше розширення і модернізація даних систем були складними і дорогими завданнями через безліч різних чинників. Витрати на експлуатацію такої системи складаються з витрат на експлуатацію кожної автономної системи окремо, вартості навчання персоналу. Вартість експлуатації цих систем висока – в силу їх автономності, кожна з них підтримується окремо.

Контроль метеорологічних умов або мікроклімату навколишнього середовища є важливим етапом в забезпеченні умов нормальної життєдіяльності людини.

До основних параметрів мікроклімату відноситься:

- температура повітря;
- відносна вологість повітря;
- швидкість руху повітря;
- атмосферний тиск;
- концентрація CO і CO_2.

Вимірювання цих параметрів є непростим завданням, оскільки включає в себе велику кількість обумовлених параметрів, методів вимірювання, умов, технічних і санітарно-гігієнічних вимог для різних приміщень, і як наслідок – великий перелік контрольно-вимірювальних приладів.

Тому дуже важливо мати комплексне рішення, яке складається з апаратних і програмних засобів, яке буде виконувати постійне і безперервне вимірювання параметрів навколишнього середовища і технологічних процесів на підконтрольних об'єктах, фіксувати події, що відбуваються, виводити їх на єдиний інформаційний екран, попереджати про неприпустимі відхилення, сигналізувати про аварійні ситуації, забезпечувати збір і архівування даних, формувати звіти.

Такий автоматизований моніторинг параметрів необхідний, адже сучасна людина проводить більшу частину свого часу в закритих приміщеннях. А мікроклімат цих приміщень впливає на наше здоров'я і самопочуття. Підвищена вологість або навпаки надмірна сухість повітря в приміщенні провокують небезпечні захворювання, які нерідко стають хронічними. Тому так важливо приділяти увагу температурі, чистоті повітря, рівню вологості навколишнього середовища в будь-якій сфері життєдіяльності.

Об’єктом дослідження є технологія HomeKit.

Предметом дослідження є розробка системи комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit.

Мета роботи – дослідження методів та засобів побудови системи комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit.

Для досягнення поставленої мети вирішуються наступні задачі:

– описати призначення і область застосування;

– навести технічні характеристики;

– провести огляд існуючих рішень і обґрунтування вибору структури системи комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit;

– розробити та описати структурну та функціональну схеми проектованої системи комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit;

– здійснити вибір і обґрунтування окремих вузлів;

– розробити і описати принципову схему та алгоритм керуючої програми;

– дослідити систему комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit.

Методи дослідження. Під час виконання роботи використовувались теоретичні методи досліджень із застосуванням апарату термодинаміки, фізики твердого тіла, електроніки, теорії ймовірності, математичної статистики, похибок.

Наукова новизна роботи полягає в наступному:

1) Запропоновано комплексне рішення для комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit.

2) Розроблені моделі використання системи комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit.

Практична цінність. Результати дослідження можуть бути впроваджені у рамках реального приміщення для комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit.

Апробація роботи. Система комплексного моніторингу приміщення за допомогою технології HomeKit була представлена та обговорювалась на наукових конференціях магістрантів та аспірантів «Прикладна математика та комп'ютинг» ПМК-2018 (Київ, 14-16 листопада 2018 р.), а також на VI Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції молодих учених та студентів «Актуальні проблеми автоматизації та управління» (30 листопада 2018 р.)

Структура та обсяг роботи. Магістерська дисертація складається з вступу, трьох розділів, висновків та додатків.

У вступі надано загальну характеристику роботи, виконано оцінку сучасного стану проблеми, обґрунтовано актуальність напрямку досліджень, сформульовано мету і задачі досліджень, показано наукову новизну отриманих результатів і практичну цінність роботи, наведено відомості про апробацію результатів і їх впровадження.

У першому розділі розглянуто основні теоретико-методологічні аспекти побудови системи комплексного моніторингу.

У другому розділі проаналізовано вітчизняний та зарубіжний досвід застосування систем комплексного моніторингу приміщень, а також сформовані перспективні напрямки застосування системи комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit.

У третьому розділі сформульовано основні методичні підходи до розробки алгоритму, огляд засобів реалізації систем комплексного моніторингу приміщень та ефективність запропонованих рішень.

У висновках проаналізовано отримані результати роботи.

Ключові слова: модель, система розумного дому, моніторинг, комплексне рішення, HomeKit.

ABSTRACT

Theme urgency. The number of complexes in our state is increasing day by day, but the technologies used in the construction are a bit outdated and not economical. To date, people who are going to buy a building for housing or business, pay attention not only to the price, location of a particular object, but also to how comfortable their investment from the point of view of the latest technologies.

Traditional systems of various aspects of life in the past were designed as autonomous. Such systems were created separately for each function and were combined for an arbitrary part of the building. In the premises, the system was installed only with those capabilities and with the degree of complexity that was needed at the current time of building the building. Further expansion and modernization of these systems were complex and expensive tasks due to many different factors. The costs of operating such a system consist of the cost of operating each autonomous system separately, the cost of training personnel. The cost of operating these systems is high - due to their autonomy, each of them is supported separately.

Control of meteorological conditions or microclimate of the environment is an important step in ensuring the conditions of normal human life.

The main parameters of the microclimate include:

- air temperature;
- relative humidity;
- speed of air movement;
- atmospheric pressure;
- concentration of CO and CO2.

Measurement of these parameters is a complicated task, as it includes a large number of specified parameters, measurement methods, conditions, technical and sanitary requirements for different premises, and as a consequence - a large list of measuring instruments.

Therefore, it is very important to have a comprehensive solution consisting of hardware and software that will carry out continuous and continuous measurement of environmental parameters and technological processes at controlled objects, capture the occurrence of events, display them on a single information screen, warn about unacceptable deviation, signaling emergencies, provide data collection and archiving, generate reports.

Such automated monitoring of the parameters is necessary, since the modern person spends most of his time in the closed premises. And the microclimate of these premises affects our health and well-being. Increased humidity or vice versa, excessive dry air in the room provokes dangerous diseases, which often become chronic. Therefore, it is so important to pay attention to the temperature, air purity, the level of humidity of the environment in any field of life.

Object of research is HomeKit technology.

Subject of research is to develop a system of integrated monitoring of premises using technology HomeKit.

Research objective – research of methods and means of constructing a system of complex monitoring of premises with the help of HomeKit technology.

To achieve this goal the following tasks are solved:

- describe the purpose and scope of application;

- give technical specifications;

- review the existing decisions and substantiate the choice of the structure of the complex system of monitoring of premises using HomeKit technology;

- To develop and describe the structural and functional schemes of the projected system of complex monitoring of premises using HomeKit technology;

- make selection and justification of individual nodes;

- develop and describe the principal scheme and algorithm of the control program;

- explore the system of integrated monitoring of premises using HomeKit technology.

Research methods. During the work, theoretical methods of research using the apparatus of thermodynamics, solid state physics, electronics, probability theory, mathematical statistics, errors were used.

Scientific novelty consists in the following:

1. A mathematical model of the influence of external factors in the premises is developed, which differs from the existing possibility of dynamic change in the set of monitoring parameters, and thus it is possible to flexibly adjust the system.

2. The algorithm of analysis of input data, taking into account the user's settings, is offered in real time for timely notification of the revealed tendency of development of a critical situation.

Practical value The research results can be implemented within the real premises for integrated monitoring of premises using HomeKit technology.

Approbation. The system of complex monitoring of the premises using HomeKit technology was presented and discussed at the scientific conferences of masters and postgraduates "Applied Mathematics and Computer", PMK-2018 (Kyiv, November 14-16, 2018), as well as at the VI International Scientific and Practical Internet -conferences of young scientists and students "Actual problems of automation and management" (November 30, 2018)

Structure and content of the thesis. The master's dissertation consists of an introduction, three sections, conclusions and appendices.

The introduction provides a general description of the work, an assessment of the current state of the problem is carried out, the relevance of the direction is substantiated

researches, the purpose and tasks of researches are formulated, the scientific novelty of the received results and practical value of work is shown, information on the testing of the results and their implementation is given.

The first chapter deals with the main theoretical and methodological aspects of building a complex monitoring system.

The second section analyzes the domestic and foreign experience of using integrated monitoring systems of premises, as well as formed perspective directions of application of the system of complex monitoring of premises with the help of HomeKit technology.

The third chapter outlines the main methodological approaches to the development of the algorithm, a review of the means of implementation of integrated monitoring systems of premises and the effectiveness of the proposed solutions.

The conclusions are analyzed the results of work.

Key words: model, smart house system, monitoring, integrated solution, HomeKit.

РЕФЕРАТ

Актуальность темы. Количество комплексов в нашей стране растет с каждым днем, однако технологии, используемые при строительстве немного устаревшие и не экономичны. На сегодняшний день люди, собирающиеся приобрести здание для жилья или бизнеса, обращают внимание не только на цену, расположение определенного объекта, но и на то, насколько комфортной будет их капиталовложения с точки зрения новейших технологий.

Традиционные системы обеспечения различных аспектов жизнедеятельности в прошлом проектировались как автономные. Такие системы, создавались отдельно для каждой функции и были объединены для произвольной части здания. В помещениях устанавливались системы только с теми возможностями и с той степенью сложности, которые были необходимы на текущий момент построения здания. Дальнейшее расширение и модернизация данных систем были сложными и дорогими задачами через множество различных факторов. Расходы на эксплуатацию такой системы состоят из затрат на эксплуатацию каждой автономной системы в отдельности, стоимости обучения персонала. Стоимость эксплуатации этих систем высока - в силу их автономности, каждая из них поддерживается отдельно.

Контроль метеорологических условий или микроклимата окружающей среды является важным этапом в обеспечении условий нормальной жизнедеятельности человека.

К основным параметрам микроклимата относится:

- температура воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- атмосферное давление;
- концентрация CO и CO2.

Измерение этих параметров является непростой задачей, поскольку включает в себя большое количество обусловленных параметров, методов измерения, условий, технических и санитарно-гигиенических требований для различных помещений, и как следствие - большой перечень контрольно-измерительных приборов.

Поэтому очень важно иметь комплексное решение, состоящее из аппаратных и программных средств, которое будет выполнять постоянное и непрерывное измерение параметров окружающей среды и технологических процессов на подконтрольных объектах, фиксировать события, происходящие

выводить их на единый информационный экран, предупреждать о недопустимых отклонения, сигнализировать об аварийных ситуациях, обеспечивать сбор и архивирование данных, формировать отчеты.

Такой автоматизированный мониторинг параметров необходим, ведь современный человек проводит большую часть своего времени в закрытых помещениях. А микроклимат этих помещений влияет на наше здоровье и самочувствие. Повышенная влажность или наоборот чрезмерная сухость воздуха в помещении провоцируют опасные заболевания, которые нередко становятся хроническими. Поэтому так важно уделять внимание температуре, чистоте воздуха, уровню влажности окружающей среды в любой сфере жизнедеятельности.

Объектом исследования является технология HomeKit

Предметом исследования является разработка системы комплексного мониторинга помещений с помощью технологии HomeKit.

Цель работы – исследование методов и средств построения системы комплексного мониторинга помещений с помощью технологии HomeKit.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- описать назначение и область применения;

- привести технические характеристики;

- провести обзор существующих решений и обоснования выбора структуры системы комплексного мониторинга помещений с помощью технологии HomeKit;

- разработать и описать структурную и функциональную схемы проектируемой системы комплексного мониторинга помещений с помощью технологии HomeKit;

- осуществить выбор и обоснование отдельных узлов

- разработать и описать принципиальную схему и алгоритм управляющей программы;

- исследовать систему комплексного мониторинга помещений с помощью технологии HomeKit.

Методы исследования. Во время выполнения работы использовались теоретические методы исследований с применением аппарата термодинамики, физики твердого тела, электроники, теории вероятности, математической статистики, погрешностей.

Научная новизна работы состоит в следующем:

1. Разработана математическая модель влияния внешних факторов в помещении, которая отличается от существующих возможностью динамического изменения набора параметров мониторинга, и таким образом есть возможность гибкой настройки системы.

2. Предложен алгоритм анализа исходных данных, с учетом настроек, в режиме реального времени для своевременного оповещения о выявленной тенденции развития критической ситуации.

Практическая ценность разработанной и исследуемой системы заключается в том, что она дает возможность выявить целостную картину взаимосвязи и взаимообусловленности факторов, под влиянием которых возникают опасные ситуации для пользователя и помещение, в котором установлена разработанная система. Разработанные методы, математическое и программное обеспечение для получения и многоуровневой обработки информации увеличивают вероятность своевременного устранения непредвиденной ситуации.

Апробация работы. Система комплексного мониторинга помещения с помощью технологии HomeKit была представлена и обсуждалась на научных конференциях магистрантов и аспирантов «Прикладная математика и компьютинг» ПМК-2018 (Киев, 14-16 ноября 2018), а также на VI Международной научно-практической интернет -конференции молодых ученых и студентов «Актуальные проблемы автоматизации и управления» (30 ноября 2018)

Структура и объем работы. Магистерская диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и приложений.

Во введении дано общая характеристика работы, выполнена оценка современного состояния проблемы, обоснована актуальность направления

исследований, сформулированы цели и задачи исследований, показано научную новизну полученных результатов и практическую ценность работы, приведены сведения об апробации результатов и их внедрение.

В первом разделе рассмотрены основные теоретико-методологические аспекты построения системы комплексного мониторинга.

Во втором разделе проанализированы отечественный и зарубежный опыт применения систем комплексного мониторинга помещений, а также сформированы перспективные направления применения системы комплексного мониторинга помещений с помощью технологии HomeKit.

В третьем разделе сформулированы основные методические подходы к разработке алгоритма, обзор средств реализации систем комплексного мониторинга помещений и эффективность предложенных решений.

В выводах проанализированы полученные результаты работы.

Ключевые слова: модель, система умного дома, мониторинг, комплексное решение, HomeKit.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ 5
ВСТУП 7
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИКО–МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ КОМПЛЕКСНОГО МОНІТОРИНГУ ПРИМІЩЕНЬ 9
1.1 Огляд літератури за темою дослідження 9
1.2 Методи та засоби побудови системи комплексного моніторингу приміщень 14
1.3 Проблематика за темою дослідження 25
Висновки та постановка завдань магістерської дисертації 26
РОЗДІЛ 2 СУЧАСНИЙ СТАН СФЕРИ СИСТЕМ КОМПЛЕКСНОГО МОНІТОРИНГУ ПРИМІЩЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЇ HOMEKIT 28
2.1 Вітчизняний та зарубіжний досвід застосування систем комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit 28
2.2 Порівняння HomeKit з іншими системами управління розумним будинком та основні складові системи 33
2.3 Формування перспективних напрямків застосування систем комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit 42
Висновки до розділу 46
РОЗДІЛ 3 ІННОВАЦІЙНІ МЕХАНІЗМИ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ КОМПЛЕКСНОГО МОНІТОРИНГУ ПРИМІЩЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЇ HOMEKIT 48
3.1 Розробка алгоритму застосування систем комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit 48
3.2 Огляд засобів реалізації алгоритму застосування систем комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit 65
3.3 Ефективність запропонованих рішень 73
Висновки до розділу 81
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 82
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 84

ДОДАТКИ

Додаток 1. Презентація матеріалу.

Додаток 2. Фрагменти програмного коду.

Додаток 3. Публікації за темою роботи.

- Тези доповіді ”…”

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

АВР	автомат введення резерву
ВРП	ввідно-розподільний пристрій
ДБЖ	джерело безперебійного живлення
ІЧ–приймач	інфрачервоний приймач
ЛОМ	локально-обчислювальні мережі
ПАЗ	перетворювач амплітудних значень
ПК	персональний комп’ютер
Пульт ДУ	пульт дистанційного управління
СКС	структуровані кабельні системи
ФНЧ	фільтр низьких частот
ETS	Engineering Tool Software/Інструментальний програмний пакет для інженерного забезпечення.
Рлл	потужність люмінесцентних ламп
Рсд	потужність світлодіодних ламп
Р	питома усталена потужність штучного освітлення;
F	площа приміщення;
Т	річна кількість робочих годин джерел світла
ЕОМ	Електронно-обчислювальна машина
k	кратність обміну повітря
KNX	Відкритий уніфікований шинний протокол

ВСТУП

Сучасний будинок вже важко уявити без електрики та без електричних пристроїв - від простої лампочки, до складних комп'ютерних систем. Розвиток технологій сучасного світу прийшов до того, що не тільки в фільмах про майбутнє за одною командою вашого голосу в будинку закриються або відкриються штори, зміниться яскравість освітлення, ввімкнеться чайник тощо. Керуючі пристрої несуть на собі функції передачі ваших команд та передають її вашим електроприладам. У такий спосіб, системи такого типу можуть значно полегшити повсякденне життя користувачам, навіть запобігти небезпечній ситуації.

На даний момент вже є невелика кількість технологічних рішень з використання систем розумного дому у великих компаніях. Існуючі рішення роздрібненні на окремі напрямки використання та несумісні у використанні один з одним. Датчики, що використовуються у таких системах, не просто електроприлади, яким потрібна напругу для живлення, а є каналами зв’язку, які керуються за допомогою певного протоколу (RS 485, RS 232, LAN, Wi-Fi чи інфрачервоний зв'язок). Дана система, зважаючи на стрімкий розвиток технології розумного дому, тепер може легко застосовуватись на мобільних операційних системах, завдяки новим розробленим фреймворкам, такими як Homekit для мобільної платформи iOS. Такий крок значно полегшує та прискорює подальшу інтеграцію технологій майбутнього у повсякденні пристрої, оскільки смартфони вже є невід’ємною складовою більшості людей сучасного світу.

Враховуючи вищевикладене, було вирішено розробити комплексну систему моніторингу приміщень з підтримкою технології розумного будинку, зокрема з використанням інтерфейсу HomeKit. Базовий елемент моніторингу буде включати в себе датчики температури, освітлення, тиску, вологості та газу, проте матиме можливість додавання датчиків руху, спалахування тощо. Аналіз даних буде проводитись на серверній частині, куди будуть надходити дані з вищеописаного пристрою та будуть зберігатись

в базу даних, а також буде налаштований канал зв’язку з пристроєм на операційній системі iOS. Дана система має бути побудована на оптимізованій математичній моделі, яка ефективно оброблюватиме дані та на їх основі приймати подальше рішення про сповіщення користувача.

Дана робота розглядає саме метод організації каналу зв’язку та синхронізації пристрою комплексного моніторингу за рахунок технології HomeKit.

РОЗДІЛ 1
ТЕОРЕТИКО–МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ КОМПЛЕКСНОГО МОНІТОРИНГУ ПРИМІЩЕНЬ

1.1 Огляд літератури за темою дослідження

Основною особливістю інтелектуальної будівлі є об'єднання окремих підсистем різних виробників в єдиний керований комплекс. Сучасні системи життєдіяльності будівля наведені на рис. 1.1.

Рисунок 1.1 - Сучасні системи комплектації

Розумний будинок – система для автоматизованого контролю та керування інженерним обладнанням будівлі. Система Розумний будинок зв’язує всі прилади та системи (обігріву, освітлення, вентиляції та ін.), які раніше функціонували незалежно один від одного, та інтегрує їх в економічно ефективну систему, оптимально адаптовану до індивідуальних вимог користувача[1].

Поняття "Розумний будинок" було сформульоване Інститутом інтелектуальної будівлі у Вашингтоні в 70–і роки минулого століття: "Будівля забезпечуюча продуктивне і ефективне використання робочого простору..."

Варто розділяти поняття "Розумний будинок" і "системи життєзабезпечення". Окремі системи володіють лише необхідними інтерфейсами керування і контролю. Концепція “Системи інтелектуального керування будівлею” припускає новий підхід в організації життєзабезпечення

будівлі, при якій за рахунок комплексу програмно–апаратних засобів значно зростає ефективність функціонування і надійність керування всіх систем експлуатації і виконавчих пристроїв будівлі.

Під "інтелектуальною будівлею" невірно розуміти прямий переклад з англійського як "мисляча будівля". Коректний переклад терміну *intelligent building* означає систему, яка повинна вміти розпізнавати конкретні ситуації, що відбуваються в будівлі, і відповідним чином на них реагувати: одна з систем може управляти поведінкою інших по наперед вироблених алгоритмах. Англійське слово *intelligent*, що буквально означає "розумний", "тямущий", у поєднанні із словом *building* використано в значенні "гнучкий, пристосовуваний".[2]

"Розумний будинок" в первинному сенсі означає "будівлю, готову до змін" або "пристосовувана (гнучка) будівля", інженерні системи якої здатні забезпечити адаптацію до можливих змін в майбутньому.

Дім проектують так, щоб всі системи її керування могли інтегруватися одна з одною з мінімальними витратами, а їх обслуговування було б організоване оптимальним чином. Проект обов'язково припускає можливість нарощувати і видозмінювати конфігурації інстальованих систем.

З часом будівлі будуть мати "штучний інтелект". Тоді цілком обґрунтовано можна буде називати їх інтелектуальними. Системи зможуть відстежувати роботу і стан всієї "начинки" будівлі, включаючи огороджувальні конструкції, і самостійно ухвалювати рішення в обставинах, що змінюються.

Вважають, що перша будівля була обладнана "інтелектом" в 1986 році компаніями *AT&T і Honeywell*, які тоді прагнули знайти нові області збуту для своєї кабельної продукції і автоматичних пристроїв.

В процесі експлуатації "розумного будинку" з року в рік економія експлуатаційних витрат може досягати 70% бюджету аналогічної необладнаної будівлі. Важливо, щоб витрати на систему були адекватні самому об'єкту.

За рахунок того, що системи в будівлі працюють узгоджено, з'являються можливості сценарної поведінки будівлі, економії електро-, газо-, водоресурсів. Отже, зменшується число співробітників обслуговуючого персоналу і витрат на їх утримання.

Запровадження систем інтелектуально-раціонального розподілу ресурсів в оселях допоможе вирішити не лише проблему енергозбереження, але й підвищить комфорт та безпеку. Найефективніше впроваджувати такі системи на етапі проектування новобудови. При цьому запровадження таких системи вигідне усім учасникам ринку нерухомості.

Можна зробити висновок, що первинні витрати на впровадження інтелектуального будинку повністю окупаються як за рахунок економії в процесі експлуатації, так і за рахунок запобігання аварій і позаштатних ситуацій, здатних нанести втрату майну, і тому, як стверджується, впровадження подібних систем зменшує витрати на страхування об’єктів до 60%.

Економія матеріальних і людських ресурсів, підвищення рівня керованості об’єкту, зменшення негативного впливу людського чинника з вигідних позицій характеризують «інтелектуальні будівлі»

Однак «інтелектуалізація» будинків – доказ не тільки на користь економії. Саме головне, що правильно спроектований й оснащений будинок збереже свою інвестиційну вартість набагато довше, ніж будинок, що не відповідає вимогам завтрашнього дня.

Схема розумного міста зображена на рисунку 1.2. Фактично, нічого нового – всі ці критерії відповідають традиційним теоріям розвитку міст та базуються на відомих нам принципах регіональної конкурентоспроможності, транспорту та інформаційно-комунікаційних технологій, економіки, природних ресурсів, людського та соціального капіталу, якості життя, а також участі громадян в управлінні містами.

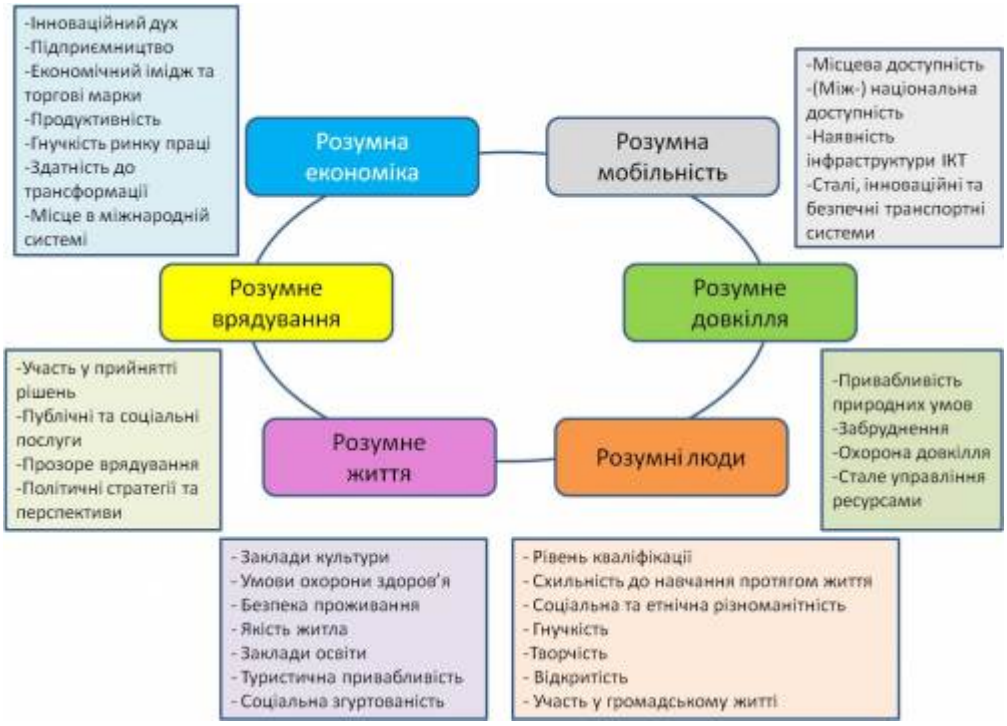


Рисунок 1.2 – Схема розумного міста [6]

Місто можна вважати «розумним», коли інвестиції в людський і соціальний капітал, а також у традиційну (транспортну) і сучасну (ІКТ) комунікаційну інфраструктуру створюють підстави для сталого економічного розвитку і високої якості життя, із розумним управління природними ресурсами завдяки врядуванню за широкої участі громадян.

Деякі компанії та міста також використовують розумні (або розумніші) міста в якості маркетингової концепції.

Будь-який комплекс автоматизованого керування будинком умовно розділяється на три рівні.

1. Рівень команд – те, з чим доводиться спілкуватися користувачеві, інтерфейс «людина – машина». Як засоби взаємодії можуть виступати сенсорні *TFT*–панелі, кнопкові панелі і пульти, кишенькові персональні комп'ютери, мобільні телефони і інше;

2. Рівень керування – ядро системи. Це устаткування, де безпосередньо працюють закладені алгоритми керування — з програмним забезпеченням або їх сукупність, об'єднана в багаторівневу мережу;

3. Рівень комунікацій (обміну інформацією) – інтерфейси (фізичні і логічні) до керованих підсистем, датчики, виконавчі пристрої;

4. Рівень команд – єдиний з трьох рівнів, з яким взаємодіє користувач. Він може і не знати про існування двох інших. Це засоби прямого спілкування користувача з системою. В ролі призначеного для користувача інтерфейсу можуть виступати сенсорні панелі (безпровідні і стаціонарні, кольорові і монохромні) різних розмірів, кнопкові блоки керування або багатофункціональні пульти дистанційного керування, мобільний телефон, а також кишенькові і звичайні персональні комп'ютери, що дозволяють управляти будинком(квартирою) як по локальній мережі, так і віддалено — через Інтернет і *SMS*.

Віддалене керування не лише зручно, але і необхідно. Без нього не можна організувати зворотний зв'язок господаря з будинком. Наприклад, отримувати повідомлення від системи в разі затоплення, витоку газу або тривоги, переданою охоронною сигналізацією. Крім того, неможлива віддалена посилка певних команд інтегрованій системі.

На сьогоднішній день вершиною еволюції пристроїв керування є графічні *TFT*–панелі, об'єднуючі в собі кольорову високоякісну графіку, широкі мультимедійні можливості, необмежену функціональність, а також використання стандартів безпровідної передачі даних (*Wi–Fi*).

Рівень керування – це друга, найважливіша ділянка домашньої системи керування, що відповідає за обробку сигналів від датчиків, переказ команд людини на зрозумілу для виконавчих пристроїв мову, функціонування певних алгоритмів.

Іншими словами, на цьому рівні виконуються програми керування всім будинком. Так, при постановці будівлі на охорону відбувається спільне виключення світла і знеструмлення частини розеток, а при різкому похолоданні на вулиці прогнозується температура на декілька годинників вперед і системі опалювання передається команда перейти на підвищену потужність, щоб через деякий час досягти необхідної температури.

Рівень комунікацій – це третя частина системи, яка відповідає за отримання інформації від датчиків (температури, вологості, дощу, вітру, освітленості, присутності та інших), відправлення команд на керовані пристрої і обмін даними з контролерами керованих підсистем (через інтерфейси до пристроїв автоматики інших виробників). Наприклад, передача інфрачервоного сигналу телевізору або відеомагнітофону (замість звичайного пульта ДУ) або команди регулювання рівня освітлення і інше.

1.2 Методи та засоби побудови системи комплексного моніторингу приміщень

До складу системи «Розумний будинок» можуть входити різноманітні системи життєзабезпечення (рис. 1.3)

1. Система безпеки :

– система цифрового відеоспостереження з можливістю одночасного спостереження, перегляду, архівування. Режим вилученого перегляду і керування через Інтернет;

– пожежна та охоронна сигналізація з можливістю обміну інформацією через *GSM* модуль;

– система контролю доступу в приміщення (у тому числі вилучене керування гаражними воротами).

2**.** Система комфорту:

– внутрішня телефонна система, гучний зв'язок всередині будинку;

– система супутникового, ефірного телебачення з можливістю перегляду в будь-якій кімнаті;

– система "Домашній кінотеатр";

– система "Мультірум" аудіо та відео (система "звук навколо");

– цифровий розважальний комплекс, оцифровка відео, друк фотографій, створення персональних цифрових фото- і відеоальбомів і т.д.;

– керування світлом у всьому будинку, світлові сцени й сценарії;

– керування системою вентиляції і кондиціонування;

– керування системою опалення;

– керування сауною, басейном.

3. Інформаційна система:

– встановлення локальної обчислювальної мережі в будинку, мережний друк, мережеві ігри (можливе використання бездротових технологій);

– вихід в Інтернет з будь-якого комп'ютера в будинку (в тому числі з мобільного);

– дистанційне керування всіма системами будинку через Інтернет;

– "домашній офіс" з віддаленим підключенням до корпоративної мережі робочого офісу.

4. Система диспетчеризації:

– система безперебійного електропостачання;

– керування системою опалення, котлом водонагрівача;

– контроль протікання води, газу.

Система керування (рис. 1.3) здатна погоджувати роботу інженерних систем, оцінюючи стан сенсорів, датчиків, відпрацьовуючи команди з пультів керування, прив'язуючись до часу доби, порами року і т. ін.

Сучасний рівень технологій дозволяє власникові мати справу не тільки з сенсорними панелями або «розумними» вимикачами, а також використовувати КПК, мобільні телефони, Інтернет. З їх допомогою можна управляти всім устаткуванням, яке функціонує в житлі: світлом, кліматом, охороною, звуком і відеосистемою, домашнім кінотеатром, побутовою електронікою, комп'ютером і т. ін.

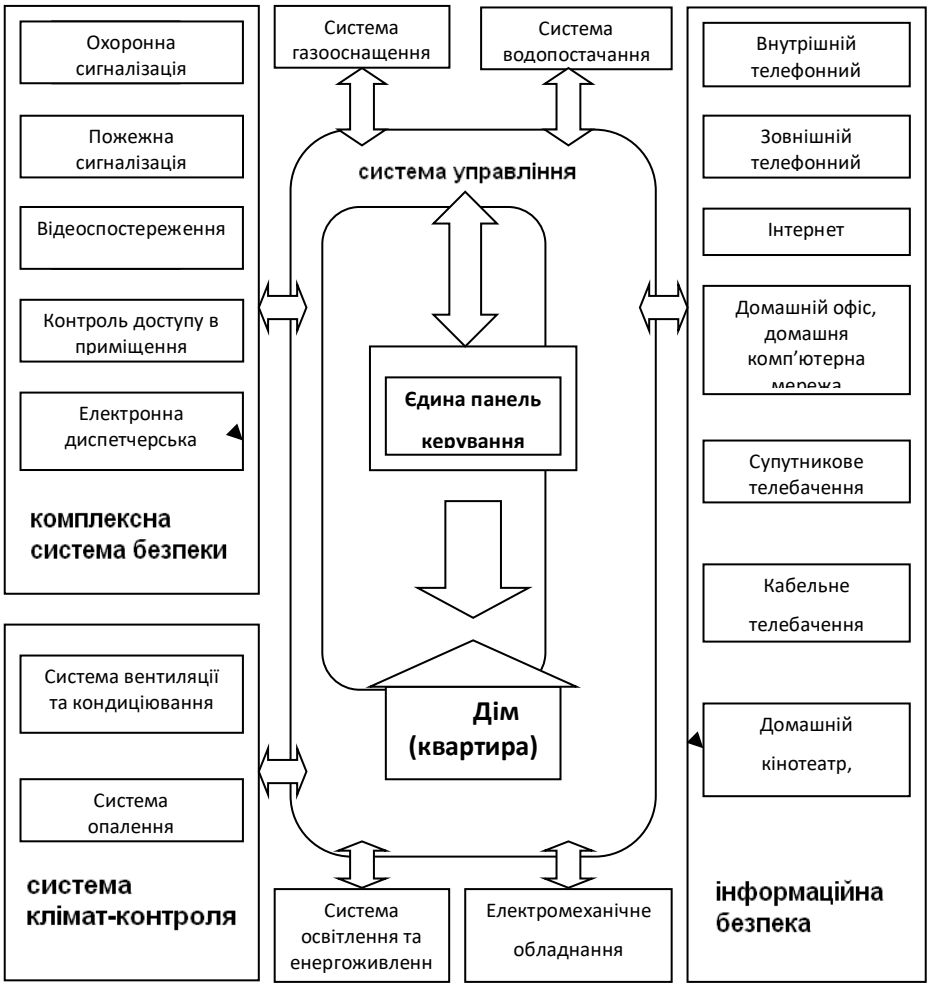


Рисунок 1.3 – Керування підсистемами «Розумного будинку»

1. Керування з сенсорних панелей

Сенсорна панель є спеціалізованим комп'ютером сенсорним екраном (діагональ варіюється від 4 до 17 дюймів), що дозволяє працювати з різними запрограмованими екранними меню, на яких відображується поточний стан системи і розташовуються елементи керування нею у вигляді графічних кнопок і повзунків. Все це стильно, наочно, управляти цим користувач може навчитися за 15 хвилин. Сенсорні панелі існують в настільному, врізному і переносному варіантах. Особливо наочні кольорові моделі (рис. 1.4).

Працюючи в діалоговому режимі, панелі керування здатні показати будь-яку інформацію, прийняти команди при торканні пальцем відповідної картинки, вразивши вас своїм графічним інтерфейсом. Вони можуть

демонструвати зображення з відеокамер, від телеприймачів або інших джерел.

Рисунок 1.4 – Сенсорна панель

2. Керування з допомогою переносних планшетних комп’ютерів

Ці комп’ютери мають безпровідне підключення до системи „Розумний будинок”, плоский сенсорний дисплей та процесор, який забезпечує продуктивність на рівні звичайних настільних комп’ютерів. Реалізуємі ним функції майже безмежні – від керування системою „Розумний будинок” до перегляду відео та ТВ сигналу.

3. Керування з допомогою КПК (кишеньковий портативний комп’ютер)

КПК представляє собою невеликий комп’ютер з невеликим сенсорним дисплеєм, підключеним до „Розумного Будинку” з допомогою *Wi-Fi* з’єднання. Дозволяє запускати сценарії, керувати освітленням, електрона вантаженнями та іншими функціями „Розумного Будинку”.

Навчаємі пульти керування

Ці пристрої дозволяють керувати всіма приладами, що мають можливість керування з допомогою ІЧ порту. Це можуть бути аудіо та відеопристрої, жалюзі, освітлення.

4. Керування через Інтернет

Керувати системою „Розумний будинок” можна віддалено, використовуючи для цього Інтернет. З допомогою керування через Інтернет можливо керувати абсолютно всіма пристроями, отримати візуальне відображення їх поточного стану, а також отримувати відеозображення з камер відеоспостереження.

5. Керування через мобільний телефон

Як вже було сказано, системою „Розумний будинок” можна керувати з допомогою мобільного телефону. При підключенні системи до телефонної лінії або *GSM*–модуля отримати можливість керувати функціями будинку з допомогою *DTMF* (тонових) сигналів, *WAP* команд, або *Java* додатків, а також отримувати *SMS*-повідомлення з описанням того, що відбулось вдома (наприклад, якщо станеться протікання води або витік газу, „Розумний будинок” перекриє клапани на трубах, зупинивши витік, та надішле *SMS*–повідомлення про подію). Відіславши *SMS* можливо віддалено, наприклад, включити сауну або включити опалення на дачі.

6. Сценарне керування

Однією з переваг системи „Розумний будинок” – є створення сценаріїв керування. Через те, що всі пристрої в домі об’єднані в єдину систему керування, з’являється можливість автоматично реагувати на події в системі, здійснюючи визначені користувачем операції. Це і називається сценарним керуванням. В будь-який момент можна змінити сценарій з допомогою будь-якого керуючого пристрою. Є велика кількість типів сценаріїв. Сценарії, які найчастіше використовуються:

сценарій „Домашній Кінотеатр”. Натисканням лише одної кнопки на керуючому пристрої, в кімнаті на вікнах опустяться ролоставні, або затемнюючі штори, плавно приглушиться світло, включиться *DVD*–програвач, автоматично опуститься екран, включиться проектор, аудіосистема автоматично перейде в режим відтворення сигналу з *DVD*;

сценарій „Діти". Якщо вдома є діти, то можна обмежити їх доступ до деяких приладів та функцій будинку, активізувавши сценарій „Діти". Наприклад, можна відключити живлення електроплити, певної групи розеток, функцій керування домом через сенсорний екран тощо. Сценарій може активуватися автоматично при знятті будинку з охорони під „дитячим" паролем або з допомогою дитячого ключа, або можна активувати його з допомогою Інтернета або мобільного телефону;

сценарій „Імітація присутності господарів". Ця охоронна функція дозволяє „Розумному Будинку" автоматично включати та виключати світло в різних приміщеннях за попередньо запрограмованим сценарієм, що створює ілюзію присутності людей в домі. В режимі охорони, при проникненні на територію злоумисника, система включить прожектори, привертаючи увагу до непрошеного гостя.

Активувати сценарії можна автоматично або вручну безпосередньо з пристроїв активації сценаріїв, або віддалено через Інтернет або мобільний телефон.

1. Керування освітленням [6] – одна з найважливіших систем розумного будинку, завдяки якій забезпечується не лише особливий комфорт в котеджі або квартирі, але і значна економія споживаної електроенергії.

За допомогою настінних панелей, сенсорних пультів і інших пристроїв центральний контролер може управляти світловими джерелами в різних приміщеннях (зонах), а також створювати світлові картини в окремій кімнаті. Для цього в пам'ять системи закладаються світлові сценарії, вибір одних з яких дозволяє включити світильники, встановлені в різних частинах кімнати або будинку. Досить доторкнутися до панелі керування, щоб освітити все приміщення або, скажімо, тільки журнальний столик і бар, плавно відрегулювати яскравість освітлення або взагалі вимкнути світло в кімнаті на час поглядання фільму в домашньому кінотеатрі.

Налаштування системи керування освітленням дозволяє одним натисненням клавіші включати різні світлові сценарії в декількох

приміщеннях. Наприклад, для того, щоб в темний час доби пройти з кімнати у ванну, не обов'язково запалювати світло у всьому домі. Достатньо дотику до сенсорної панелі або пульта керування – і уздовж всього шляху зажевріє «світлова доріжка», а значить, натикатися на меблі в темноті не доведеться.

Застосування спеціальних фотоелементів дозволяє автоматично регулювати яскравість світильників залежно від інтенсивності світла, падаючого з вікна, а за допомогою датчиків руху можна організувати супровід людини світлом (наприклад, на сходах або в коридорі): при його наближенні лампи спалахують, у міру віддалення – гаснуть.

2. Керування кліматом

Процес централізованого керування мікрокліматом є одним з складних в системі життєзабезпечення будинку [4]. Система клімат контролю складається з наступних компонентів:

– опалювання;

– кондиціонування;

– вентиляція;

– тепла підлога.

При традиційній побудові господареві доводиться управляти кожною з цих систем окремо. Причому можливі ситуації, коли в міжсезонні кондиціонування починає «боротися» з вентиляцією. Це приводить до прискореного зносу устаткування і підвищеного енергоспоживання. Щоб уникнути подібного необхідна єдина система, об'єднуюча керування всіма компонентами, які забезпечують мікроклімат будинку. Можливості установки необхідного клімату, системи, що діє під заступництвом, розумний будинок, вражають. З її допомогою температуру в будь-якій кімнаті можна відрегулювати прямо з настінної панелі або переносного пульта керування. У кожному приміщенні система підтримує індивідуальні параметри – температуру, вологість, притоку свіжого повітря. Причому залежно від вуличної температури і потрібної швидкості прогрівання (або ж за бажанням господарів) вибирає і включає на необхідну потужність один

або декілька теплових приладів – радіатори опалювання, теплі підлоги, тепловентилятори, кондиціонери в режимі обігріву.

Щоб створити комфортні умови для сну, до ночі температура знизиться, а вранці – підніметься. Якщо господар надовго виїжджає з будинку, в ньому встановлюється економічний режим (+15–16° С). За три – чотири години до повернення можна дати команду по телефону або через Інтернет, і до потрібного моменту автоматика встановить в приміщеннях задані кліматичні параметри.

Господаря немає удома, але система повідомить його про силу вітру, опади, температуру на вулиці і в приміщеннях, отримає і виконає накази – наприклад, відкрити вікна, щоб провітрити кімнати. Зачнеться сильний вітер або дощ – автоматика закриє їх. У жаркий літній полудень включить кондиціонери і опустить жалюзі.

3. Керування системами безпеки

Практично в кожному сучасному будинку, котеджі,квартирі є пристрої, що відповідають за безпеку житла. Це можуть бути камери відеоспостереження, сигналізація, датчики, контролюючі периметр ділянки, і багато що інше. Система розумний будинок дозволяє узяти під контроль ці пристрої з метою автоматизації їх роботи.

4. Системи охоронної і пожежної сигналізації

Система відеоспостереження дозволяє з будь-якого телевізора або пульта подивитися на відвідувачів, дистанційно відкрити в'їзні ворота і впустити їх в будинок. Вона записує і дає можливість проглянути всі події, які сталися під час вашої відсутності.

Завдяки устаткуванню можна повністю вирішити завдання позиціювання камер спостереження і їх комутації з охоронними відеомагнітофонами, а також інтеграції зі встановленими системами охорони. В результаті камери можуть автоматично наводитися на ту частку будинку або ділянки, де було відмічено рух. За заданим сценарієм система може

проводити як плановий, так і позаплановий моніторинг приміщень будинку і гаража.

В разі будь-якого порушення охоронного периметра сигналізація негайно проінформує власників про небезпеку, а при зломі – повідомить і в службу охорони. Інтегрувавши її з системою відеоспостереження, можна робити запис всього, що відбувається.

Крім того, система дозволяє зв'язати в єдину мережу датчики пожежної безпеки, що знаходяться у всіх приміщеннях будинку. Вона не лише повідомить господарів про будь-які події, але і сама відключить електрику. Як і у випадку з охоронною сигналізацією, можливе автоматичне інформування працівників пульта пожежного спостереження. Подібні системи забезпечення безпеки і охорони реалізуються, як правило, шляхом інтеграції із спеціалізованими охоронно – пожежними системами.

5. Системи аварійної сигналізації

Системи аварійної сигналізації – це головним чином датчики протічки води. При витоку відповідний датчик вмить повідомить про це центральний контролер, а той у свою чергу перекриє електроклапаном воду в місці протікання. Одночасно будуть проінформовані власники і, якщо необхідно, аварійні служби.

Система керування будинком може бути як інтегрованою, так і складатися з кількох автономних систем керування різними підсистемами будівлі. Автономні системи мають свої переваги і недоліки в порівнянні з інтегрованими, але в нашому випадку найбільш важливо те, що автономні системи не можуть використовувати загальні дані. Кожна система має власні датчики та сигналізатори, недоступні для інших, настільки ж герметично замкнутих систем. Це – наслідок ізольованості дій і неможливості автоматичної координації реакції систем. Тому такі системи не можуть забезпечити вимог, що пред'являються до інтелектуальних будівель. Інтегрована система керування інтелектуальним домом займається вирішенням завдань забезпечення комплексної роботи всіх інженерних

систем будівлі: освітлення, опалення, вентиляції, кондиціонування, водопостачання, контролю доступу та багатьох інших (рис. 1.5).

Рисунок 1.3 – Інтегрована система керування інтелектуальним домом

Інтегрована система керування інфраструктурою будівлі дозволяє безболісно, без переробок підвищувати різноманітність обслуговуваних функцій контролю за станом всієї будівлі в цілому, різних його приміщень, а також умовами праці і життя його жителів. При цьому вже існуючі і працюючі автономні пристрої інтегруються в єдину систему.

На відміну від автономних систем, інтегрована система використовує загальну базу даних. Така база даних може бути аутентично використана не тільки окремими підсистемами забезпечення життєдіяльності, а й будь-якими іншими пристроями автоматизації керування будинком, як, наприклад, системами фотоідентіфікації, установками обігріву та вентиляції, освітлювальними мережами, і навіть може збирати дані, які виходять від існуючих задіяних в будівлі автономних систем (наприклад, від протипожежної установки). Інтегрована система надає зручний доступ і до архіву за весь минулий час роботи. Використання великих масивів даних за минулий час дозволяє проводити аналітичні прогнози і приймати обґрунтовані стратегічні рішення.

З усього викладеного вище, можна виділити певні вимоги, що пред'являються до інтегрованої системи керування:

– створення на основі різних фізичних середовищ передачі даних єдиному комунікаційному середовищу, прозорому для всіх пристроїв, підключених до нього;

– можливість підключення пристроїв без додаткової настройки і зміни конфігурації системи;

– створення протоколів взаємодії пристроїв між собою і передачі повідомлень;

– ведення єдиної централізованої або розподіленої бази даних усіх пристроїв, компонентів і підсистем інтегрованої;

– можливість простого ре конфігурування системи із зміною або перенесенням деяких частин без регулювання і перерви у функціонуванні;

– пристрої, що підключаються до такої мережі повинні мати можливість автономної роботи в разі втрати зв'язку із системою та самостійного включення назад в систему при відновленні зв'язку.

Використання даних однієї системи (для керування пристроями інших систем), дозволяє уникнути дублювання датчиків, оптимізувати витрати таких ресурсів, як вода, тепло, електрику. Взаємодія систем дає можливість автоматично вимикати світло в приміщенні за відсутності в ньому людей, а в неробочий час і у вихідні дні переводити опалення та вентиляцію в економічний режим. Контроль над витратою ресурсів допомагає обчислити об'єкти з найбільшим споживанням і розробити оптимальну стратегію керування ними. Сучасні будинки вимагають застосування ефективних комунікаційних інфраструктур, що підтримують роботу різних сервісних систем на основі передачі інформації в електронному вигляді. Таку інфраструктуру можна розглядати як сукупність телекомунікаційних приміщень, кабельних трас, елементів системи заземлення, кабелів і термінаціонного устаткування, що забезпечують базову підтримку розподілу всієї інформації в будівлі.

1.3 Проблематика за темою дослідження

Сама собою, технологія розумного будинку не позбавлена недоліків. Можливо, в недалекому майбутньому ситуація зміниться на краще, але поки головною проблемою технології є сумісність. Розумний будинок – не якийсь абстрактний і готовий проект, а сукупність великої кількості пристроїв. З одного боку, це дозволяє користувачеві збирати унікальні конфігурації під свої потреби. З іншого, все це викликає неминучі труднощі з сумісністю. Якщо користувач використовує безліч пристроїв від різних виробників, часом буває дуже складно змусити їх працювати разом. Ця проблема вирішиться тільки в тому випадку, якщо виробники розумних гаджетів домовляться про якісь універсальні стандарти.

Рисунок 1.6 – Система керування інтелектуальним домом

Другий недолік сучасного розумного будинку – його ціна. Розумний будинок допомагає економити, але і сам обходиться дорого. Середня ціна одного окремо взятого пристрою, типу економного термостата – пара сотень доларів. Чим розумніший будинок, тим більше в ньому електроніки, і тим дорожче все це коштує. Пройде не один рік, перш ніж економія себе окупить.

Нарешті, третя серйозна проблема розумного будинку – безпека. У 2015 році незалежна компанія дослідників кібербезпеки перевірила 16

найбільш популярних гаджетів розумного будинку. Лише один з них виявився досить надійним, щоб дослідники не змогли його зламати.

На жаль, сьогодні екосистема розумного будинку розробляється, в основному, маленькими стартапами. Такі компанії намагаються випустити якомога більше інноваційний продукт, а ось про належну систему безпеки особливо не замислюються. Можливо, коли в конкуренцію включаться компанії-гіганти, ситуація трохи виправиться, але до тих пір розумний будинок буде залишатися дуже вразливою структурою.

Висновки та постановка завдань магістерської дисертації

У межах першого розділу даної дипломної роботи розкрито основні поняття системи «Розумний будинок», досліджено структуру системи та основні її компоненти. На основі вищевикладеного варто зазначити, що первинні витрати на впровадження інтелектуального будинку повністю окупаються як за рахунок економії в процесі експлуатації, так і за рахунок запобігання аварій і позаштатних ситуацій, здатних нанести втрату майну, і тому, як стверджується, впровадження подібних систем зменшує витрати на страхування об’єктів до 60%. Економія матеріальних і людських ресурсів, підвищення рівня керованості об’єкту, зменшення негативного впливу людського чинника з вигідних позицій характеризують «інтелектуальні будівлі».

До основних завдань магістерської дисертації варто віднести:

– розкриття вітчизняного та зарубіжного досвіду застосування систем комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit;

– формування перспективних напрямків застосування систем комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit;

– розробка алгоритму застосування систем комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit;

– огляд засобів реалізації алгоритму застосування систем комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit;

– дослідження ефективності запропонованих рішень.

РОЗДІЛ 2
СУЧАСНИЙ СТАН СФЕРИ СИСТЕМ КОМПЛЕКСНОГО МОНІТОРИНГУ ПРИМІЩЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЇ HOMEKIT

Технології «розумних будинків» останнім часом набувають все більшого поширення і популярність. Не останню роль в цьому зіграло доступне рішення від корпорації Apple, система управління якої називається HomeKit. І хоча ця назва популярна, все ж залишається ряд питань; як за змістом самого ПЗ, так і з технічної складової та принципах дії.

2.1 Вітчизняний та зарубіжний досвід застосування систем комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit

Досвід застосування технології HomeKit для комплексного моніторингу приміщень датується 1996 роком. Тоді тільки почався розвиток та впровадження систем комплексного моніторингу приміщень. В даний час є сотні систем розумних будинків – які не працюють один з одним.

Протягом багатьох років вчені компанії Apple задавалися питанням, розробки системи розумного будинку, та як результат з’явився продукт HomeKit.

HomeKit – це новий формат для спілкування та управління підключеними пристроями в будинку користувача. Програма може дати користувачам можливість виявлення пристроїв в будинку і їх налаштування, а також можливість задати дії для контролю цих пристроїв. Користувачі можуть групувати дії разом і викликати їх за допомогою Siri.

Таким чином, замість того, щоб просто забезпечувати сенсорний інтерфейс для розумних будинків, Apple ефективно використовує iOS пристрій як центр автоматизації в системі.

HomeKit забезпечує безшовну інтеграцію між пристроями, які підтримують Home Automation Protocol, і iOS пристроями від Apple,

відкриваючи нові можливості в домашньої автоматизації. Просуваючи загальний протокол для пристроїв домашньої автоматизації і зробивши публічну API, більш доступною для настройки і взаємодії з цими пристроями, HomeKit уможливлює ринок, де додатки для управління будинком не залежать від постачальника, який робить пристрої для домашньої автоматизації, і де ці пристрої від різних виробників можуть бути інтегровані в єдиний цілий без продавців простір, яким необхідно співпрацювати безпосередньо один з одним.

HomeKit включає в себе базові функції, такі як «виявити», і це дозволяє стороннім додаткам здійснювати три основні дії:

– виявляти пристрої і додавати їх в базу домашньої конфігурації крос–пристроїв;

– показувати, редагувати і здійснювати дії з даними в базі домашньої конфігурації;

– взаємодіяти з налаштованими пристроями і сервісами для виконання дій, таких, наприклад, як включити світло у вітальні.

Управління за допомогою Siri є ще однією важливою особливістю.

Ієрархія даних HomeKit:

1) Будинки (HMHome) є контейнером верхнього рівня і являють собою структуру, яку користувач зазвичай розглядає як один будинок. Користувачі можуть мати кілька будинків, які далеко один від одного, наприклад, основний будинок і заміський. Або у них може бути два будинки, які розташовані близько один до одного, але розглядаються як різні будинки, наприклад, головний будинок і гостьовий будиночок на тій же території.

2) Кімнати (HMRoom) є необов'язковими частинами будинку і являють собою окремі кімнати в будинку. Кімнати не мають фізичних характеристик: розміру, місця розташування і т.д. Вони просто імена, які є зрозумілими для користувача, такі як «вітальня» або «кухня». Назви кімнат використовуються в командах, таких як, наприклад, як «Siri, включи світло на кухні.»

3) Пристрої (HMAccessory) встановлюються в будинках і прив'язуються до кімнат. Це реальні фізичні пристрої домашньої автоматизації, такі як автоматичні двері гаража. Якщо користувач не набудував кімнати, HomeKit прив'язує пристрій до спеціальної кімнати за замовчуванням.

4) Сервіс (HMService) – фактичні функції, які виконує пристрій. Пристрій має як функції, контрольовані користувачем, такі, наприклад, як світло, так і власні функції, наприклад, службу оновлення прошивки. HomeKit в основному працює з функціями, які контролюють користувачі. Один пристрій може відповідати за кілька користувальницьких функцій. Наприклад, у більшості автоматичних дверей гаража є функція для відкриття і закриття дверей, а також функція для включення світла.

5) Зони (HMZone) – це необов'язкова групування кімнат в будинку. «Нагорі» і «внизу» можна представити у вигляді окремих зон. Зони носять виключно додатковий характер – у кімнатах не обов'язково входити в них. Додаючи кімнати в зону, користувач має можливість давати команди Siri, такі як: «Siri, включи усе світло внизу.»

Згідно з офіційним визначенням, HomeKit – це програмне забезпечення корпорації Apple, яке дозволяє використовувати пристрої на iOS (iPhone, iPad, Apple TV, Apple Watch) для настройки взаємодії с інтелектуальними побутовими приладами. Іншими словами, це програмна платформа, яка синхронізує і об'єднує в мережу сумісні пристрої і дозволяє ними керувати в тому числі за допомогою голосового помічника Siri. Була представлена корпорацією в 2014 році, разом з презентацією iOS 8. На даний момент додана також підтримка Хомко в macOS.

Рисунок 2.1 – Програмне забезпечення корпорації Apple HomeKit, інтерфейс

Варто відзначити, що Apple виробляє всього кілька фірмових аксесуарів, датчиків і т.д., до яких можна віднести акустичну систему (розумну колонку) HomePod і медіа-плеєр Apple TV. Усі інші пристрої: контролери, датчики, регулятори, лампи, камери та ін. – створюються сторонніми виробниками, з підтримкою HomeKit.

Щоб регулювати ринок сумісних приладів, Apple застосовує спеціальну систему ліцензування. Наприклад, досить багато ліцензійних «розумних» пристроїв виробляють Nanoleaf, D–Link, Eve, Philips. У той же час, на ринку існує величезна кількість неліцензійних девайсів, які працюють через так звані «мости» (homebridge), або окремі пристрої на кшталт мінікомп'ютера Raspberry pi.

Рисунок 2.2 – Сервер розумного будинку

Сервер розумного будинку – це центр управління всіма сумісними пристроями, в тому числі через Інтернет. У випадку з HomeKit такими центрами можуть виступити iPad, HomePod, Apple TV, або, наприклад, Raspberry pi. Тут також існують особливості. Через iPad є можливість створити домашню мережу розумних пристроїв, але управляти ними можна буде тільки в безпосередній близькості. Якщо ж необхідно, щоб датчики, камери і т.д. керувалися віддалено, з будь-якої точки світу, необхідно використовувати HomePod або Apple TV з постійним підключенням до Інтернет.

Таким чином центр управління розумним будинком, наприклад, Apple TV дозволяє об'єднати всі пристрої, налаштувати сценарії і вже після цього використовувати, наприклад, iPhone для управління. У той же час, якщо потрібен більш простий функціонал: включення / відключення світла, дверного замка, кондиціонера та ін., без налаштування сценаріїв прямо з дому – достатньо одного телефону.

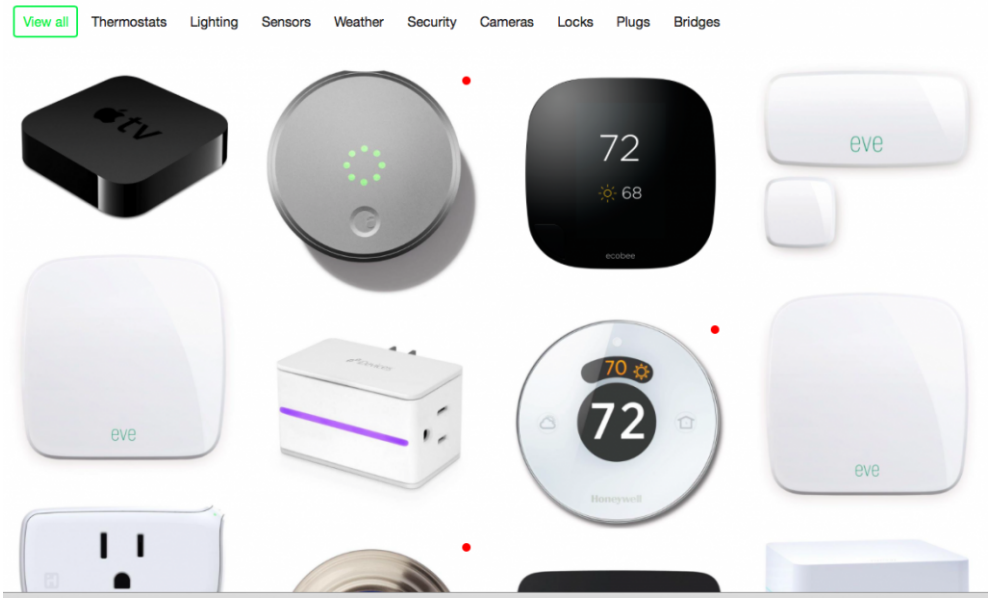


Рисунок 2.3 – Налаштування HomePod

Для того, щоб оцінити реалії установки і настройки сумісних HomePod пристроїв, потрібно розуміти, що більшість з них виробляються для західних країн, зокрема для США. Зокрема, з цієї причини, для вітчизняного ринку не підходять вилки підключення (для американських розеток), або ж виникає проблема з US частотами передачі даних. Тобто, купити розумну лампу Philips і включати її з iPhone можна без проблем, але якщо необхідно повністю укомплектувати будинок smart девайсами і налаштовувати сценарії взаємодії – доведеться доопрацьовувати систему.

2.2 Порівняння HomeKit з іншими системами управління розумним будинком та основні складові системи

HomeKit стає сполучною ланкою між виробами різних виробників. На відміну від пропонованої Гугл системи Nest, яка передбачає взаємодію приладів на хмарних серверах, все елементи HomeKit зв'язуються між собою в локальній WiFi. Фахівці вважають, що такий варіант набагато безпечніше і можливість того, що будинком зможе управляти сторонній хакер, мінімальна. Необхідно визнати, що система розумного будинку від Apple – далеко не єдина. Цілі комплекси з управління створюються іншими

компаніями, наприклад, Intel, VeraPlus, Z–wave, і навіть китайської Huawei. Крім цього на ринку давно працюють спеціалізовані компанії, які займаються тільки розумними будинками, представляючи комплексні рішення по автоматизації. Звичайно, більшість з них мають західні корені, але останнім часом активно розвиваються і українські виробники, а також з інших країн СНД.

Рисунок 2.4 – Схема формування системи комплексного моніторингу приміщень

Якщо оцінювати об'єктивно, то HomeKit від Apple не є ідеальною системою управління розумним будинком. Швидше за цей напрям все ще активно розвивається корпорацією, хоча на даний момент вибір сумісних аксесуарів досить мізерний.

Гаджети для розумного будинку під егідою Apple вже виробляє більше 50– и підприємств (FIBARO, Philips, iHome, Haier, Honeywell, Withings, iDevices, Belkin, Kwisket). Серед найбільш поширених розумних пристосувань:

FIBARO – польська компанія яка була створена ще у 2010 році. Компанія займається виробництвом обладнання для розумного будинку на базі бездротової технології Z– Wave. FIBARO випустила два своїх

контролера (на сьогоднішній день FIBARO Home Center 2 є лідером серед контролерів Z– Wave), багато різних датчиків, виконавчих модулів і навіть пульти для запуску сцен, Swipe – дозволяє управляти будинком жестами. Існують додатки для iOS, Android на телефон і планшет, які володіють дуже стильним дизайном з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом і постійним оновленнями для нього і контролера.

Рисунок 2.5 – Інтерфейс FIBARO apps

На CES 2017 (Consumer Electronics Show) FIBARO презентував перші свої пристрої для Apple HomeKit. У них вже є багато пристроїв і датчиків на технології Z– Wave, їм потрібно було тільки вибрати з них найкращі. На CES були представлені перші три пристрої – датчик протікання з датчиком температури (FIBARO Flood Sensor), датчик відкриття дверей / вікна теж з датчиком температури (FIBARO Door / Window Sensor), і датчик руху, температури, освітленості з вбудованим акселерометром (FIBARO Motion Sensor).

Рисунок 2.6 – FIBARO для Apple HomeKit

Датчики були до цього розроблені на стільки точно у всіх дрібницях. Це не просто мініатюрний датчик з можливістю простого монтажу, а це багатофункціональний пристрій мініатюрного розміру, який також має вишуканий дизайн, завдяки чому він вписується і підкреслює майже будь-який інтер'єр. Навіть не дивно, що на CES вони вважалися одними з кращих пристроїв для розумного будинку HomeKit. Нещодавно FIBARO презентувала ще один датчик для Apple Homekit – FIBARO CO Sensor.

Дверний дзвінок «August Doorbell Cam».

Рисунок 2.7 – Дверний дзвінок «August Doorbell Cam»

August Doorbell Cam – стильний ергономічний пристрій

У гаджет вбудована камера, тому є можливість побачити гостя, як у відеодомофон. Але на відміну від останнього August Doorbell Cam здатний надіслати фото відвідувача із зазначенням дати і часу приходу. З ним нескладно контролювати, хто приходив в гості навіть коли господар у відрядженні.

Замок для дверей «Schlage Sense Smart Deadbolt».

Рисунок 2.8 – Замок для дверей «Schlage Sense Smart Deadbolt»

Замок Schlage Sense Smart Deadbolt легко монтується в будь-які двері.

Гаджет для вхідних дверей дублює замикання, тому небажаний відвідувач не зможе пройти в квартиру навіть з «рідним» ключем. Для розблокування дверей господареві потрібно продемонструвати код або скористатися допомогою Siri. Для приладу також доступні сценарії. Наприклад, можна налаштувати автоматичне закривання увечері і відмикання з ранку, а також перевірку закривання після відходу всіх домочадців. Можливе налаштування по геолокації: Schlage Sense Smart Deadbolt відкриє квартиру, як тільки хазяїн підійдете до дверей.

Лампочка «Philips Hue».

Рисунок 2.9 – Лампочка «Philips Hue»

Лампочки Philips Hue допоможуть створити в кімнаті обстановку за настроєм.

Підходить для будь-яких типів світильників (стельові, настінні, настільні, підлогові). Залежно від моделі дає можливість віддаленого включення / вимикання, додатково змінює температуру світіння (холодне блакитне, природне, тепле жовте), а також колір підсвічування (повний колірний круг, а також спеціально підібрані тони: «Північне сяйво», «Захід»). Для використання розумних лампочок до першого комплекту ламп додається загальна точка доступу, додаткових пристроїв не потрібно. HomeKit дозволяє створювати сценарії і об'єднувати в групи до 50– и ламп в різних кімнатах. Аналогічними функціями володіє і Caseta Wireless Lighting Starter Kit від компанії Lutron.

Перехідник для розумної розетки «Eve Energy».

«Eve Energy» управляється голосом. Гаджет дозволяє контролювати витрати електроенергії на кожен підключений до нього прилад. Звіти про споживання приходять на iPhone господаря. Додатково – можливість вмикати / вимикати пристрій через Інтернет, що дозволяє в один клік вимкнути забуту праска або вентилятор.

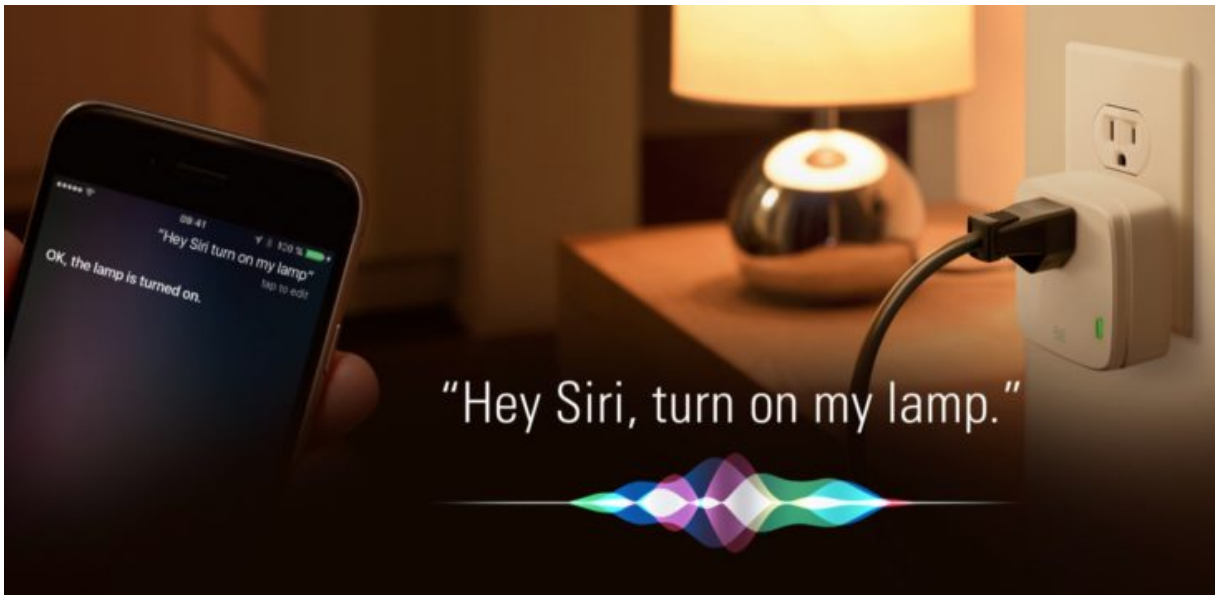


Рисунок 2.10 – Перехідник для розумної розетки «Eve Energy»

Нічник з функцією будильника «Withings Aura».

Пристрій призначений для контролю якості сну. Він записує тривалість фаз і допомагає визначити, як хороший нічний відпочинок залежить від температури в кімнаті, її освітленості, наявності / відсутності і інтенсивності шуму. Можна налаштувати будильник на пробудження під час фази швидкого сну.

Рисунок 2.11 – Нічник з функцією будильника «Withings Aura»

Рисунок 2.12 – Термостат «Ecobee3»

Термостат «Ecobee3»

Термостат «Ecobee3» легко управляється і підтримує тонкі настройки

Гаджет оцінять в першу чергу ті, хто обладнавши розумний будинок встановить датчики температури не у всіх кімнатах. Через це приміщення прогріваються нерівномірно (ближче до стаціонарного датчика тепліше) і в холодну пору року в деяких зонах стає дуже некомфортно. Ecobee3 оцінює температуру в потрібній точці простору і передає сигнал виконуючому блоку розумного будинку (зокрема – в додаток HomeKit), який відповідає за підтримку заданої температури і вологості (опалювачу, кондиціонеру, зволожувачу, осушувачу, вентилятору). Він також здатний повідомляти відомості про погоду і показувати прогноз на кілька днів вперед. Виносний датчик живиться від батарейки, але сам прилад необхідно підключати до кабелю системи вентиляції / кондиціонування. Купувати окремий гаджет для кожної кімнати не потрібно, в межах 13,7 м прилад здатний координувати до 32 сенсорів.

Домашній набір Elgato.

Рисунок 2.13 – Домашній набір Elgato

Датчик Elgato Eve Weather для ідеальної погоди в будинку

Аналізатор «Elgato Eve Room» оцінює якість повітря в кімнаті і підказує, коли необхідно почати і закінчити провітрювання. Датчик «Elgato Eve Weather» передає інформацію про поточний стан погоди. Комплекс «Elgato Eve Door & Window» перевіряє, чи не забули закрити перед відходом вікна і двері. Якщо останні забезпечені відповідними пристроями, є можливість віддалено змінити їхнє становище.

У той же час існує ряд безсумнівних переваг HomeKit в порівнянні з конкурентами.

В першу чергу, це повсюдна поширеність iPhone та інших Apple гаджетів, в які вже інтегрована система управління.

По-друге, – це простота використання, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс навіть для початківця користувача.

І по-третє, – прекрасна взаємодія з голосовим помічником Siri, що дозволяє керувати пристроями за допомогою голосу.

Рисунок 2.14 – Інтерфейс HomeKit

HomeKit – це дійсно дуже перспективний напрямок, який потребує інноваційних рішень вдосконалення. З нагальних проблем можна виділити слабку адаптацію на європейський ринок, зокрема для стандартів України та ближнього зарубіжжя.

На офіційному сайті Apple також зазначено, що HomeKit здатний управляти камерами, гаражними дверима, жалюзі, системами сигналізації та іншими приладами. Важливо відзначити, що до HomeKit підключаються тільки ті пристрої, які схвалені центром сертифікації Apple Made for iPhone (MFI). Фахівці Apple ретельно перевіряють як сам прилад, так і підтримують його програми, щоб гарантувати якість продукту і його оптимальну взаємодію з основною платформою.

2.3 Формування перспективних напрямків застосування систем комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit

Одним з головних перспективних напрямків застосування систем комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit є впровадження системи на масштабні об’єкти. У рамках даної роботи це приміщення 2– х поверхового котеджу, що стоїть окремо.

За рахунок того, що в умовах сьогодення ідея "розумного будинку" продовжує еволюціонувати, всі нові стартапи представляють свої інноваційні продукти, продукти, які отримали свого часу фінансування за допомогою краудфандінгових проектів, почали серійно виготовляється, великі компанії одна за однією приєднуються до гравців цього ринку. Краудфандінг став мейнстрімом і буде все сильніше впливати на ринок.

Краудфандінг або народне фінансування проектів розробки і виробництва різних систем і пристроїв виходить на перший план підтримки сучасних виробників. Тільки за минулий рік краудфандінг додав більше 65 млрд. доларів у світову економіку (мається на увазі всі проекти, не тільки мають відношення до високих технологій) і цей молодий ринок починає надавати все більший вплив на розвиток сфери домашньої автоматизації та Інтернету речей.

Провідні платформи народного фінансування, такі як Kickstarter або Indiegogo, дозволяють дрібним стартапам або навіть окремим розробникам реалізувати свої ідеї, зробити продукт, який в подальшому може вплинути на розвиток технологій, на виникнення нових інноваційних компаній, на впровадження технологій в повсякденне життя.

Цього року слід очікувати подальшого зростання популярності краудфандінга, збільшення обсягів фінансування таких проектів, посилення спеціалізації в цій сфері.

Крім того, варто очікувати зміни моделі народного фінансування, яка сьогодні передбачає одноразове вкладення коштів в будь-який проект. Це добре працює на етапі створення прототипу і демонстрації його на ринку з метою перепродажу більшим і традиційним інвесторам. Але ця модель працює не для всіх. Вона не враховує великі витрати на організацію продажів і промоушн, і, як наслідок, не всі проекти можуть в результаті вийти на фінішну пряму. І нові краудфандінгові ресурси почнуть використовувати модель підтримки проектів, компаній, а не поодиноких продуктів.

Також одним з перспективних напрямків розширення можливостей систем комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit є медичні мобільні технології, які мають тенденції до зближення з технологіями "розумного будинку".

Сьогодні mHealth – це два великих напрямки: технології, пристрої та додатки для лікування і догляду за пацієнтами, і пристрої, призначені для контролю за дотриманням здорового способу життя та фітнесу. Обидва ці напрями розвиваються дуже швидко, поступово зближуючись з технологіями "розумного будинку" в рамках єдиної концепції Інтернету речей (Internet of Things). З'являються розумні годинник і фітнес-трекери, які можуть включатися в єдину систему домашньої автоматизації і управляти її приладами.

Рисунок 2.15 – Датчик Evermind

Системи моніторингу життєвих показників працюють в єдиній мережі з системами "розумного будинку", більш того, окремі медичні пристрої можуть в певних випадках запускати процеси, які стосуються автоматизації будинку. Наприклад, система, що стежить за літніми батьками у них вдома, може в разі падіння когось із старих, через хаб "розумного будинку" відправляти повідомлення про це родичам або сусідам, включати

сигналізацію або відправляти інформацію лікаря. Системи камер і датчиків, крім своєї основної охоронної функції, можуть також використовуватися для контролю активності літніх батьків і застосовуватися спільно з тривожною кнопкою для літніх.

Наприклад, Evermind являє собою набір датчиків, який дозволяє родичам літньої людини непомітно й ненав'язливо відстежувати його життєдіяльність. Датчик Evermind більше схожий на пристрій, які часто присутній в комплектах автоматизації будинку – "розумну електричну вилку", тобто зовнішній модуль, що забезпечує наскрізне підключення електроустаткування до мережі. Іншими словами, сенсор вставляється в розетку, і при цьому він сам є розеткою. Всі дії старих контролюються і пересилаються родичам, при цьому немає нав'язливого стеження за батьками.

Використання Bluetooth, в першу чергу, в системах освітлення дасть можливість модифікувати систему комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit.

Рисунок 2.16 – Датчики освітлення oort

У 2019 році на ринок почнуть надходити пристрої, що дозволяють використовувати Bluetooth для контролю освітлення, розумних електричних

розеток і тому подібного. Ці продукти використовують технологію пористих мереж і дозволяють підключати нові розумні пристрої легко.

Гаджети від компаній Avi–on, Oort, Seed можуть повністю змінити спосіб, для управління освітленням в будинку. Фірма Zuli почала випуск керованих через Bluetooth розеток, навіть нова версія електронного замка August може управлятися за допомогою цього протоколу.

Незважаючи на існування потужних конкурентів в особі діючих, а також тих, що розробляються (Thread, AllJoyn) протоколів, перспективи у Bluetooth, відмінні. Особливо після того, як в грудні 2017 року була випущена нова версія стандарту Bluetooth Smart. Серед нових функцій відзначимо підтримку IPv6, можливість використання пористих мереж, покращений цикл "сон-неспання", що дозволяє пристроям підключатися один до одного без втручання користувача. Плюс дуже зручні можливості взаємодії з ношеними пристроями різного роду.

Управління "розумним будинком" здійснюється голосом, це головна перевага системи комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit.

Оскільки сьогодні майже всі просунуті смартфони оснащені системою обробки природного голосу, багато компаній, що працюють на ринку домашньої автоматизації, починають використовувати цю функцію для управління будинком за допомогою голосових команд. Це і великі компанії, такі як Nest і Apple, і невеликі – Nucleus або Ubi. У HomeKit, природно, використовувати Siri. А інтерком Nucleus, недавно представлений однойменним стартапом, використовує голосову функцію не тільки для спілкування між людьми в будинку, але і для управління освітленням. Аналогічну функціональність вбудовує в свій додаток і компанія Ubi.

Висновки до розділу

У рамках другого розділу здійснено детальний огляд технології HomeKit. На основі вищевикладеного варто здійснити наступний висновок:

Області застосування технології HomeKit включають в себе:

– Контроль освітлення (включення / вимикання, зменшення яскравості; декоративне підсвічування),

– Контроль природного освітлення (управління жалюзі, віконницями і пр.),

– Контроль опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (контроль температури повітря в окремих приміщеннях; контроль роботи радіаторів, кінцевих пристроїв, парових котлів, охолоджувачів, вентиляторів і т.д.),

– Контроль доступу та безпеки (виявлення присутності; виявлення злому чи пожежі та попередження про них; імітація присутності; тривожна кнопка тощо),

– Контроль енергоспоживання (вимірювання енергоспоживання; відключення навантажень тощо),

– Управління функціями комфортності та використання "розумного" управління у всіх додатках (централізоване управління користувачем; комбіновані сценарії; "розумний" контроль процесів і т.д.),

– Дистанційний контроль, дистанційне керування та дистанційне обслуговування (наприклад, через телефонні лінії або Інтернет),

– Взаємодія з допоміжними або периферійними системами (великими побутовими приладами; консолями спостереження; системами технічного обслуговування об'єкта; спеціальними системами безпеки; аудіо- та мультимедійними системами; сервісними службами тощо).

Наступним кроком виконаємо проектування системи комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit для приміщення 2– х поверхового котеджу, що стоїть окремо.

РОЗДІЛ 3
ІННОВАЦІЙНІ МЕХАНІЗМИ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ КОМПЛЕКСНОГО МОНІТОРИНГУ ПРИМІЩЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЇ HOMEKIT

3.1 Розробка алгоритму застосування систем комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit

Незважаючи на величезну різноманітність різних систем, що реалізують механізм системи управління приміщеннями загального користування, єдиних стандартів для побудови таких систем не існує до теперішнього часу. Тому, переглянувши безліч різних реалізацій подібних проектів, було прийнято рішення створити систему комплексного моніторингу приміщення 2– х поверхового котеджу, що стоїть окремо з урахуванням технології «HomeKit» з використанням широко поширених інтерфейсів і протоколів, яка б відповідала технічному завданню. Це дозволяє отримати повну незалежність від стороннього розробника (що є ключовим моментом) і в подальшому модернізувати систему виходячи зі своїх запитів і потреб, а використання стандартних рішень дозволяє відносно просто інтегрувати їх в розроблювану систему.

У більшості випадків існуючі системи працюють на «інформаційно-керуючому рівні». Припустимо, це управління освітленням, контроль температури в приміщеннях (клімат-контроль), включення певного навантаження. При побудові подібних систем, обов'язково повинен бути використаний принцип автоматизованості.

Це мають бути системи енергопостачання, контролю різних параметрів і управління виконавчими пристроями, пов'язаними в єдину мережу, керовану центральним контролером і можливістю безпосереднього та віддаленого доступу користувача до цієї мережі. Рівні інтеграції системи управління приміщенням з урахуванням технології «HomeKit» представлено на рис. 3.1

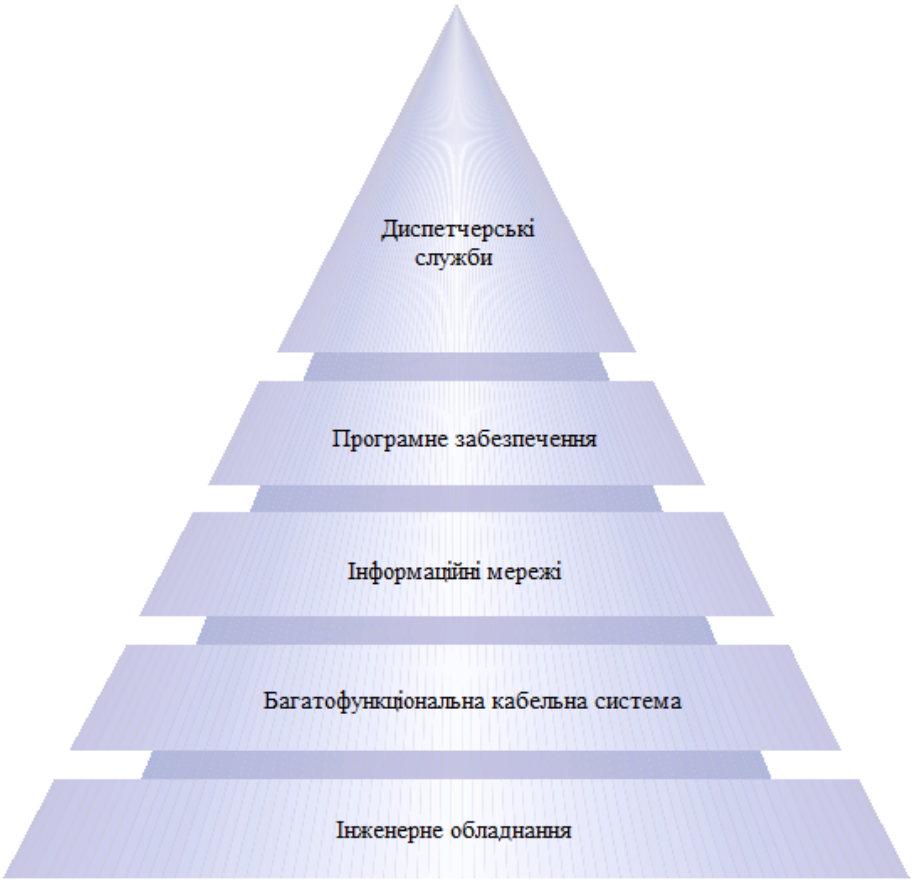
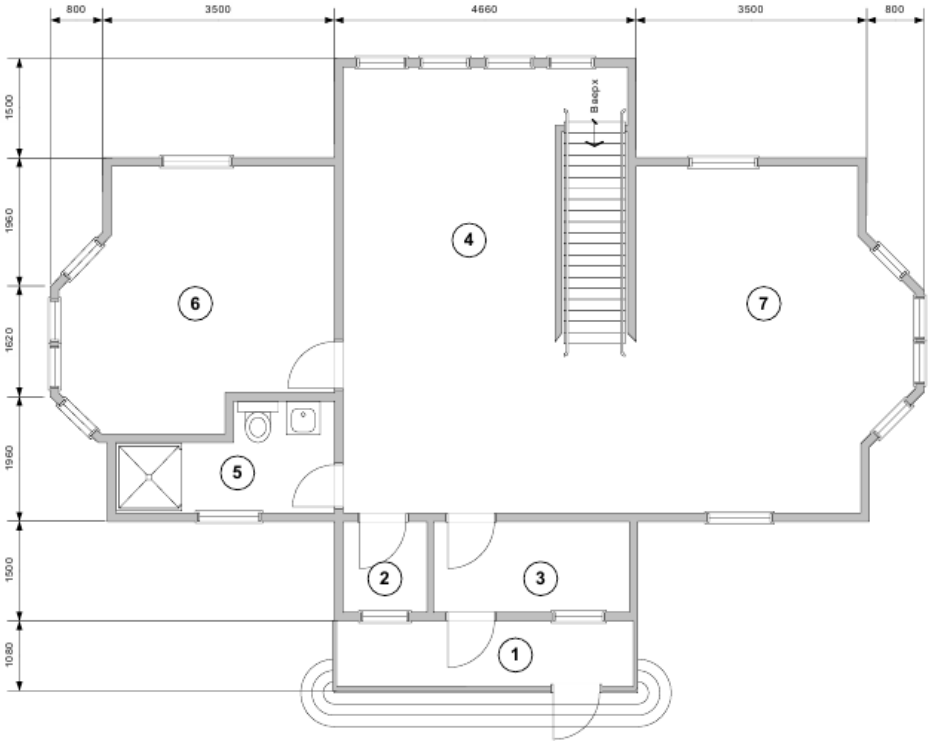


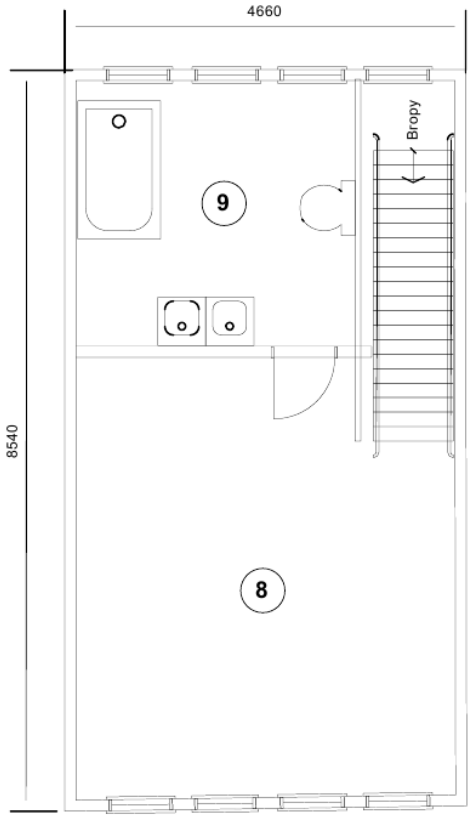
Рисунок 3.1 – Рівні інтеграції системи управління приміщенням з урахуванням технології «HomeKit»

Впровадженню системи комплексного моніторингу підлягає приміщення 2– х поверхового котеджу, що стоїть окремо.

Перекриття з монолітного залізобетону, зовнішні та міжкімнатні стіни з цегли. Всі приміщення, що захищаються опалюються автономно. Температура повітря в приміщеннях 15– 22^0С. Відносна вологість повітря до 90%. Вентиляція природна. Висота стелі в приміщеннях 2,8 метра.



План першого поверху



План другого поверху

Рисунок 3.2 – План будівлі, яка підлягає встановленню системи управління приміщенням з урахуванням технології «HomeKit»

Таблиця 3.1 – Експлікація приміщень

№ п.п	Найменування	Площа, м^2
	Перший поверх	
1	Тераса	4,3
2	Господарське приміщення	1,67
3	Тамбур	4,2
4	Гостьова	25,65
5	Санвузол	4,42
6	Спальня	14,4
7	Кухня–столова	19,3
	Другий поверх	
8	Спальня	20,95
9	Санвузол	9,79

Система управління приміщенням з урахуванням технології «HomeKit» призначена для забезпечення комфортних умов, захисту матеріальних цінностей, людей, що знаходяться в приміщенні, що захищається, забезпечує виконання наступних функцій:

– виявлення тривожних / аварійних ситуацій (несанкціоноване проникнення, пожежа, витік води), формування сигналів тривог;

– підтримку заданої температури;

– видачу інформації про наявність і місце виникнення тривожної / аварійних ситуацій на пульт сигналізації і зовнішній світлозвуковий оповіщувач;

– аварійне перекриття кульових кранів подачі гарячої та холодної води;

– автоматичний контроль стану елементів системи і її складових частин;

– доставку повідомлення про тривожну / аварійну ситуацію в охоронні структури через термінал;

– доставку повідомлення про тривожну / аварійну ситуацію, інших подій дзвоном і за допомогою SMS власнику і / або в охоронні структури [25].

Алгоритм роботи системи представлений на рис. 3.3. Він дозволяє встановлювати критичні параметри відповідно до обраного режиму, регулює температуру і вологість в приміщенні, враховуючи особливості приміщення.

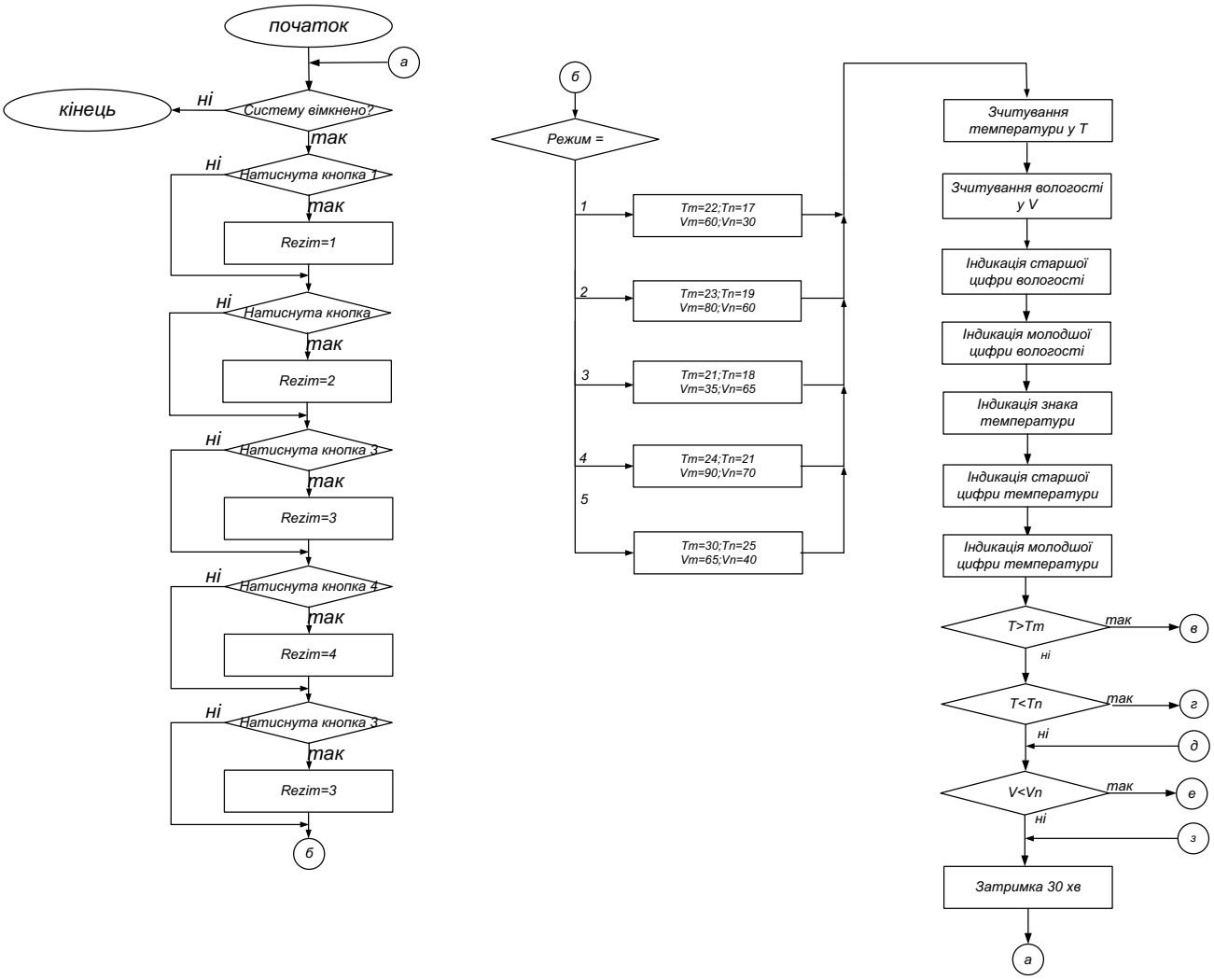
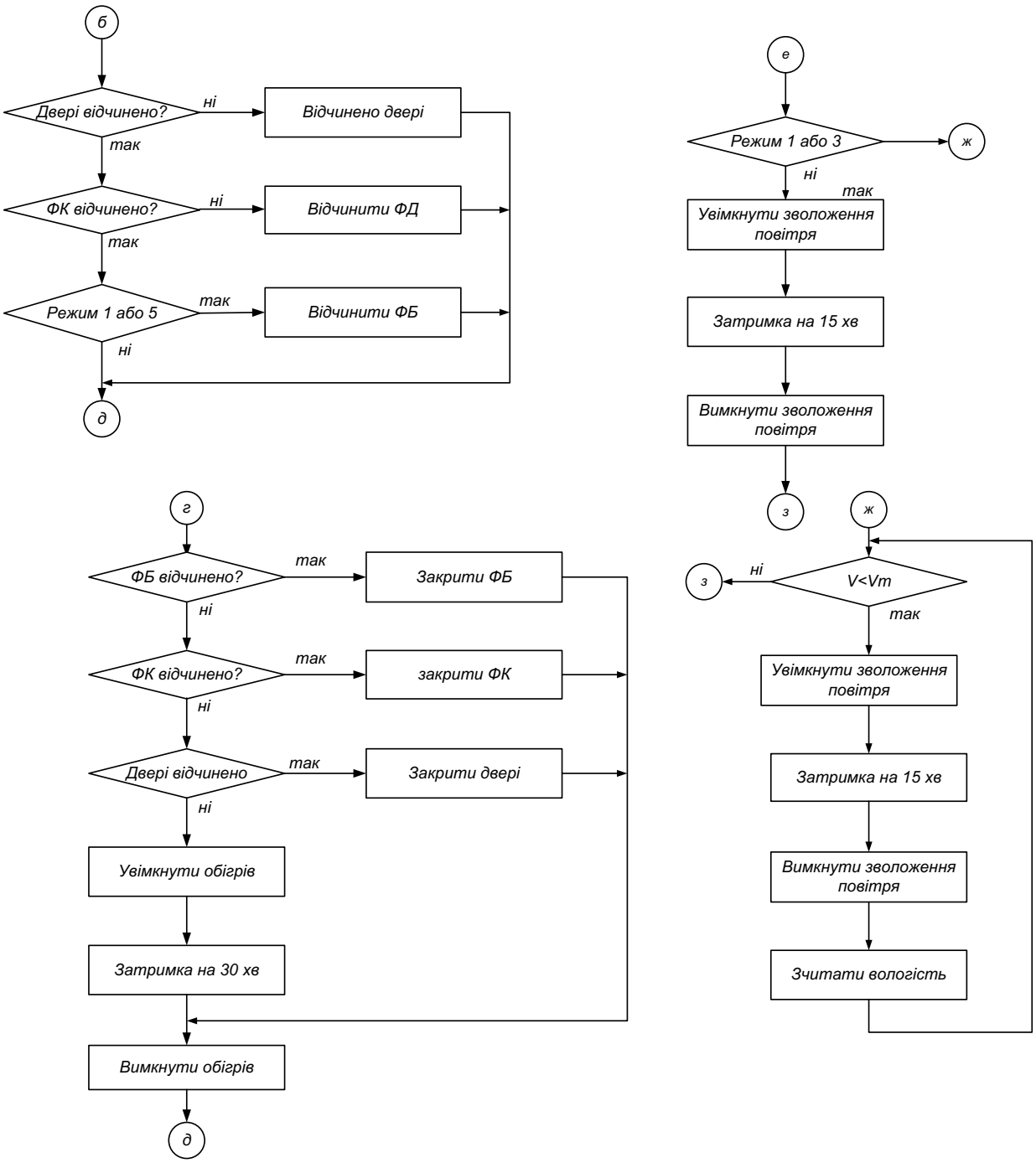


Рисунок 3.3 – Алгоритм роботи системи



Продовження рисунку 3.3

Система, що розробляється є багаторівневою. Це позначає , що дані з певної групи датчиків і команди для виконавчих пристроїв концентруються на окремих модулях, які по загальній мережі пов'язані з центральним (керуючим) контролером. Як інтерфейс зв'язку пропонується використовувати надійний і перевірений інтерфейс RS– 485, який дуже широко застосовується в промисловій автоматиці, а так само мережу

Ethernet. Загальна структурна схема системи, що розробляється показана на рис. 3.4.

Температурний датчик працює по інтерфейсу I2C, який підтримує мікроконтролер, тому додаткових засобів узгодження та управління не потрібно. Обмін інформацією підтримується програмно через виходи PC0, PC1, а при підключенні датчика необхідно тільки поставити 2 резистора по 1кОм (типове підключення по datasheet). У датчика вологості вихід аналоговий, тому потрібно використовувати АЦП, який вбудований в Atmega 8535, використовуючи PA2. Передача підтримується програмно. Кнопки управління і ключові елементи підключаються до порту B, а порт D використовується для семисегментної індикації.

Електрична принципова схема наведена на рис. 3.5.

Живлення системи буде від стандартної мережі 220В, 50 Гц. Для живлення мікропроцесора та інших елементів схеми необхідна постійна напруга 5 В.

Будемо використовувати наступну схему: трансформатор знижує змінну мережеву напругу до 12 В. Діодний міст VD1 ... 4 випрямляє напругу в електромережі. Інтегральний діодний міст обраного типу DB157 комутує струми до 1 А. В якості стабілізатора напруги включена мікросхема інтегрального стабілізатора U1 – LM340K– 5, схема включення – стандартна, рекомендована виробником.

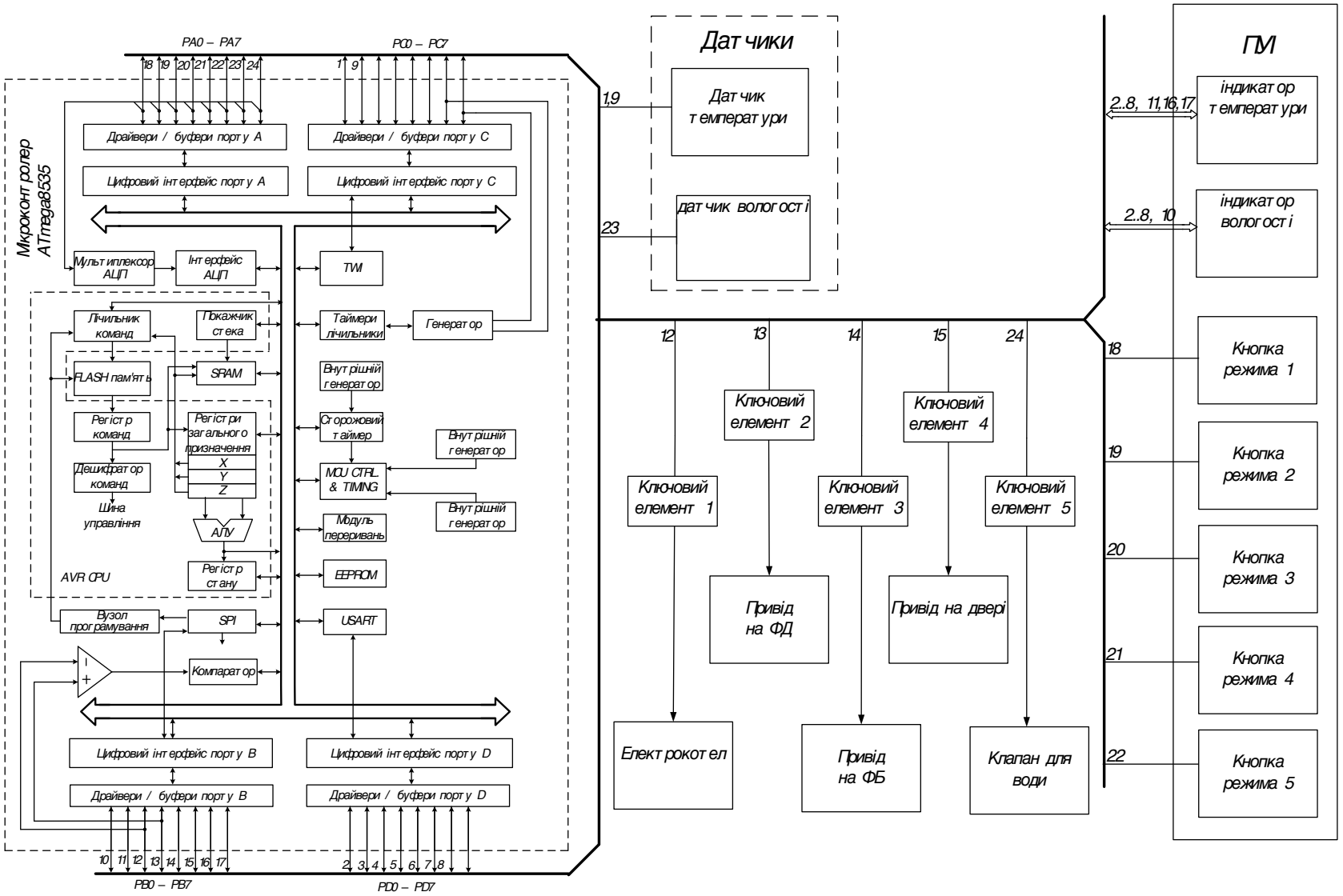


Рисунок 3.4 – Функціональна схема

Дані з датчика температури зчитуються мікропроцесором по інтерфейсу I2C, а дані з датчика вологості – через АЦП. Перемикання каналів АЦП, обробка даних з датчиків температури, вироблення сигналів на виконавчі пристрої, вивід інформації на пристрій індикації здійснюється програмно за допомогою відповідних засобів мікроконтролера.

Для виведення візуальної інформації про встановлену вологість і температуру у приміщені використовуємо трьохрозрядний і двохрозрядний семисегментні світлодіодні індикатори.

Принцип індикації наступний. Кожні 16 мс загоряється одна цифра індикаторів. Для визначення номера цифри в програмі мікроконтролера є лічильник (покажчик індикатора), який сприймає від 0 до 2. Восьмирозрядний таймер лічильника запрограмований так, що через кожні 16 мілісекунд виникає переривання. Таким чином, кожні 16 мілісекунд горить одна цифра. У наступну міллісекунду загоряється наступна цифра, а ця гасне. Око ж людини сприймає це так, як ніби горять одночасно всі цифри.

При включенні живлення мікро приймає сигнал RESET, який визначає початкову синхронізацію вбудованого генератора.

Вузол програмування отримує сигнали синхронізації від синхронізатора і управляє роботою лічильника команд і FLASH– пам'яттю програм.

Регістр команд містить команду, яка вибирається з FLASH– пам'яті програм для виконання. Дешифратор команд за кодом операції визначає, яка команда повинна виконуватися. Далі відбувається послідовна вибірка і виконання команд відповідно до алгоритму роботи.

При натисканні на кнопки управління відбувається переривання і управління відповідного обробника переривання, де за алгоритмом відбувається установка потрібного режиму. Задані значення температур і вологості зберігаються у відповідних РВВ при виборі режиму роботи.

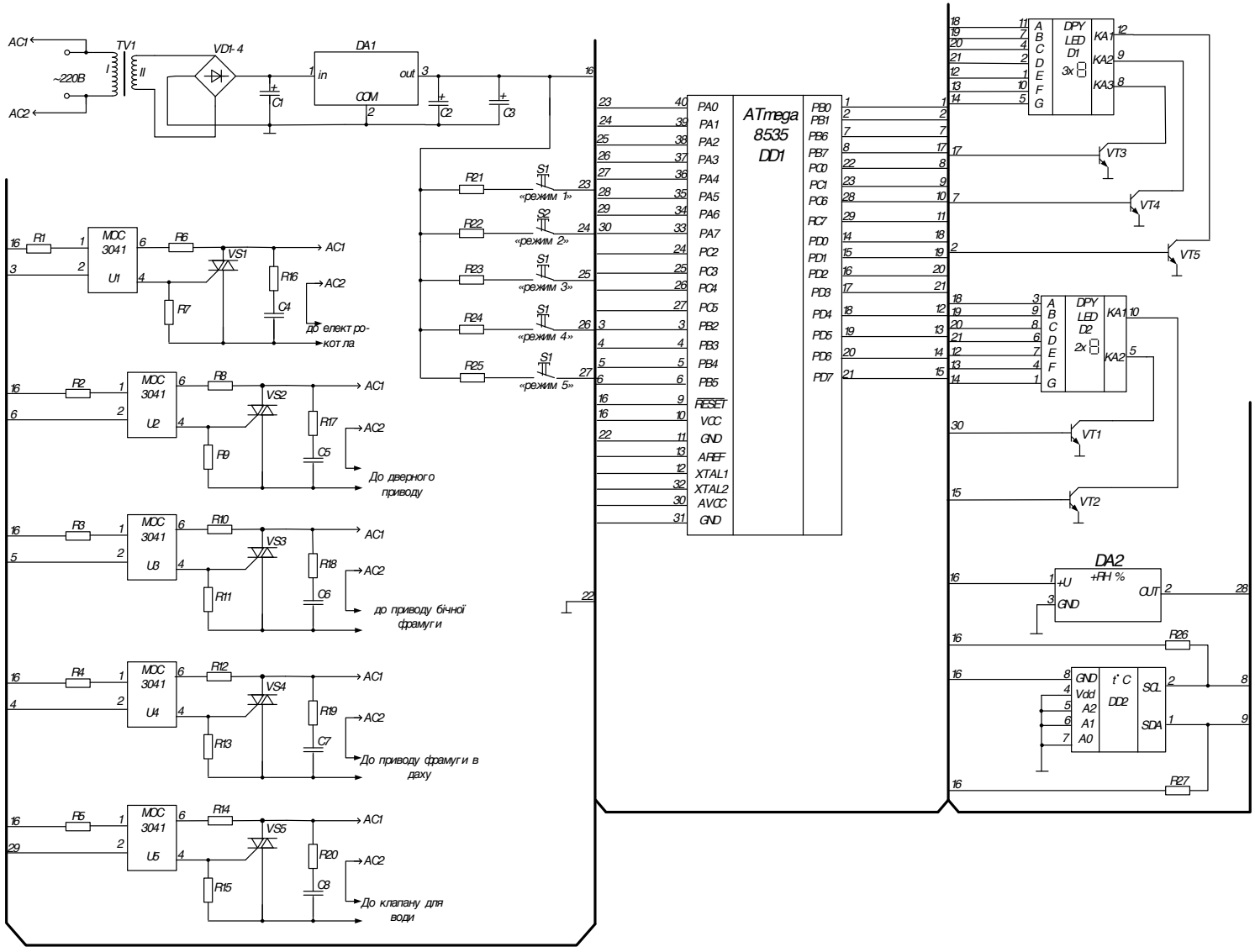


Рисунок 3.5 – Електрична принципова схема

Підключення пристроїв до портів мікроконтролера Atmega8535 приведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Підключення пристроїв до портів мікроконтролера Atmega8535

№ виводу	Порт: розряд	Підключений пристрій
	Порт A	
40	0	Кнопка «режим 1»
39	1	Кнопка «режим 2»
38	2	Кнопка «режим 3»
37	3	Кнопка «режим 4»
36	4	Кнопка «режим 5»
35	5	Датчик вологості
34	6	Сімістор управління клапаном для води
	Порт B	
1	0	Молодша цифра двохрозрядного індикатора
2	1	Перша цифра трьохрозрядного індикатора
3	2	Сімістор для обігріву приміщення
	Порт B	
4	3	Сімістор для управління ФД
5	4	Сімістор для управління ФБ
6	5	Сімістор для управління дверима
7	6	Друга цифра трьохрозрядного індикатора
8	7	Третя цифра трьохрозрядного індикатора
	Порт C	
22	0	Датчик температури
23	1	Датчик температури
	Порт D	
14	0	Сегмент індикатора (вихід)
15	1	Сегмент індикатора (вихід)
16	2	Сегмент індикатора (вихід)
17	3	Сегмент індикатора (вихід)
18	4	Сегмент індикатора (вихід)
19	5	Сегмент індикатора (вихід)
20	6	Сегмент індикатора (вихід)
21	7	Старша цифра двохрозрядного індикатора

Впровадження системи управління приміщення 2– х поверхового котеджу, що стоїть окремо з урахуванням технології «HomeKit» передбачає:

– інтеграцію інженерних систем;

– створення системи моніторингу, контролю функціональності і управління інженерним обладнанням;

– інтеграцію системи управління інженерним обладнанням у систему управління приміщенням 2– х поверхового котеджу, що стоїть окремо.

Команди логічних операцій

Ці команди дозволяють виконувати стандартні логічні операції над байтами, такі як «логічне множення» (І), «роз'єднання» (АБО), операція «виключає АБО», а також обчислення зворотного і додаткового кодів числа. До цієї групи можна віднести також команди очищення / установки регістрів і команду перестановки тетрад. Всі операції проводяться над регістрами загального призначення, результат зберігається в одному з РВВ. Всі логічні операції виконуються за один машинний цикл.

Команди арифметичних операцій і команди зсуву

До даної групи належать команди, що виконують такі базові операції, як додавання, віднімання, зсув (вправо і вліво), інкремент і декремент. Всі операції проводяться тільки над регістрами загального призначення. При цьому мікроконтролери AVR дозволяють легко оперувати як знаковими, так і беззнаковими числами, а також працювати з числами, представленими в додатковому коді. Всі команди даної групи виконуються за один машинний цикл, за винятком команд, що оперують двобайтовими значеннями, які виконуються за два цикли.

Команди операцій з бітами

До даної групи належать команди, що виконують установку або скидання заданого розряду РОН або РВВ. Причому для зміни стану розрядів регістра стану SREG є також додаткові команди (точніше, еквівалентні мнемонічні позначення загальних команд), тому що перевірка стану розрядів саме цього регістра проводиться найчастіше. Умовно до цієї групи можна віднести також дві команди передачі управління типу «перевірка /

перепустку», які пропускають наступну команду в залежності від стану розряду РОН або РВВ.

Всі задіяні розряди РВВ мають свої символічні імена. Визначення цих імен описані в тому ж файлі, що і визначення символічних імен адрес регістрів. Таким чином, після включення в програму зазначеного файлу в командах замість числових значень номерів розрядів можна буде вказувати їх символічні імена.

Команди пересилання даних

Команди цієї групи призначені для пересилання вмісту комірок, що знаходяться в адресному просторі пам'яті даних. Поділ адресного простору на три частини (РОН, РВВ, ОЗП) зумовило різноманітність команд даної групи. Пересилання даних, виконувана командами групи, може проводитися в наступних напрямках:

РОН ⇔РОН;

РОН ⇔РВВ;

РОН ⇔пам'ять даних (3 види адресації).

Також до цієї групи можна віднести стекові команди PUSH і POP, що дозволяють зберігати в стеці і відновлювати зі стека вміст РОН.

На виконання команд даної групи потрібно від одного до трьох машинних циклів в залежності від команди.

Команди передачі управління

У цю групу входять команди переходу, виклику підпрограм і повернення з них і команди типу «перевірка / перепустка», пропускають наступну за ними команду при виконанні деякої умови. Також до цієї групи належать команди порівняння, формують прапори регістра SREG і призначені, як правило, для роботи спільно з командами умовного переходу.

В системі команд мікроконтролерів сімейства є команди як безумовного, так і умовного переходів. Команди непрямого (IJMP) і відносного (RJMP) безумовного переходу є найпростішими в цій групі. Їх функція полягає тільки в записі нової адреси в лічильник команд. Команди

умовного переходу також змінюють вміст лічильника команд, проте ця зміна відбувається тільки при виконанні деякої умови або, точніше, при певному стані різних прапорів регістра SREG.

Команди управління системою

У цю групу входять всього 3 команди:

– NOP – порожня команда;

– SLEEP – переклад мікроконтролера в режим зниженого енергоспоживання;

– WDR – скидання сторожового таймера

Команди NOP і WDR виконуються за один машинний цикл, а команда SLEEP – за чотири машинних цикли. У таблиці 3.3 представлені коди для відображення цифр і знака «–»:

Таблиця 3.3 – Коди для відображення цифр і знака «–»

	d0	d1	d2	d3	d4	d5	d6	код
цифра 1	0	1	1	0	0	0	0	0x82
цифра 2	1	1	0	1	1	0	1	0x3e
цифра 3	1	1	1	1	0	0	1	0xae
цифра 4	0	1	1	0	0	1	1	0x87
цифра 5	1	0	1	1	0	1	1	0xad
цифра 6	1	0	1	1	1	1	1	0xbd
цифра 7	1	1	1	0	0	0	0	0x22
цифра 8	1	1	1	1	1	1	1	0xbf
цифра 9	1	1	1	1	0	1	1	0xaf
цифра 0	1	1	1	1	1	1	0	0xbb
знак	0	0	0	0	0	0	1	0x1
	A	B	C	D	E	F	G	

Чотири процедури є стандартними: main, read_adc, ds1621_temperature_10 (0), timer0_ovf_isr.

• read_adc – процедура для зчитування даних з датчика вологості, підтримує зв'язок з АЦП.

• ds1621_temperature_10 (0) – стандартна процедура для обміну з датчиком ds1621 по інтерфейсу i2c.

• timer0_ovf_isr – переривання таймера по переповненню. Дозволяє відображати режим і температуру на семисегментних індикаторах таким чином, щоб не виникало мерехтінь і зникнення цифр з індикатора.

• main – головна процедура, в неї входить призначені для користувача процедури:

• zapoln – процедура, що здійснює запам'ятовування критичних параметрів по обраному режиму.

• indik, otobr_chif – процедури для відображення даних на семисегментних індикаторах, подаючи на висновки A– G і транзисторні ключі відповідні сигнали.

3.2 Огляд засобів реалізації алгоритму застосування систем комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit

Для реалізації алгоритму застосування систем комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit, коротко опишемо функції, які повинна виконувати система, що розробляється:

1. Початковий запуск системи

2. Вибір необхідного для підтримки типу мікроклімату.

3. Прийом даних з датчиків і обробка цих даних відповідно до алгоритму.

4. Виведення поточних параметрів мікроклімату середовища.

5. Формування вихідних сигналів для запуску виконавчих пристроїв провітрювання / нагріву, зволоження.

Виходячи з вимог технічного завдання та функцій, які повинна виконувати система, що розробляється, можна виділити основні модулі, з яких повинна складатися обчислювальна система.

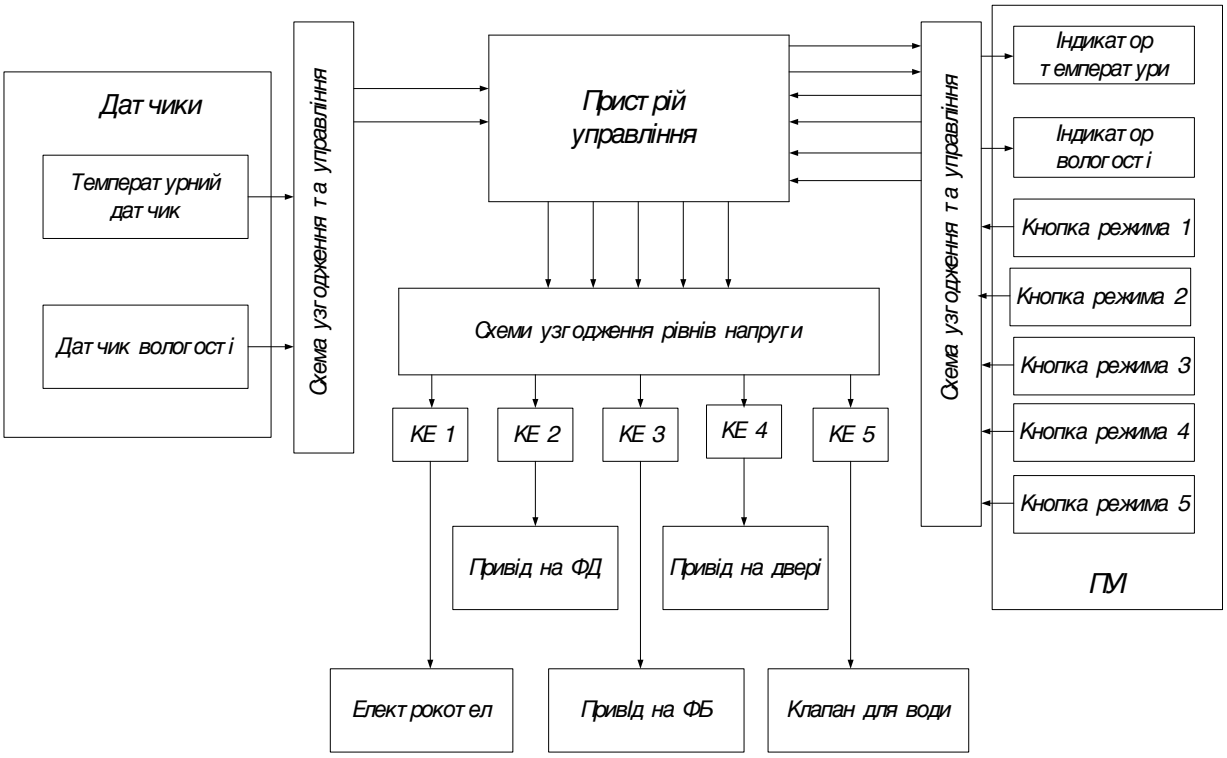
Датчики – є невід'ємною частиною системи, вони використовуються для того, щоб система могла в реальному часі реагувати на зміни зовнішніх

параметрів по заздалегідь розробленому алгоритму. В даний час на ринку представлена велика різноманітність різних типів датчиків, деякі з них є вузькоспеціалізованими.

Пристрій управління є головною частиною системи, він необхідний для збору і обробки інформації, що надходить з системи датчиків, вироблення керуючих сигналів для виконавчих пристроїв, а також виведення інформації на пристрій індикації.

Пульт управління та пристрій візуальної індикації необхідні для вибору типу мікроклімату, для візуального виведення поточної температури і вологості в приміщенні, моніторингу безпеки, витоку воду таке інше.

Відповідно до визначених вище функцій можна визначити загальну структуру системи. Структурна схема системи представлена на рис. 3.6.



КЕ – ключовий елемент; ФБ – фрамуга бокова; ФД – фрамуга в даху; ПУІ – пульт управління та індикації

Рис. 3.6. Структурна схема системи управління приміщення 2– х поверхового котеджу, що стоїть окремо з урахуванням технології «HomeKit»

Пристрій управління отримує від датчиків і кнопок управління дані, перетворює їх відповідно до алгоритму роботи і видає дані на індикатори для відображення, а також при необхідності сигнали на ключові елементи. Ключові елементи дозволяють вмикати / вимикати виконавчі пристрої в тому порядку, в якому встановлено в алгоритмі.

Схема взаємодії всіх складових наведена на рис.. 3.7.

Рисунок 3.7 – Схема взаємодії всіх складових системи управління приміщення 2– х поверхового котеджу, що стоїть окремо з урахуванням технології «HomeKit»

Інтерфейс системи управління наведено на рис. 3.8

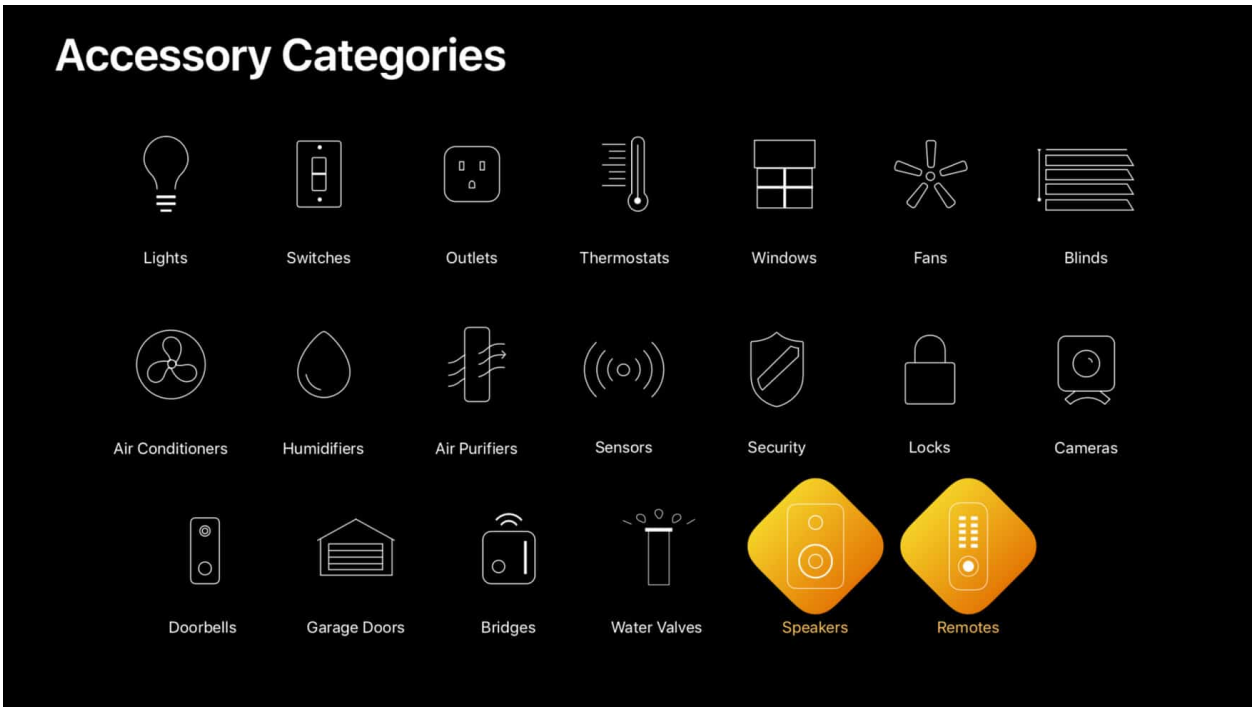


Рисунок 3.8 – Інтерфейс системи управління приміщення 2– х поверхового котеджу, що стоїть окремо з урахуванням технології «HomeKit»

Налаштування системи відбувається наступним чином, варто додати будинок. За допомогою addHomeWithName: completionHandler: в HMHomeManager класі асинхронний метод. Ім'я будинку, передане як параметр для цього методу, має бути унікальним. Будинкові імена визнаються Siri.

```
[self.homeManager addHomeWithName:@"My Home" completionHandler:^(HMHome *home, NSError *error) {
    if (error != nil) {
        // Failed to add a home
    } else {
        // Successfully added a home
    }
}];
```

Потім варто додати кімнату до будинку, addRoomWithName:completionHandler: асинхронний метод. Назва приміщення, переданого як параметр для цього методу, має бути унікальним у будинку. Номери імен визнаються Siri.

```
    NSString *roomName = @"Living Room";
    [home addRoomWithName:roomName completionHandler:^(HMRoom *room, NSError *error) {
        if (error != nil) {
            // Failed to add a room to a home
        } else {
            // Successfully added a room to a home
        }
    }];
```

Наступний крок, це варто знайти аксесуари в будинку.

Необхідно додати протокол делегатів додаткового браузера та додати властивості браузера до інтерфейсу класу.

```
@interface EditHomeViewController () <HMAccessoryBrowserDelegate>

@property HMAccessoryBrowser *accessoryBrowser;

@end
```

Варто замінити EditHomeViewController на ім'я свого класу.

Створити об'єкт браузера додатка та встановити його делегат.

```
self.accessoryBrowser = [[HMAccessoryBrowser alloc] init];
self.accessoryBrowser.delegate = self;
```

знайти аксесуари.

```
[self.accessoryBrowser startSearchingForNewAccessories];
```

Додати знайдені аксесуари до своєї колекції.

```
- (void)accessoryBrowser:(HMAccessoryBrowser *)browser didFindNewAccessory:(HMAccessory *)accessory {
    // Update the UI per the new accessory; for example, reload a picker view.
    [self.accessoryPicker reloadAllComponents];
}
```

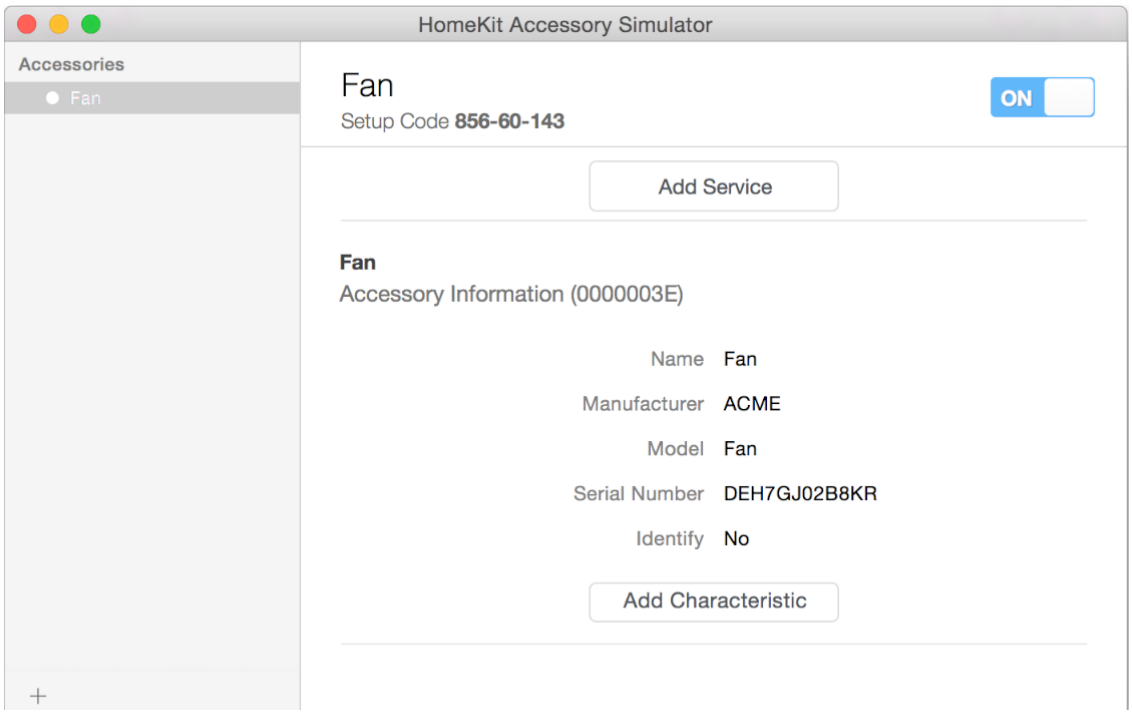


Рисунок 3.9 – Послуги для аксесуарів

Далі необхідно замінити наведену вище accessoryBrowser:didFindNewAccessory: реалізацію за допомогою коду. Крім того, застосувати accessoryBrowser:didRemoveNewAccessory: метод видалення аксесуара, який більше не є новим у колекції чи перегляді.

```
- (void)viewWillDisappear:(BOOL)animated {
    [self.accessoryBrowser stopSearchingForNewAccessories];
}
```

Зупинити пошук аксесуарів.

Якщо контролер перегляду починає шукати аксесуари, необхідно перевизначити, viewWillDisappear: щоб зупинити пошук аксесуарів.

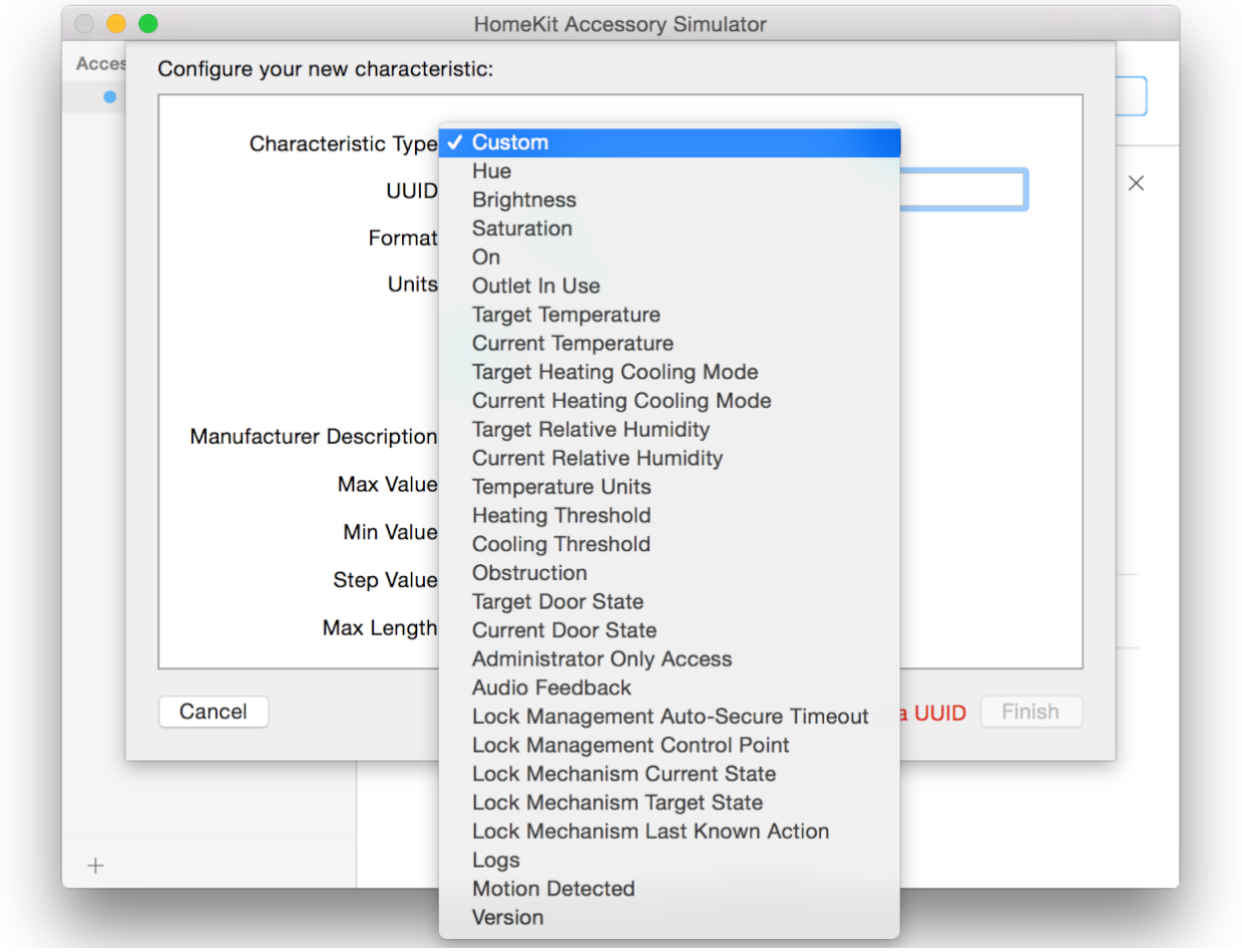


Рисунок 3.10 – Характеристики аксесуарів

Для управління аксесуарами

1. У Симуляторі аксесуарів HomeKit необхідно обрати аксесуар у стовпці "Аксесуари".

Послуги та їх характеристики відображаються на детальному екрані.

2. Необхідно маніпулювати елементом керування для характеристики, щоб змінити його значення.

Наприклад, щоб змінити тональність, насиченість та яскравість лампи, варто переміснути ручку відповідного слайдера. Щоб вимкнути лампочку, натиснути Ні на перемикачі On.

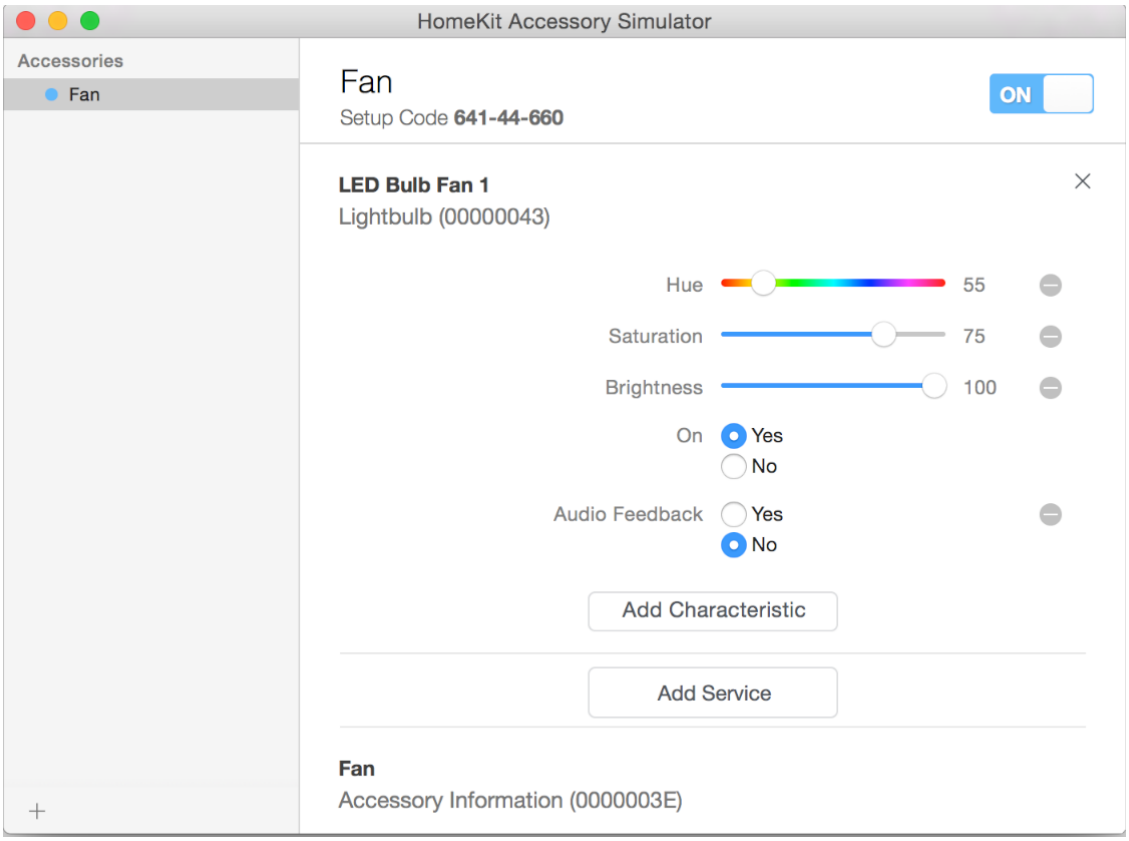


Рисунок 3.11 – Управління аксесуарами

Переваги створеної системи:

- охоплює всі процеси життєзабезпечення;
- відкрита гетерогенна архітектура;
- об'єднана розподілена база даних;
- інтерфейси між процесами;
- масштабовані рішення;
- модульна технологія, можливості для етапного впровадження;
- проста інтеграція існуючих і майбутніх систем і інтерфейсів;
- база управління, що настроюється;
- автоматизований аналіз подій;
- автоматичне управління аварійними ситуаціями.

3.3 Ефективність запропонованих рішень

Здійснимо аналіз ефективності роботи системи комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit та порівняємо її з рівнем роботи системи комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології Nest.

У якості параметрів досліджуються оцінки експертів щодо ефективності та параметри наведені у таблиці 3.4. Далі на основі отриманих даних проводиться математичний аналіз та здійснюється побудова діаграм та графіків для детального розуміння ефективності модернізації.

Таблиця 3.4 – Параметри звернень

Параметр	Опис	Можливі значення
$Е_ф$	Ефективність	5– надвисока,..., 0– низька
З	Зривання з'єднання	1– є з'єднання, 0– без з'єднання
$О_б$	обсяги даних на передачу	10– макс,..., 0– мінім.
$К_д$	категорії даних	1,2,3…n – категорія
$П_п$	пріоритет	1,2,3…n – пріоритет
$Р_{кін}$	кінцевий рівень вирішення	1,2,3,4 – рівні
П	продуктивність	0– відкритий, 1– закритий
К	коефіцієнт якості моніторингу	5– надвисокий, ..., 0– низький
$О_{клієн}$	оцінка клієнта	0,1,2,3,4,5

У табл. 3.4 показано параметри звернень, що надходять до системи комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit, їх опис та можливі значення.

Дані складемо таблицю значень отриманих при дослідженні системи комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit та системи комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології Nest, що прийняті до розгляду.

Таблиця 3.5 – Значення показників діяльності системи комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit

Параметр	Значення									
$Е_ф$	5	5	3	5	5	5	4	5	5	5
З	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0
$О_б$	8	10	9	8	9	10	9	9	9	10
$К_д$	1	2	3	1	3	2	4	1	3	2
$П_п$	2	5	8	8	2	1	5	2	3	5
$Р_{кін}$	1	2	3	1	3	2	4	1	3	2
П	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1
К	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4
$О_{клієн}$	5	5	4	4	5	5	5	4	4	5

Таблиця 3.6 – Значення показників діяльності системи комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології Nest

Параметр	Значення									
$Е_ф$	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
З	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1
$О_б$	3	4	3	4	4	2	7	8	7	2
$К_д$	4	2	2	1	3	2	2	1	3	2
$П_п$	2	5	2	2	2	1	5	2	3	2
$Р_{кін}$	1	2	3	1	3	2	2	1	3	2
П	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1
К	2	2	4	2	3	3	2	2	3	4
$О_{клієн}$	2	2	4	4	2	4	2	2	4	3

Відповідно до наведених даних здійснюємо аналіз отриманих даних. Розраховуємо середньоквадратичне відхилення та дисперсію, отримані результати наводимо у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Результати математичного аналізу

	Система комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit		Система комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології Nest	
	Середнє відхилення	Дисперсія	Середнє відхилення	Дисперсія
$Е_ф$	0,48	0,41	0,5	0,25
З	0,5	0,25	0,48	0,24
$О_б$	0,54	0,49	1,4	3,16
$К_д$	0,84	0,96	0,68	0,76
$П_п$	2,1	5,69	1,04	1,64
$Р_{кін}$	0,84	0,96	0,6	0,6
П	0,42	0,21	0,48	0,24
К	0,32	0,16	0,7	0,61
$О_{клієн}$	0,48	0,24	0,9	0,89

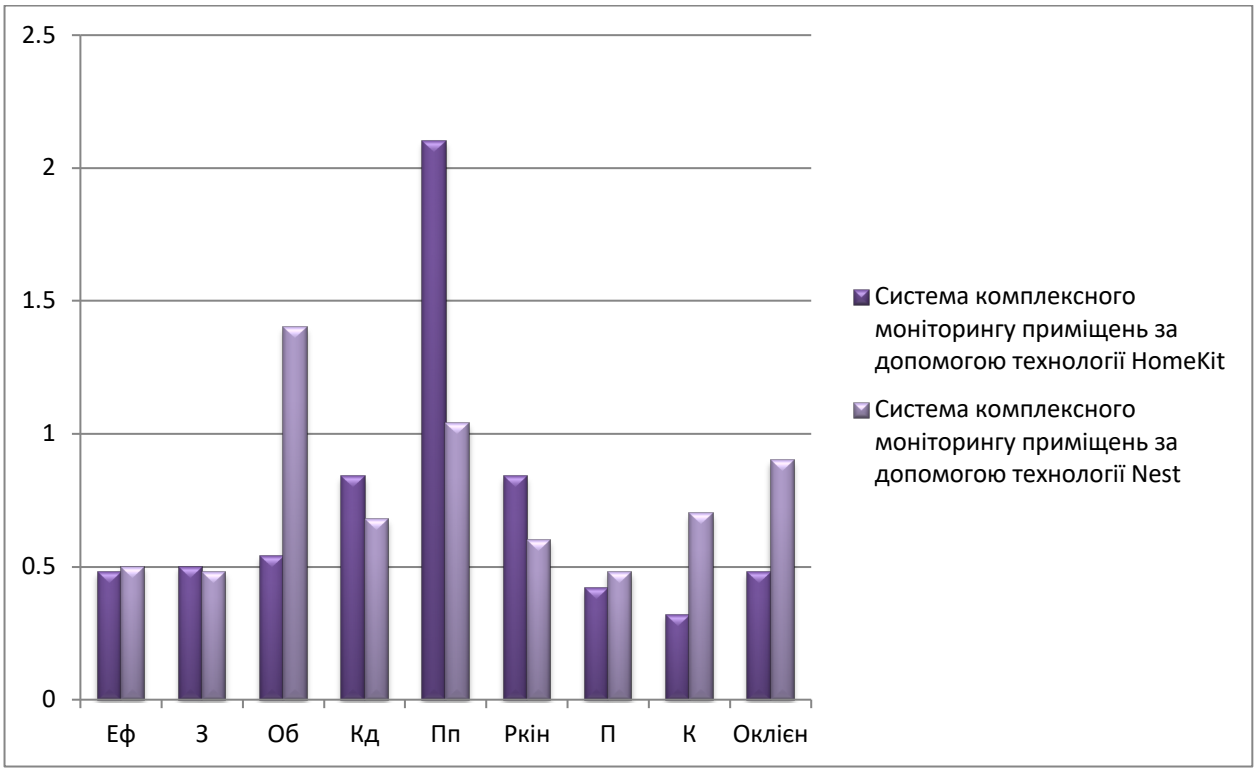


Рисунок 3.12 – Результати математичного аналізу

Наступним кроком є кореляційний аналіз. Результати у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Кореляційний аналіз отриманих результатів системи комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit

	1									
$Е_ф$	0,910697	1								
З	0,607393	0,868558	1							
$О_б$	0,728198	0,881269	0,898442	1						
$К_д$	0,832953	0,894452	0,728182	0,597219	1					
$П_п$	0,962961	0,885368	0,582819	0,608258	0,911505	1				
$Р_{кін}$	0,748442	0,921121	0,857917	0,766199	0,880287	0,751921	1			
П	1	0,910697	0,607393	0,728198	0,832953	0,962961	0,748442	1		
К	0,864767	0,937469	0,785538	0,693577	0,966478	0,906413	0,941068	0,864767	1	
$О_{клієн}$	0,902829	0,985091	0,867125	0,874907	0,891533	0,884572	0,861267	0,902829	0,902937	1
	$Е_ф$	З	$О_б$	$К_д$	$П_п$	$Р_{кін}$	П	К	$О_{клієн}$	

Таблиця 3.9 – Кореляційний аналіз отриманих результатів системи комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології Nest

	1									
$Е_ф$	0,805432	1								
З	0,739299	0,372583	1							
$О_б$	0,90632	0,638242	0,754777	1						
$К_д$	0,805627	0,653376	0,704907	0,632027	1					
$П_п$	0,575396	0,206284	0,810931	0,562544	0,83666	1				
$Р_{кін}$	0,833108	0,887345	0,295395	0,689483	0,662037	0,235702	1			
П	0,775107	0,597659	0,355539	0,736969	0,610845	0,359908	0,848311	1		
К	0,768293	0,759345	0,670169	0,677048	0,864638	0,704203	0,618661	0,405517	1	
$О_{клієн}$	0,605302	0,324185	0,887125	0,565801	0,55814	0,628619	0,148167	0,168068	0,494416	1
	$Е_ф$	З	$О_б$	$К_д$	$П_п$	$Р_{кін}$	П	К	$О_{клієн}$	

Таким чином, на основі проведеного математичного аналізу ефективності системи комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit та системи комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології Nest, та використовуючи шкалу Чеддока [57– 59], можна зробити висновок, що найбільш впливають на ефективність такі чинники:

Для системи комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit:

- Ефективність ($Е_ф$),
- Пріоритет ($П_п$)
- Категорія даних ($К_д$)
- Коефіцієнт якості моніторингу (К)
- Оцінка клієнта ($О_{клієн}$)

Для системи комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології Nest:

- Ефективність ($Е_ф$),
- Обсяги даних ($О_б$)
- Категорія даних ($К_д$)
- Кінцевий рівень вирішення ($Р_{кін}$)

Далі проведемо графічне порівняння двох систем комплексного моніторингу приміщень за основними показниками для виявлення найбільш ефективної та досконалої системи комплексного моніторингу приміщень.

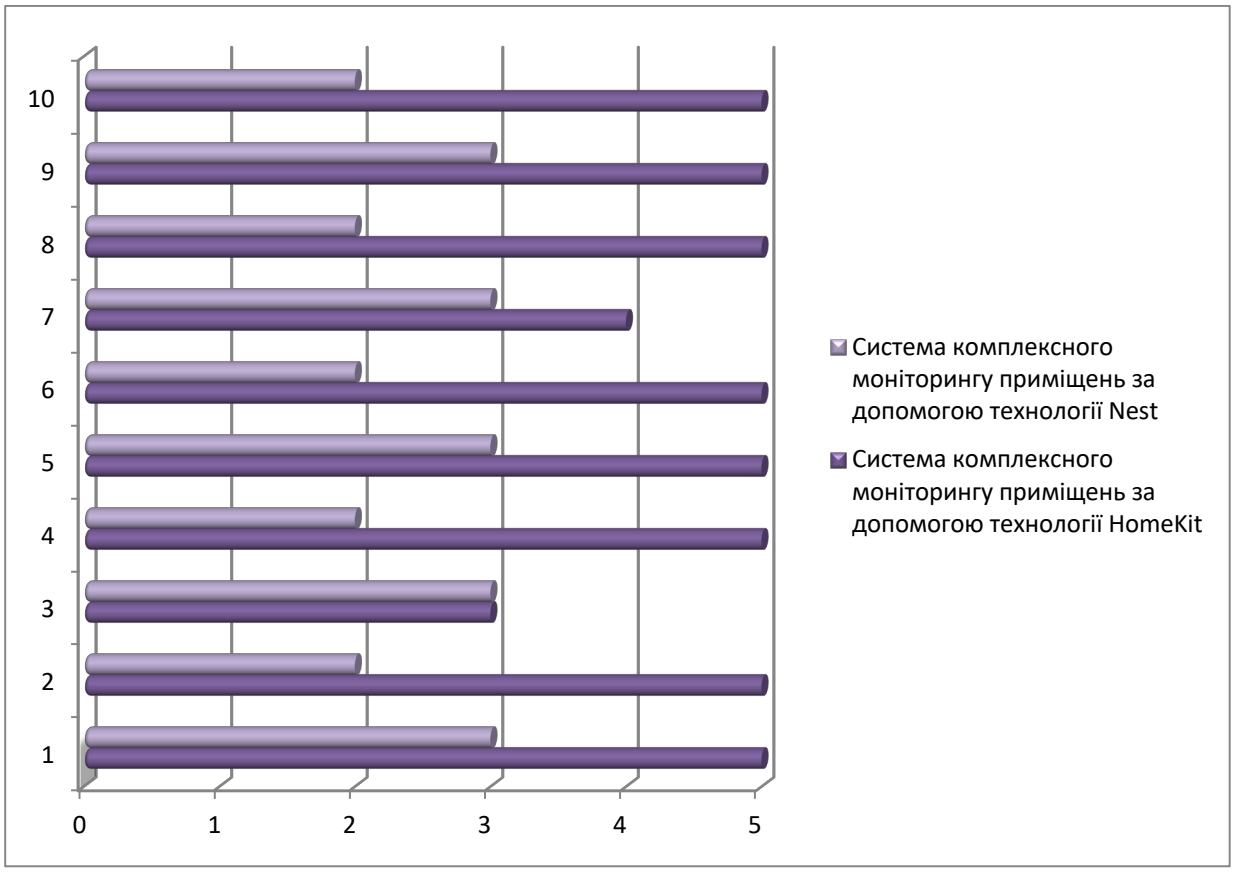


Рисунок 3.13 – Графік ефективності систем комплексного моніторингу приміщень

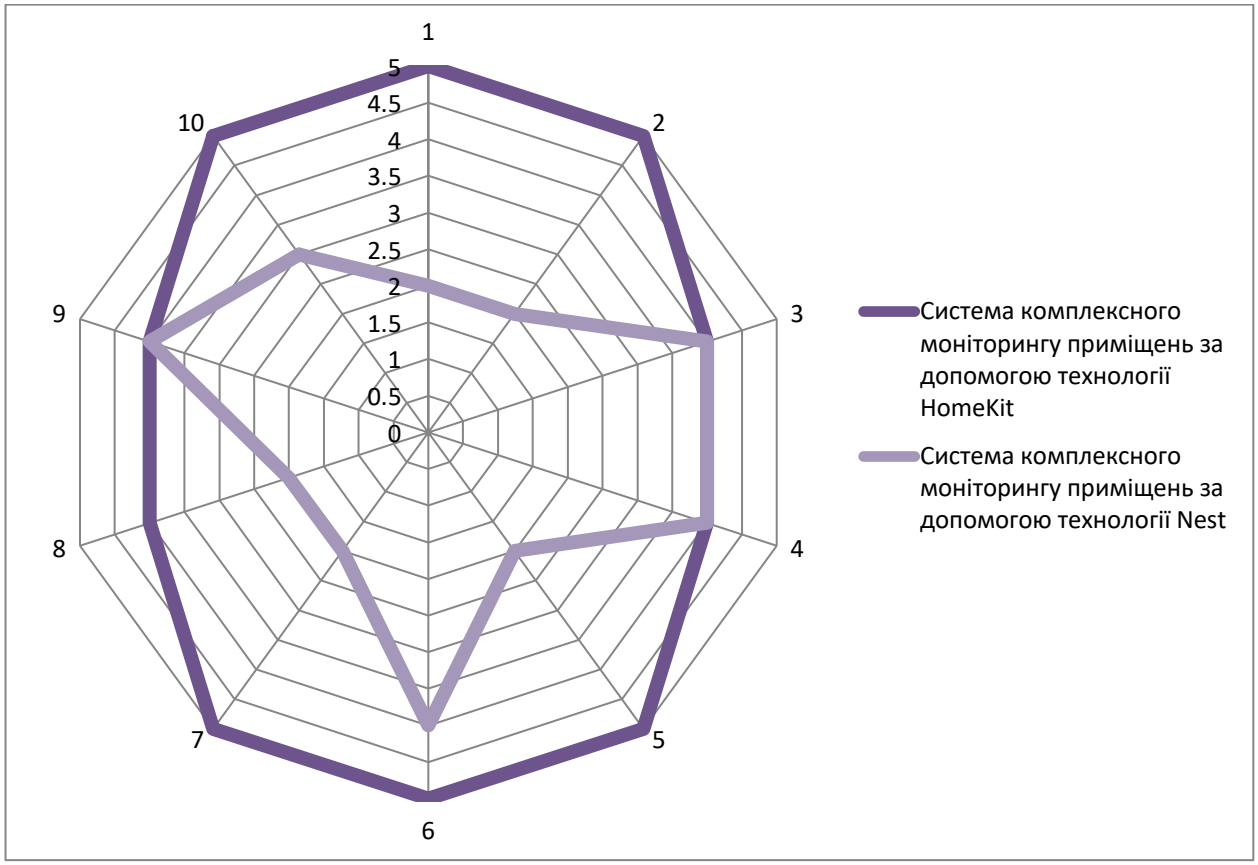


Рисунок 3.14 – Графік оцінка систем комплексного моніторингу приміщень

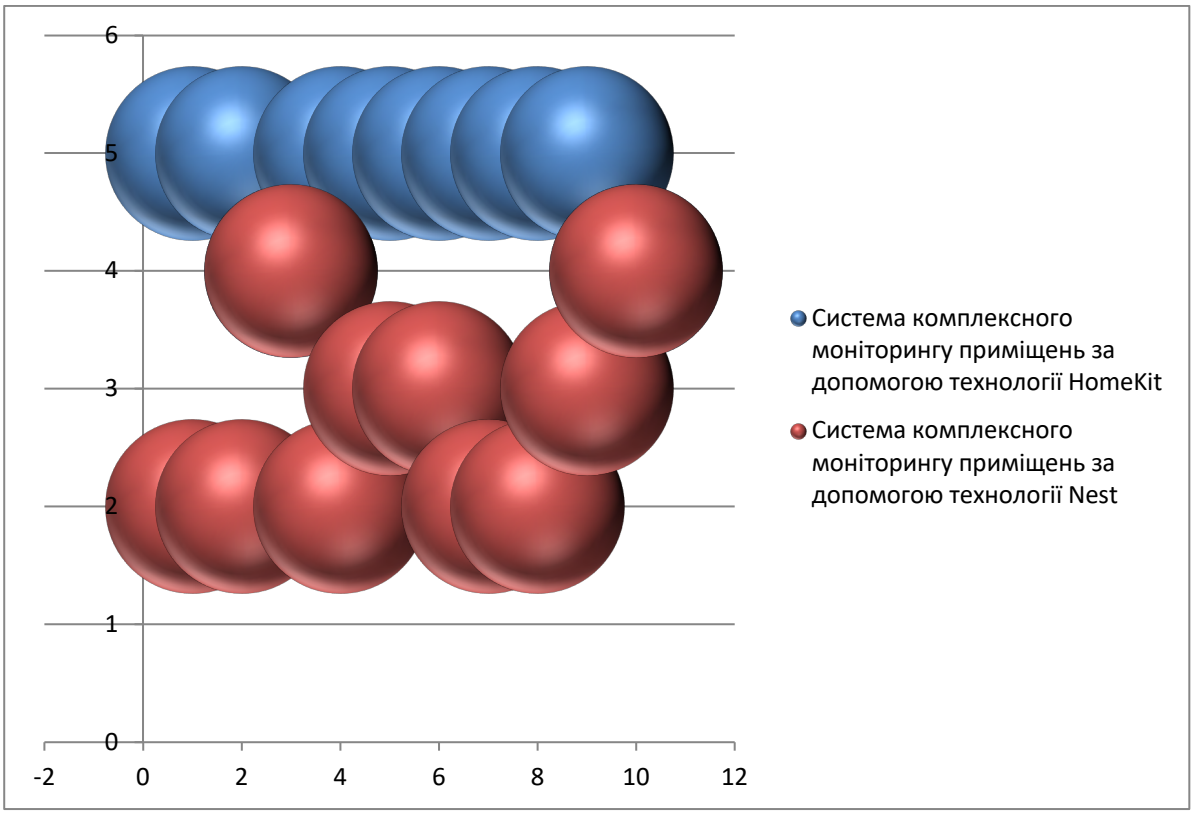


Рисунок 3.15 – Графік коефіцієнт якості систем комплексного моніторингу приміщень

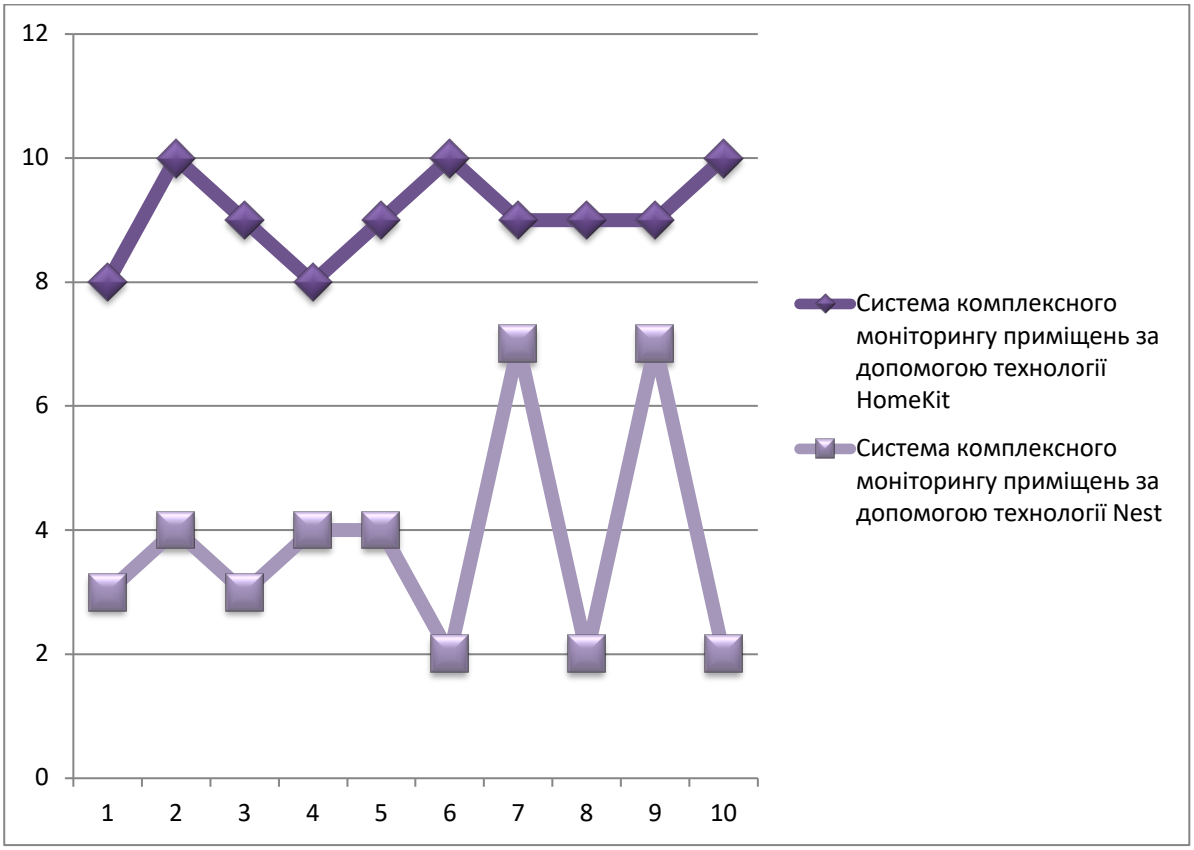


Рисунок 3.16 – Графік продуктивності систем комплексного моніторингу приміщень

Згідно до проведеного дослідження варто відзначити, що система комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit за всіма показниками перевершує систему комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології Nest, що говорить про високу якість системи комплексного моніторингу приміщень та можливість впровадження її в реальну роботу за потребою.

Висновки до розділу

У рамках третього розділу розкрито інноваційні механізми застосування систем комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit.

Система управління приміщенням з урахуванням технології «HomeKit» призначена для забезпечення комфортних умов, захисту матеріальних цінностей, людей, що знаходяться в приміщенні, що захищається, забезпечує виконання наступних функцій:

– виявлення тривожних / аварійних ситуацій (несанкціоноване проникнення, пожежа, витік води), формування сигналів тривог;

– підтримку заданої температури;

– видачу інформації про наявність і місце виникнення тривожної / аварійних ситуацій на пульт сигналізації і зовнішній світлозвуковий оповіщувач;

– аварійне перекриття кульових кранів подачі гарячої та холодної води;

– автоматичний контроль стану елементів системи і її складових частин;

– доставку повідомлення про тривожну / аварійну ситуацію в охоронні структури через термінал;

– доставку повідомлення про тривожну / аварійну ситуацію, інших подій дзвоном і за допомогою SMS власнику і / або в охоронні структури.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У рамках даної дипломної роботи проведено дослідження методів та засобів побудови системи комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit. При вивченні концепції інтелектуальної системи управління будівлею були сформульовані основні вимоги і характеристики її реалізації. Серед існуючих в світі на сьогоднішній день реалізацій ті які найбільш повно задовольняють вимогам концепції інтелектуального комплексного моніторингу приміщень інтегровані до системи управління будівлею. В рамках своїх стандартів вони забезпечують виконання всіх вимог системи, володіючи при цьому безсумнівними перевагами:

- тривале і глибоке опрацювання таких систем безліччю розробників;
- наявність відкритих стандартів, підтримуваних широким колом розробників;
- економічні вигоди як для творців систем, так і для їх користувачів;

Тому, дана реалізація була обрана в якості об'єкта для створення макета. Таким чином, у межах дипломного проекту було створено модель системи комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit. Модель зроблена щоб максимально знизити витрати на монтаж системи. Щодо моделі сучасної інтелектуальної системи комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit, то вона зроблена так, щоб за потребою у неї можна було вносити необхідні зміни не перериваючи її роботу та не припиняючи її.

Переваги створеної системи:

- охоплює всі процеси життєзабезпечення;
- відкрита гетерогенна архітектура;
- об'єднана розподілена база даних;
- інтерфейси між процесами;
- масштабовані рішення;
- модульна технологія, можливості для етапного впровадження;

– проста інтеграція існуючих і майбутніх систем і інтерфейсів;
– база управління, що настроюється;
– автоматизований аналіз подій;
– автоматичне управління аварійними ситуаціями.

Згідно до проведеного дослідження варто відзначити, що система комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології HomeKit за всіма показниками перевершує систему комплексного моніторингу приміщень за допомогою технології Nest, що говорить про високу якість системи комплексного моніторингу приміщень та можливість впровадження її в реальну роботу за потребою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Побоченко Л. М. "Розумне місто" ("розумний будинок") та його енергетична складова: світовий досвід / Л. М. Побоченко, Ю. Е. Шваюк // Стратегія розвитку України. – 2016. – № 1. – С. 141– 145. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sru_2016_1_27

2. Гололобов В. Н. «Умный дом» своими руками / В. Н. Гололобов. – М. : НТ Пресс, 2007. – 216с.

3. Атоян А.С., Голубєв Л.П. Дослідження вразливостей автоматизованих систем «Розумний будинок» / Атоян А.С., Голубєв Л.П. // Обладнання, електротехнічні та автоматизовані системи та комплекси: Серія «Технічні науки». – ВІСНИК КНУТД. – 2015. – №3 (86). – С.57 – 62.

4. Energy Efficiency / Bergen SmartCity [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.bergen.kommune.no/bk/multimedia /archive/00105/ Bergen_SmartCIty_105941a.pdf (Станом на 16.11.2018)

5. Офіційний сайт Європейської Статистики (Євростату) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ec.europa.eu/eurostat(Станом на 16.11.2018)

6. “Project Engineering for EIB Installations”, European Installation Bus Association sc (EIBA), Avenue de la Tanche 5 B – 1160, Brussels,Belgium

7. Умный дом. Книги о нем и о системах в него входящих, Роберт К. Элсенпитер и Тоби Дж. Велт “Smart Homes For Dummies” http://www.dummies.com/

8. “Power Supply Unit N 125”, GAMMA instabus Technical Product Information November 2008

9. “Switching/Dimming Actuator N526E02” , GAMMA instabus Technical Product Information February 2007

10. “UP 255/11 Brightness controller (for flush mounting)”, GAMMA instabus Technical Product Information May 2010

11. “Galea Life – дизайн и технологии в гармонии с человеком”, электрооборудование Legrand. 2009

12. “Push– button 2– gng plus with room temp. ctrl unit, active white, glossy, System M”, Schnider Electric Product data sheet Characteristics 2009

13. Thermal Drive Actuator N605, GAMMA instabus Technical Product Information April 2003

14. Interface KNX for PANASONIC Air Conditioners, Intesis Software S.L. – All rights reserved This information is subject to change without notice, 2008

15. «Умный дом» — техническая сторона вопроса, Жанна Андреева, специально для рмнт.ру, 2010

16. В столицу пришла мода на «умные дома», Иоланта Качаева 2012

17. Солдатенков, А.С. Разработка и исследование математической модели управления автоматизированным индивидуальным тепловым пунктом / А.С. Солдатенков, А.Н. Потапенко, С.Н. Глаголев // Научно– технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2012. – №1. – С. 41– 47

18. http://stroy– blog.org.ua/p80 Сенсорні панелі для розумного будинку і їхня альтернатива. (Станом на 16.11.2018)

19. http://mebelnuymir.ru/vidy– mebeli– dlya– spalni/upravlinnya– z– ipad– avtomatizaciya.html Управління з ipad. Возненко М.А 2011 (Станом на 12.11.2018)

20. http://www.inteldim.lviv.ua/subpage15.html Універсальний пульт (Станом на 16.11.2018)

21. http://www.inteldim.lviv.ua/subpage14.html Приклади типових сценаріїв що можуть використовуватися в «розумному будинку» (Станом на 10.11.2018)

22. Примеры схем электроснабжения жилых зданий // http://www.ielectro.ru/news42574/index.html (Станом на 17.11.2018)

23. EIB Journal. May 2000. ISSN 1430– 2306. (доступен на www.eiba.com)

24. Техническое описание "Building Management Systems with Siemens instabus EIB. Technical Manual 2000"

25. Технические описания EIB продукции компаний Merten, Gira.

26. EIBA Handbook Series. Vol.1, Part 2: Introduction to the System.

27. Материалы научных конференций на базе Технического университета Мюнхена EIB– Proceedings 1997, 1998, 1999

28. http://www.eremont.ru/enc/engineer/clever/smart.html Умный дом зимой и летом

29. http://www.eremont.ru/enc/engineer/clever/smart– project.html Умный дом: проектирование и монтаж

30. http://www.eremont.ru/enc/engineer/clever/smart– condition.html Схемы кондиционирования по системе «Умный дом» в офисных помещениях

31. http://dom.ukrbio.com/ua/articles/811 Розумний будинок

32. http://b2u.com.ua/rus/ukrarticles/cat_747– items_93– mode_full.html Інтелектуальна будівля Розумний будинок

33. http://novosel.zp.ua/rozumnyj–budynok–vid–a–do–ya–avtomatyzacyya–kotedzhu.html Розумний будинок від А до Я Автоматизация котеджу

34. В. Харке. Умный дом. Объединение в сеть бытовой техники и системы коммуникаций в жилищном строительстве. Техносфера, 2006 г.

35. Кашкаров А.П.Электронные схемы для «умного дома»

36. Сайт http://www.elite– systems.ru/

37. Сайт http://www.housecontrol.ru/

38. Сайт http://master– dom.ru/sub/mcs/struktura.html

39. Гулякина Н.А. Общая теория систем [Электронный ресурс]: электронный учебно– методический комплекс. – Мн.: БГУИР, 2007 (Кафедра интеллектуальных информационных технологий)

40. Гордиенко А.С., Сидельник А.Б., Цибульник А.А., Микропроцессорные контроллеры для систем вентиляции и кондиционирования // С.О.К.– 2007, № 4– 5.

41. Солодовников В.В. и др., Основы теории и элементы систем автоматического регулирования. Учебное пособие для вузов. – М.: Машиностроение, 1985.

42. Бондарь Е.С. и др. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха // К.: «Аванпост– Прим», – 2005

43. http://www.eremont.ru/enc/engineer/clever/ekonsumdom.html Экономим с умным домом

44. http://www.eremont.ru/enc/engineer/clever/smart_clim.html Климат

45. Smart City – розумне місто, Олена Урсу 2011

46. Лєнков С.В. Концептуальна схема системи інтелектуальної обробки даних / С.В. Лєнков, В.М. Джулій, О.М. Горбатюк, Н.М. Берназ // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного універ–ситету імені Тараса Шевченка. – Київ: ВІКНУ, 2014. – № 46. – С.181 – 189.

47. Тесля Е.А.. «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире / Е.А. Тесля – Санкт Петербург, 2008. – 224с.

48. Элсенпитер Т. Р, Дж. Велт. «Умный Дом строим сами» / Т. Р . Элсенпитер, Дж Велт/ КУДИЦ– ОБРАЗ. 2005. – 384с.

49. Харке В.Н. «Умный дом. Объединение в сеть бытовой техники и систем коммуникаций в жилищном строительстве» / В.Н. Харке– М.: Техносфера, 2006. – 292с.

50. Сопер М. Э. Практические советы и решения по созданию « Умного дома » / М. Э. Сопер. – М.: НТ Пресс, 2007. – 432 с.

51. Ярочкин В.И. Информационная безопасность. – М.: Изд– во "Академический проект", 2004. – 640 с.

52. Mark Gasson, Martin Meints, Kevin Warwick (2005), D3.2: A study on PKI and biometrics, FIDIS deliverable (3)2, July 2005

53. Дужак І.О. Розумний будинок / І.О. Дужак // Автоматизація технологічних і бізнес– процесів, 2013. – № 13,14. – С. 30– 37.

54. What is a Smart Building? Smart Grids and Smart Buildings // Institute for building efficiency. An Initiative of Johnson Controls. – April, 2011 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.institutebe.com/smart-gridsmart-building/What-is-a-Smart-Building.aspx

55. EPIC Roadmap for Smart Cities / European Platform for Intelligent Cities (EPIC) // ICTPSP [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://epic-cities.eu/sites/default/files/documents/20Cities.pdf

56. Технологии мобильной связи: услуги и сервисы / А. Г. Бельтов, И. Ю. Жуков, Д. М. Михайлов, А. В. Стариковский. – М. : ИНФРА– М, 2012. – 206 с.

57. Smart Cities Stakeholder Platform / Financing models for smart cities // European Commission. – November 2013. – 33 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://eu-smartcities.eu/sites/all/.pdf

58. Smart cities background paper // Department for Business Innovation and Skills. – October 2013. – 47 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.gov.uk.pdf

59. Лапонина О.Р. Основы сетевой безопасности: криптографические алгоритмы и протоколы взаимодействия. – М.: Изд– во "Интернет– университет информационных технологий – ИНТУИТ.ру", 2005. – 608 с.: ил.

60. Smart City Wien Framework Strategy // Vienna City Administration. – July 2014. – 109 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://smartcity.wien.gv.pdf.

61. Synthesis: Energy Efficiency Trends and Policies in the EU / Intelligent Energy Europe. – September 2015 – 123 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.odyssee-mure.eu.pdf

62. Експерти розповіли, як перетворити Київ на «розумне місто» / Українська Правда. – Київ, 07.10.2015 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://kiev.pravda.com.ua/.